

**TÜRKİYE ÇİMENTO ARAŞTIRMALARINDA ÇEVRE
DOSTU YAKLAŞIMLAR ÜZERİNE BİR İRDELEME**

Şeymanur BENİZ



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE ÇİMENTO ARAŞTIRMALARINDA ÇEVRE DOSTU
YAKLAŞIMLAR ÜZERİNE BİR İRDELEME**

Şeymanur BENİZ
0000-0002-7303-9059

Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Şeymanur BENİZ tarafından hazırlanan “Türkiye Çimento Araştırmalarında Çevre Dostu Yaklaşımlar Üzerine Bir İrdeleme” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER

Başkan : Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER İmza
0000-0002-6640-111X
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Mimarlık Fakültesi,
Mimarlık Bölümü

Üye : Doç. Dr. Zuhâl ŞİMŞEK İmza
0000-0002-1824-7496
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Mimarlık Fakültesi,
Mimarlık Bölümü

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Saadet HACISALİHOĞLU İmza
0000-0001-5969-4180
Bursa Teknik Üniversitesi,
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Bölümü

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

.././.....

B.U.ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

.../.../.....

Şeymanur BENİZ

TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.ÜNİVERSİTESİ Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER

Şeymanur BENİZ

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE ÇİMENTO ARAŞTIRMALARINDA ÇEVRE DOSTU YAKLAŞIMLAR ÜZERİNE BİR İRDELEME

Şeymanur BENİZ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER

Nüfusun giderek artması, sanayi faaliyetlerinin çeşitlenmesi yapı ihtiyacının hiç şüphesiz artmasına neden olmaktadır. Her yeni yapılan yapının bileşenleri çevre ile etkileşime girerek çevresel etki yaymakta ve çevre kirliliğini oluşturmaktadır. Çevre kirliliğini azaltarak daha temiz bir çevre oluşturmak çevre dostu yapı malzemelerinin kullanımı ile mümkün olacaktır. Çevre dostu yapı malzemesi çevresel etkisi en az olan verimli enerji kullanan, doğal kaynakları olabildiğince az ve verimli kullanan, bakım-onarımı kolay, geri dönüşümü yapılabilen, etkin atık yönetimi sağlayıp sürdürülebilirliği destekleyen yapı malzemesidir. Bu tez çalışmasında, inşaat sektörü için önemli bir yer tutan prosesi karmaşık ve girdileri fazlaca olan çimento yapı malzemesinin çevre dostu olması irdelenmektedir. Çalışmanın materyalini YÖK Ulusal tez merkezinde çimento anahtar kelimesi ile yapılan tarama sonucunda elde edilen tezler oluşturmaktadır. Literatür taraması ile oluşturulan çevre dostu yapı malzemesi kriterlerine göre çalışmalar tüm yaşam döngüsü aşamalarını kapsayacak şekilde incelenerek bulgular verilmektedir. Bulgularda çevre dostu yapı malzemesi kriterlerini ele alan çalışmalar tespit edilerek sayısal olarak sunulmaktadır. Yapılan çalışmalarda dayanıklılık kriteri üzerinde daha çok durulduğu, ancak iç mekân kalitesi kriteri üzerinde çalışma yapılmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak çevre dostu yapı malzemesi için malzemenin tüm yaşam döngüsü aşamalarında değerlendirilmesi ve tüm kriterler üzerinde çalışmaların artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Çevre dostu çimento için çalışma yapılmamış kriterler üzerinde araştırmaların artırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemi, Çevre Dostu Yapı malzemesi, Çimento.

2022, vii + 68 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

A DISCUSSION ON EKO-FRIENDLY APPROACHES IN TURKEY CEMNET RESEARCHES

Şeymanur BENİZ

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture

Supervisor: Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER

Increasing population and diversification of industrial activities cause an increase in the need for buildings. The components of each newly constructed building interact with the environment and produce some environmental effects. The use of environmentally friendly building materials is important in reducing the environmental impact of buildings. Environmentally friendly building material; It is a building material that has the least environmental impact, uses energy efficiently, uses natural resources as little and efficiently as possible, is easy to maintain and repair, can be recycled, provides effective waste management and supports sustainability. Cement is one of the building materials that has an important place in today's construction industry, whose production process is complex and whose inputs are high. In this context, the aim of the thesis; The aim of this study is to examine the postgraduate studies on cement in Turkey and the environmental friendly approaches in related studies. The material of the thesis consists of the theses on cement building material in the YÖK National Thesis Database. The theses discussed within the scope of the study were examined in line with the research questions determined for the purpose of the research and the criteria determined based on the literature within the scope of the research. As a result of the research; It has been determined that the most prominent criterion in the theses examined is the durability criterion, and there is no study on the interior quality criterion among the theses. As a result of the examination, it has been suggested to increase the studies in which cement is discussed in detail in the context of all stages of the building material life cycle evaluation.

Key words: Life Cycle Assessment Method, Environmentally Friendly Construction Material, Cement.

2022, vii + 68 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin boyunca danışmanım olan ve tezimin hazırlanmasından tamamlanmasına kadar olan süreçte bilgisini desteğini ve tecrübesini esirgemeyen sabırla her durumda yanımda olan yolumu aydınlatan danışman hocam Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen daima desteklerini hissettiğim ilk ve daimî öğretmenlerim sevgili annem Nurcihan BENİZ ve sevgili babam Mehmet BENİZ'e ve en iyi arkadaşım, sırdaşım, kardeşim Ruveyda Nur BENİZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Şeymanur BENİZ
.../.../2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. Çimento	6
2.1.1. Çimentonun tarihçesi ve gelişimi	6
2.1.2. Çimento üretim aşamaları	7
2.1.4. Çimento üretiminin çevresel etkileri	12
2.1.5. Dünya’da çimento sektörü	14
2.1.6. Türkiye’de çimento sektörü ve sorunları	14
2.2. Çevre Dostu Yapı Malzemesi	19
3. MATERYAL ve YÖNTEM	27
3.1. Materyal	27
3.2. Yöntem	27
4. BULGULAR	31
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	62
KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	72

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler
%

Açıklama
Yüzde

Kısaltmalar

YDD

YD

UNEP

t.y.

Açıklama

Yaşam Döngüsü Değerlendirme

Yaşam Döngüsü

United Nations Environment Program

Tarih yok

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Çimento üretim şeması	8
Şekil 2.2. Çimento üretimi akış diyagramı.....	9
Şekil 2.3 Hazır beton üretiminde kullanılan çimento türleri.....	12
Şekil 2.4. Türkiye’de faaliyet gösteren çimento fabrikaları.....	15
Şekil 2.5. Bir yapı malzemesinin YD evrelerinin birbiri ve çevre ile olan etkileşimi	20
Şekil 4.1 Anahtar kelime analizine ait kelime bulutu.....	45
Şekil 4.2 Çevre dostu yapı malzemesi kriterleri ve değinen tez sayısı.....	45
Şekil 4.3 Lisansüstü tezlerin anahtar kelime analizi grafiği.....	46
Şekil 4.4 Tüm tezler içinde kriterlere değinme oranları grafiği.....	46
Şekil 4.5 Yüksek lisans tezleri arasında kriterlere değinme oranları grafiği.....	47
Şekil 4.6 Doktora tezlerinde kriterlere değinme oranları.....	47
Şekil 4.7 Enerji verimliliği kriterinin incelendiği anabilim dalları.....	48
Şekil 4.8 Atık yönetimi kriterinin ele alındığı anabilim dalları.....	49
Şekil 4.9 Gürültü denetimi kriterinin incelendiği anabilim dalları.....	50
Şekil 4.10 Yeni tekniklere ve iş düzenlemelerine uygunluk kriterini ele alan anabilim dalları.....	51
Şekil 4.11 Dayanıklılık kriterinin incelendiği anabilim dalları.....	52
Şekil 4.12 Üretim süreçlerinin iyileştirilebilirliği kriterini inceleyen anabilim dalları....	53
Şekil 4.13 Risk azaltma prosesi kriterini inceleyen anabilim dalları.....	54
Şekil 4.14 Hava, toprak, su kirliliğini önleme kriterini ele alan anabilim dalları.....	55
Şekil 4.15 Doğal kaynakların az ve verimli kullanımı kriterini ele alan anabilim dalları..	57
Şekil 4.16 Ekosistemi koruma kriterini ele alan anabilim dalları.....	58
Şekil 4.17 Ekonomik olma kriterini ele alan anabilim dalları.....	59
Şekil 4.18 Sürdürülebilirlik kriterini inceleyen anabilim dalları.....	59
Şekil 4.19 İş güvenliği ve işçi sağlığı kriterini ele alan anabilim dalları.....	60
Şekil 4.20 Çevre yasalarına uygunluk kriterini ele alan anabilim dalları.....	61
Şekil 4.21 Bakım onarım kolaylığı kriterini inceleyen anabilim dalları.....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Çimento türleri.....	10
Çizelge 2.2. Dünya'da çimento üretimi milyon ton cinsinden	14
Çizelge 2.3 Türk çimento sektörü üretim ve tüketim miktarları.....	16
Çizelge 2.4. Türkiye’de 2020 yılı bölgelere göre çimento üretim kapasitesi	17
Çizelge 2.5. Türkiye’de 2020 yılı bölgelere göre çimento kapasitesi kullanım oranları	18
Çizelge 2.6. Ülkelere göre sertifikasyon sistemleri	21
Çizelge 3.1. Çevre dostu yapı malzemeleri ve yaşam döngüsü aşamaları.....	29
Çizelge 4.1. Tezlerin danışman unvanlarına göre dağılımı.....	31
Çizelge 4.2. Tezlerin tez türüne göre dağılımları.....	32
Çizelge 4.3. Tezlerin hazırlandığı yıllara göre dağılımları	32
Çizelge 4.4. Tezlerin yayınlandıkları üniversitelere göre dağılımları.....	34
Çizelge 4.5. Tezlerin erişilebilirlik durumu	34
Çizelge 4.6. Tezlerin hazırlandıkları enstitüye göre dağılımları.....	34
Çizelge 4.7. Tezlerin yayınlandıkları anabilim dalına göre dağılımları.....	34
Çizelge 4.8. Tezlerin hazırlandıkları bilim dalına göre dağılımları	40
Çizelge 4.9. Tezlerin yayınlandıkları dillere göre dağılımları	42
Çizelge 4.10. Tezlerin sayfa numaralarına göre dağılımı	43
Çizelge 4.11. Tezlerin Türkçe kaynak sayısına göre dağılımları.....	43
Çizelge 4.12. Tezlerin yabancı dilde kaynak sayılarına göre dağılımları	44
Çizelge 4.13. Tezlerin internet kaynak sayılarına göre dağılımları.....	44

1. GİRİŞ

Küresel ısınma ve iklim değışikliği yalnızca ölkemizde değil tüm Dünya ölkelerinin başlıca sorunlarından biri haline gelmiştir. Bu sorunun oluşmasında ve giderek etkisini artırmasında hiç şüphesiz insan ve yapılı çevre gelmektedir.

Dünya ölkeleri başlıca sorun haline gelen küresel ısınma ve iklim değışikliği konularına önem vermeye başlamış, tüm Dünya’da sürdürülebilirlik, çevreye en az etki yayacak malzeme konuları üzerinde çalışmalar arttırılmaktadır.

Günümüzde insanların ihtiyaçlarını karşılamak için yapılan her yapı alt ve üst yapı bileşenleri ile çevreye birçok etki yayarak doğanın işleyişine müdahalede bulunmaktadır.

Türkiye’nin ekonomik olarak kalkınmasında önemli bir yer tutan inşaat sektörü sanayinin gelişmesinin bir sonucu olarak artan talep ile nüfusun artması yapı sayısını doğal olarak arttırmaktadır.

Türkiye’nin aktif fay hatları üzerinde bulunması ile deprem riskinin fazla olması ölkü yöneticilerinin kentsel dönüşüm uygulamalarına ağırlık vermelerine neden olmuştur. Gelecek on yıl içinde bu uygulamaların artması yapı üretimini etkileyecektir.

Bir yapıda kullanılan her yapı malzemesi çevre üzerindeki etkilerini farklı şekillerde göstermektedir.

Yapı malzemeleri sistematik olarak hammaddenin elde edildiği ilk aşamadan başlayarak atık ve geri dönüşüme girdiği evreler dahil olmak üzere çevreye doğrudan ve dolaylı olarak etki altında bırakmaktadır (Gürsel ve Meral, 2012).

İnşaat sektöründe kullanılan her malzeme üretim aşamasından başlayarak yaşam ömrünü tamamlayana kadar birçok olumsuz çevresel etki yaymaktadır. Bu çevresel etkiler malzemenin tüm yaşam ömrü boyunca farklı şekillerde karşımıza çıkmaktadır. Bu etkilerden bazılarını doğal kaynakların tüketimi, enerji israfı, farklı gaz emisyonları, gürültü, atık vs. gibi saymak mümkündür. Tüm bu etkiler çevreye zarar verirken hiç şüphesiz insan sağlığını da tehlikeye atmaktadır (Harris,1999).

İnşaat sektöründe kullanılan başlıca yapı malzemelerinden biri betondur. Yapı ihtiyacının artması ile birlikte beton üretimi her geçen gün artmaktadır. Beton yapı malzemesinin bileşenleri agrega, çimento ve sudur. Bu bileşenler içerisinde çimento en yüksek oranda bulunmamasına rağmen üretiminde çevresel etkisi en yüksek olan beton bileşenidir (Hazır beton sektör raporu, 2021)

Beton Dünya’da avantajları, dayanıklılığı, satın alınabilirliği ve maliyeti açısından insan yapımı malzemeler arasında en çok tercih edilen yapı malzemesi olmaktadır. Doğal kaynakların tükenmesi, sera gazlarının salınımının artması ve çevresel bozuma sürdürülebilir yapıların önemini artırmaktadır (Manjunatha, Preethi, Mounika,ve Niveditha, 2021).

Ülkemizde de sanayileşme ve kentleşmenin bir getirisi olarak üretimi beton ile birlikte artan çimentonun ortaya çıkardığı çevresel etkiler bu bağlamda önem kazanmaya başlamıştır.

Çimento üretimi hammaddenin çıkarılması ve beton elde edilebilmesi için gerekli olan enerji ile çevre kirliliği ve CO2 salınımı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Yapılan araştırmalarda büyük miktarda enerji ve doğal kaynak tüketen çimento yerine farklı çimento bazlı malzemelerin kullanılabilmesi önerilmektedir. Bağlayıcı malzeme olarak farklı endüstriyel atıkların (uçucu kül vs.) değerlendirilmesinin çimentonun çevresel etkisinin azaltılmasında etkili olacağı sonucuna ulaşılmaktadır (Manjunatha, Preethi, Mounika,ve Niveditha, 2021).

Çimentonun bileşiminde yer alan üretimi için yüksek ısıya ihtiyaç olan klinkerin farklı malzemelerle değiştirilmesi atık gibi tehlikeli olmayan maddelerin kullanılması sürdürülebilir çimento üretiminde kullanıldığında hem atık miktarında hem de çevresel etkilerin azaltılmasında büyük rol oynayacaktır. Sürdürülebilir çimento üretiminde farklı endüstriyel atıkların alternatif yakıt olarak kullanımı ile emisyonların azaltılması sağlanırken aynı zamanda çevresel etkiler azaltılmış olacaktır (Bignozzi,2011).

Çimento üretimi yoğun enerji kullanan büyük miktarlarda doğal kaynak tüketimi yapan küçük ve büyük ölçekli birçok çevresel etkisi bulunan, ülkelerin kalkınmasında önemli bir rolü bulunan bir sektördür (Tun, Bonnet ve Gheewala, 2020).

Üretim prosesi karmaşık ve çok aşamalı olan çimentonun ortaya çıkardığı birçok çevresel etkisi vardır. Bunların başında 1 ton portland çimentosu üretiminde ortaya çıkan yaklaşık 1 ton CO₂ gazı gelmektedir. Çimentonun üretiminde fosil yakıtların kullanılıyor olması bu durumun ortaya çıkmasında önemli bir etmendir (Gültekin,2014).

Çimentonun üretim prosesine bakıldığında yüksek ısıya ihtiyaç olduğu ve ülkemizde faaliyet gösteren üreticilerin bu ısı için petrokok ve kömür kullandığı görülmektedir (T.C. Sanayi Bakanlığı,2021)

Çimentonun CO₂ ve diğer zararlı gazların emisyonlarının yanında atık su, gürültü ve katı atık olarak çevresel etkileri de bulunmaktadır. Çimento endüstrisinin doğal kaynakları tüketmesi, yoğun enerji kullanması, atık miktarının fazla olması ve CO₂ emisyonunun fazla olması gibi birçok olumsuz çevresel etkisinin incelenerek bu etkilerin azaltılması yönünde çalışmaların artırılması gerekmektedir (Çankaya ve Pekey, 2019).

Çimento üretimi yıllar içinde üretimi artan gelişen bir sektör haline gelmiştir. Cemberau'dan alınan verilere bakıldığında çimento üretiminin 2030 yılında 2,8 milyar tona ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Türkiye'de çimento sektörü ülkemiz için önemli getirisi olan sektörlerden biridir ve istihdam alanı geniştir (Hazır beton sektör raporu, 2021)

Ekosistem insan ihtiyacını karşılamaya yönelik üretimden kaynaklanan büyüme ile tahrip olmakta ve her geçen gün çevre kirliliği artmaktadır. Çevre kirliliğinin önlenmesinde ve bu kirliliğin oluşmadan kaynaklarının belirlenmesi için yapı malzemelerinin çevre dostu özelliğinin olması Dünya'da önemini artırmaktadır (Hacıyusufoğlu, 2010).

Her yeni üretilen yapıda yapı malzemelerinin çevreye olan etkisinin sadece kullanım da değil, tüm yaşam evrelerinde ele alınması gerekmektedir.

Bir yapı malzemesinin çevre dostu olma özelliği çevre etkilerinin sistematik ve detaylı bir şekilde incelenmesi ile mümkün olacaktır.

Yapı malzemelerinin tüm yaşam evrelerindeki çevresel etkileri belirlenip, bunların önlenmesi ya da bertarafı için kullanılabilecek olan yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi detaylı ve sistematik inceleme sunması ile dikkat çekmektedir (Gürsel ve Meral, 2012).

Yaşam döngüsü değerlendirmesi, her alanda uygulanabilmektedir. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) bir etkinlikte, üründe veya üretimin tüm yaşam döngüsü evrelerinde her evrenin çevreye olan etkisinin incelenip, değerlendirildiği bir araç olarak ön plana çıkmaktadır (Dilaver, 2005).

Çevre dostu üretim kavramını UNEP şu şekilde tanımlamıştır; “...verimliliği artıracak, hava, su ve toprağın kirlenmesini önleyecek, atıkları kaynağında yok edecek ve insan ve çevre üzerindeki riskleri en aza indirecek proses ve ürünlerin sürekli ve entegre şekilde uygulanmasıdır”.

Yaşam döngüsü değerlendirilmesi yapılarak çevresel etkilerinin belirlenmesi ve belirlenen etkilere karşı iyileştirmelerin, geliştirmelerin yapılması Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi yapılan ürün, etkinlik ya da prosesin çevre dostu olmasında büyük rol oynayacaktır.

Bir yapı malzemesinin çevre dostu olmasını etkileyen faktörler o yapı malzemesinin yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkardığı çevresel etkilerle ilgilidir.

Çimento yapı malzemesi betonun bileşenlerinden biri olmasıyla hammaddenin çıkarılıp, üretimin yapılması, yerinde uygulanması, bakım onarımı, yıkım ve sonrası ile tüm yaşam evrelerinde çıkan her türlü çevresel etkinin belirlenerek önlem alınması hiç şüphesiz çimentonun çevre dostu olmasını ve dolayısıyla betonun çevre dostu olmasını da etkileyecektir.

Ülkemizde sektörler arasında inşaat sektörünün büyük payının olması inşaat sektöründe kullanılan her malzemenin çevre dostu olmasını gerekli kılmaktadır.

Türkiye’de çimento üzerine çok sayıda lisansüstü tez yazılmıştır. Bu çalışmada YÖK Tez Merkezinde çimento anahtar kelimesi ile tarama yapılmış ve çimentoyu yapı malzemesi olarak ele alan tezler irdelenmiştir. Tez özetleri literatür taraması ile belirlenen çevre

dostu yapı malzemesi kriterlerine göre değerlendirilerek ülkemizde çimento üzerine yapılan çalışmalar analiz edilmiş, çevre dostu yapı malzemesi kriterleri aranmıştır.

Çimentonun çevre dostu yapı malzemesi olma durumunun değerlendirilmesi amaçlanan bu tezde öncelikle, çimentoyu yapı malzemesi olarak ele alan akademik çalışmalar incelenmiştir. Ancak literatürde çimento yapı malzemesinin çevre dostu özelliklerini bütüncül olarak ele alan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda bu tez çalışmasının yapı sektörü içinde yer alan tüm aktörlere çimentonun çevre dostu yapı malzemesi olarak değerlendirilebilmesi için göz önünde bulundurulması gereken kriterlerin ortaya konması amaçlanmış, yapılan çalışmalara bütüncül bir bakış açısıyla yaklaşarak bilimsel literatüre katkı sunulması hedeflenmiştir.

Bu tez çalışması 5 bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonra, çalışmanın 2. Bölümünde konu ile ilgili açıklayıcı olacak kavramlar verilmiştir, 3. Bölümde materyal ve yöntem aktarılmış, 4. Bölümde çalışmanın bulguları 2 kısımda olacak şekilde verilmiştir. 5. ve son bölümde çalışmanın sonuçları verilerek, çalışma sonucuna göre önerilerde bulunularak çalışma tamamlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümünde kuramsal temeller ve yapılan kaynak araştırmalarından bahsedilmektedir. Çimento hakkında genel bilgiler verilerek, yaşam döngüsü değerlendirme yönteminin anlatılmasının ardından çevre dostu yapı malzemesi anlatılacaktır.

2.1. Çimento

Günümüzde yapı malzemeleri içerisinde en önemlileri arasında gösterilen çimento 19. yüzyılda teknoloji ve sanayinin hızlı gelişimi ile kalite ve üretim yönünden büyük ivme kazanmıştır (Şimşek,2019).

Latince yontulmuş taş kırıntısı anlamına gelen “caementum” sözcüğünden türetilmiş olan çimento daha sonraları bağlayıcı anlamında kullanılmaya başlanmıştır (“Çimento Üretiminin Tarihçesi”, t.y.).

TS EN 197-1: 2012 standardına göre çimentonun tanımı şu şekildedir: “Çimento, su ile karıştırıldığında hidrasyon reaksiyonları ve prosesler nedeniyle priz alan ve sertleşen bir hamur (pasta) oluşturan ve sertleşme sonrası suyun altında bile dayanımını ve kararlılığını koruyan, ince öğütülmüş inorganik hidrolik bir bağlayıcıdır.”

Osman Şimşek’e göre çimento şu şekilde tanımlanmaktadır: “Kil ve kalkerin belirli oranlarda birbiriyle karıştırılarak 1300-1500 °C arasında pişirilmesi sonucu klinker elde edilir. Klinker minör (alçı, FeO₂) ilave edilerek çimento değirmenlerinde öğütülmesi sonucunda elde edilen toz halinde, su ile sertleşen bağlayıcı temel yapı malzemesidir.” Çimentonun hidrolik bağlayıcı malzemesi olmasından kaynaklı su ile karıştırıldığında hamur haline gelir ve bekletildiğinde sertleşir ve taş haline dönüşür (Şimşek, 2019).

2.1.1. Çimentonun tarihçesi ve gelişimi

Betonarme yapıların tarihinin 1852 yıllarına rastlaması bağlayıcı yapı malzemelerinin tarihçesini de bu yıllara rast getirmektedir. Kireç bağlayıcı malzemesi ilk kullanılan bağlayıcı malzemedir. Kireç yapı malzemesinin kullanıldığına dair bulgulara Kıbrıs, Girit, eski Mısır ve Mezopotamya gibi yerlerde rastlanılmıştır (“Çimento Üretiminin Tarihçesi”, t.y.).

Romalıların sönmüş kirece pişirilmiş tuğla tozu ve volkanik kül gibi malzemelerle çimento benzeri bir bağlayıcı madde kullandıkları bilinmektedir (“Çimento Üretiminin Tarihçesi”, t.y.).

Anadolu’da birçok antik kentte kirecin farklı malzemelerle karışımdan bağlayıcı malzeme elde ettikleri bulgularına yapılan kazılarda ulaşılmıştır. Bu antik kentler Çorum, Malatya ve Tokat illerimize yer almaktadır. Anadolu’da Romalılar ve Yunanlılardan önce çimento kullanıldığı düşünülmektedir. Bu düşünceyi Teos- İzmir, Efes- İzmir, Afrodisias- Aydın, Kinidas- Muğla antik kentlerinde çimentoya dair izlere rastlanması desteklemektedir.

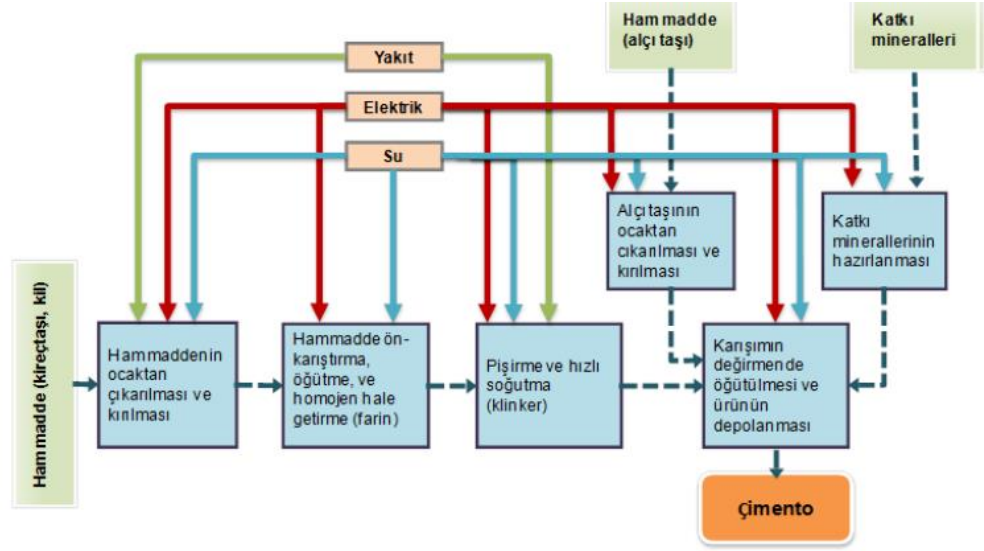
Çimentonun üretim ve satış tarihine bakıldığında Dünya’da 1878 yılları dikkat çekerken Türkiye’nin çimento sektörü ile tanışması Osmanlı İmparatorluğu’nun çöküş dönemine denk gelmesinden dolayı 1912 yıllarına tekabül etmektedir.

İlk Çimento fabrikasının Dünya’da İngiltere’de 1848 yılında kurulduğu bilinmektedir. Çimentoya dair ilk standartlar Almanya’da 1860 yılında oluşturulmuştur. Türkiye’nin Özel sektör girişimi ile tanıştığı çimento sektörü 1912 yılında kurulan fabrikanın üretime geçmesi ile olmuştur (“Çimento Üretiminin Tarihçesi”, t.y.).

2.1.2. Çimento üretim aşamaları

Çimentonun üretim aşamaları ayrıntılı olup (Şekil 2.1.) genel hatları ile üretime bakıldığında şu şekilde sıralanabilmektedir (Ünalın, 2021).

- Hammaddenin elde edilmesi
- Farin öğütme
- Pişirme
- Çimento üretimi
- Paketleme



Şekil 2.1. Çimento üretim şeması (Çankaya,2018)

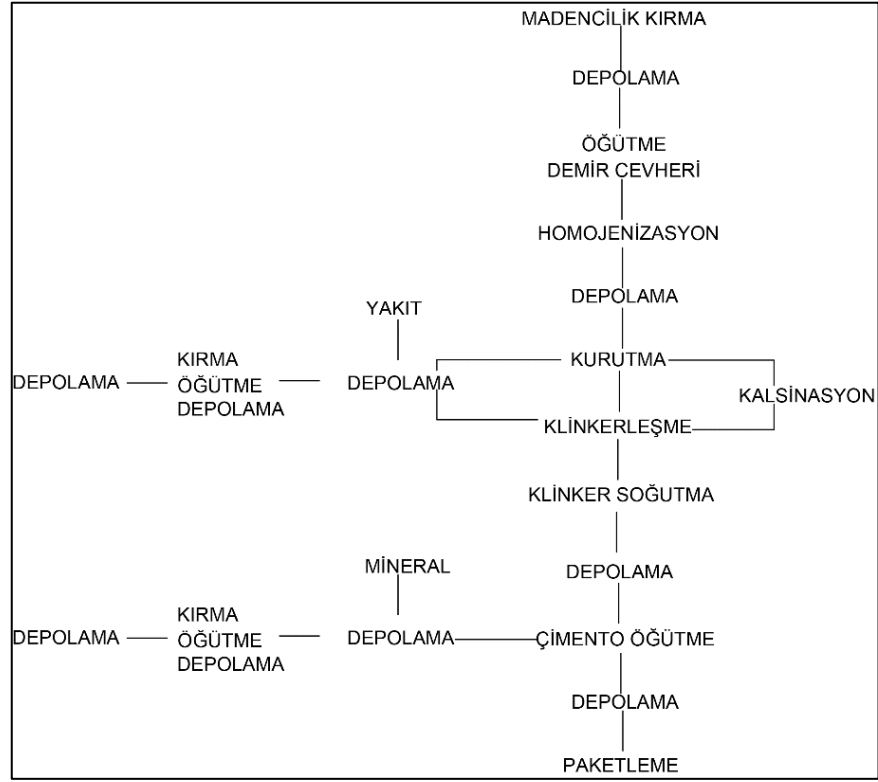
Ham madde elde edilmesi: Çimentonun asıl bileşenlerini kalker ve kil oluşturmaktadır. Klinker çimento ara malzemesidir ve bileşiminde demir cevheri, boksit, kum vb. yardımcı malzemeler ilaveten eklenir. Bu yardımcı malzemeler doğal ortamda bulunduğu yerlerden ocak işletmesi yöntemiyle elde edilerek, fabrika sahasına taşınır ve bir dizi işlem ile istenilen boyutlara getirilmektedir (Yeğinobalı ve Ertün, 2009).

Farin öğütme: Öğütülerek ince toz haline getirilen kil, demir cevheri kalker gibi malzemeler bu adımda farin adını alırlar. İyi bir farin klinkerin homojenize edilerek silolarda saklanması ile elde edilir.

Pişirme: Silolardan alınan farin fırınlarda yavaş yavaş 1400-1500 C° 'ye kadar ısıtılır. Sıcaklık etkisiyle tepkimeye giren kil ve kalker çıkışa doğru yaklaştıkça sıvılaşmaya başlar. Bu aşamada ince tanelerin bir araya gelmesiyle klinker elde edilir. Fırın çıkışında yapılan ani soğutma ile taşlaşmış klinker elde edilmiş olur (Yeğinobalı, 2004).

Çimento üretimi: İstenilen çimento türüne bağlı olarak alçı taşı, puzolan, kalker uçucu kül vb. gibi katkıları katılarak daha sonrasında elde edilen bu karışımın öğütülmesi ile istenilen çimento elde edilmiş olur. Öğütülmüş ince toz halindeki çimento silolarda muhafaza edilir ("Çimento üretim aşamaları", 2021).

Paketleme: Silolarda depolanan çimento dökme ya da torbalı olarak talebe göre hazırlanmaktadır ("Çimento üretim aşamaları", 2021).



Şekil 2.2. Çimento üretimi akış diyagramı (T.C. Sanayi Bakanlığı, 2021)

Çimentonun üretim prosesine bakıldığında tüm aşamalarında yoğun bir enerji, hammadde, yakıt vb. gibi kullanımların yoğun olduğu görülmektedir. Çimento üretim prosesinin her aşamasında çevresel etkileri yoğun bir şekilde görülmektedir. Bu çevresel etkileri azaltmaya ve önlemeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

2.1.3. Çimento türleri ve kullanım alanları

Türk standartlarından olan TS EN 197-1 standardına göre 27 farklı çimento bulunmaktadır. Bu çimentolar genel olarak CEM I, CEM II, CEM III, CEM V VE CEM VI olmak üzere 5 ana grupta toplanmaktadır. Bu çimento türlerine ek olarak özel çimentolar arasında yer alan sülfata dayanıklı, kalsiyum alüminatlı ve düşük ısıli çimentolar da bulunmaktadır (Çankaya ve Pekey, 2019). Çizelge 2.1’de verildiği üzere beş ana grupta toplanan çimentoların açılımları verilmektedir.

Çizelge 2.1 Çimento türleri (“Çimento nerelerde kullanılır?”, t.y.).

Çimento Türü	Açıklama
CEM I	Portland çimento
CEM II	Portland kompoze çimento
CEM III	Yüksek fırın cürüflü çimento
CEM IV	Puzolanik çimento
CEM V	Kompoze çimento

Portland Çimentoları (CEM I): Çimentolar içinde en yaygın olarak bilinen çimento türüdür. Diğer çimento türlerine göre üretim maliyeti yüksek olduğundan özel üretim yapılmaktadır. Portland çimentosunun ana bileşeni %95 oranında klinkerdir.

CEM I tipi çimentonun kullanım alanları:

- Çok katlı yapılar
- Köprüler
- Beton yollar
- Su depoları
- Betonarme borular
- Demiryolu traversleri
- Beton briket
- Yapı kimyasalları
- Tünel kalıp uygulamaları.

Portland Kompoze Çimentolar (CEM II): Mineral katkı miktarının CEM I çimentosuna göre daha fazla olduğu çimento türüdür.

CEM II tipi çimentonun kullanım alanları:

- Yüksek yapılar
- Yer betonları
- Çeşitli prefabrik betonarme yapılar
- Duvar ve sıva işleri
- Beton ya da betonarme kanalizasyon boruları

Yüksek fırın cürüflü çimentolar (CEM III): Bu çimento türünde katkı miktarı %36 ile %95 arasında değişiklik göstermektedir. Daha çok deniz suyu gibi zararlı sulara maruz kalacak yerlerde tercih edilmektedir.

CEM III tipi çimentonun kullanım alanları:

- Kıyı ve liman inşaatları
- Su tesisleri
- Baraj inşaatları
- Açık deniz yapıları
- Temel kazıkları
- Tüneller ve tünel kaplamaları
- Arıtma tesisleri
- Sülfat etkisinde endüstriyel zeminler

Puzolonik çimentolar (CEM IV): Bu çimento da kalker ve cüruf kullanılmaz. Genel amaç için kullanılan bir çimento türüdür. Katkı maddesi oranı %11 ile %55 arasında değişiklik göstermektedir.

CEM IV tipi çimentonun kullanım alanları:

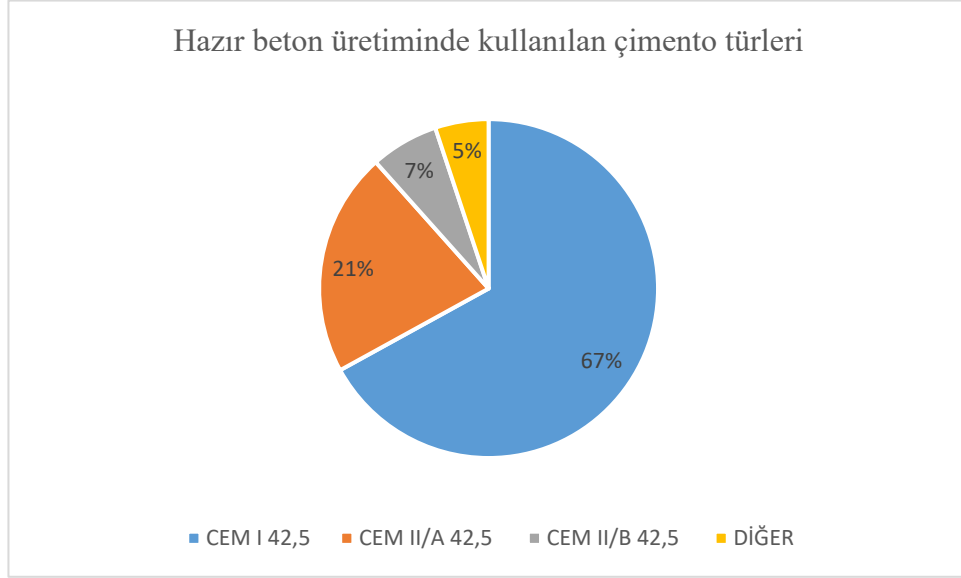
- Baraj inşaatları
- Sıva ve duvar harcı
- Su kanaletleri
- Yol kaplama betonları
- Yapı kimyasalları
- Arıtma tesisleri
- Kütle beton

Kompoze çimentolar (CEM V): Bu çimento türü cüruf, uçucu kül ve puzolan içermektedir.

CEM V tipi çimentonun kullanım alanları:

- Sıva ve duvar harcı
- Su kanaletleri
- Yol kaplama betonları
- Yapı kimyasalları

Betonun ana bileşenlerinden olan çimentonun üretimde ne kadar kullanıldığıнын yanında çimento cinside önemlidir. Şekil 2.3 de verildiği üzere Türkiye’de hazır beton üreticilerinin tercih ettiği çimento tipleri görülmektedir. %67 CEM I, %21,4 CEM II/A, %6,5 oranında CEM II/B ve %5,1 oranında diğer çimento türleri kullanılmaktadır.



Şekil 2.3 Hazır beton üretiminde kullanılan çimento türleri (Hazır beton sektör raporu, 2021)

2.1.4. Çimento üretiminin çevresel etkileri

Çimentonun Dünya çapında yaygın olarak kullanılan betonun önemli bir bileşeni olması ve betona talebin giderek artması çimentonun çevresel etkilerinin incelenmesini gerekli kılmaktadır. Yapılan çalışmalar ile çimentonun çevresel etkileri ortaya konulmaktadır.

Dünya’da gelişmekte olan ve ekonomik kalkınmaya önem veren ülkelerde çimentoya olan ilginin artması beklenmektedir (Tun, Bonnet ve Gheewala, 2020).

Doğal kaynak tüketen ve enerji yoğun bir endüstri olması, çimento üretiminde ortaya çıkan CO₂ miktarının incelenmesini gerekli kılmaktadır. Çimento üretimi Dünya’da CO₂ salınımlarında önde gelen bir endüstri olarak karşımıza çıkmaktadır (Tun, Bonnet ve Gheewala, 2020).

Çimentonun içeriğinde bulunan klinkerin elde edilmesinde yüksek ısı gereklidir. Bu ısı kömür gibi yakıtlar ile sağladığından zararlı gazların emisyonunu artırmaktadır.

Alternatif yakıt kullanımının yaygınlaştırılması, ileri teknolojinin kullanılması, üretim süreçlerinin iyileştirilmesi ile zararlı gaz emisyonları azaltılabilecektir (Tun, Bonnet ve Gheewala, 2020).

Çimento üretiminin yaşam döngüsüne bakıldığında enerji ve doğal kaynak tüketiminin yanında hammaddenin elde edilmesinden başlanarak atık su, gürültü, katı atık, gibi çevresel etkileri de bulunmaktadır. Hammaddenin çıkarımında doğal kaynakların bilinçsizce tüketimi, maden ocaklarının üretim sahasına uzaklığından kaynaklı taşımacılık faaliyetleri, çevresel etkileri artırmaktadır (Çankaya ve Pekey, 2019).

Çimento üretiminde çevresel etkiyi azaltmak için çimentonun verimliliği üzerine çalışmalar yapılarak ve klinker yerine farklı malzemeler kullanılarak dayanımı değişmeyen ancak CO₂ yoğunluğu az olan çimento üretimi yapılabilmektedir (Juarez, ve Finnegan, 2021).

Çimento üretiminde mevcut teknolojilerin geliştirilmesi ile birlikte atık malzemelerin hem hammadde olarak kullanımı hem de alternatif yakıt olarak kullanımı elektrik tüketimi azaltırken, zararlı emisyonları da azalttığı görülmektedir (Galvez-Martos, ve Schoenberger, 2014).

Çimentonun maliyetinin azaltılması için yapılacak çalışmalar beton üretim maliyetini de azaltacağından önem arz etmektedir. Bunun için çimento üretiminde verimli ve uygulanabilir teknolojiler geliştirilerek kullanılmaktadır (Gültekin,2014).

Çimentonun çevresel etkilerinin daha sistematik bir şekilde ortaya konulabilmesi ve çevre dostu yapı malzemesi özelliği kazanması için yaşam döngüsü evrelerinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Hammaddenin elde edileceği madencilik faaliyetleri sırasında doğal yapıya zarar verilmesi, bitki örtüsüne yapılan müdahale ile erozyona neden olması, kullanılan ekipmanlardan kaynaklı gürültü ve CO₂ gazının oluşması ile çalışma esnasında iş ve işçi sağlığı güvenliğinin alınmaması, yer altı ve yer üst sularının kirlenmesi göz önünde bulundurulacak çevresel etkiler arasında yer almaktadır. Çimentonun üretim akışında toz, atık su, gürültü ve titreşim, katı atıklar çevresel etkinin boyutunu artırmaktadır.

2.1.5. Dünya’da çimento sektörü

Dünya’da çimento sektörüne bakıldığında Çin’in Dünya pazarında bu sektörde lider konumda olduğu görülmektedir (Çizelge 2.2.). Çin’de yapılan çimento üretimine bakıldığında en çok üretimi 2016 yılında 2,4 Milyar ton olarak yaptığı görülmektedir. Çin yaptığı üretimi yerli tüketimde kullanmayı tercih etmektedir. Çin’den sonra gelen Hindistan’da duruma bakıldığında en çok üretimi 2019 ve 2020 yıllarında 340 Milyon ton olarak yaptığı görülmektedir. Türkiye bu üretim sıralaması içerisinde 6’ncı Sırada yer almaktadır ve 2020 yılında 71,4 milyon ton üretim yapmıştır (“Statista”, 2021).

Çizelge 2.2. Dünya'da çimento üretimi milyon ton cinsinden ("Statista", 2021)

ÜLKELER/ÜLKELER TOPLAMI	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Çin	2350	2410	2320	2370	2300	2200
Hindistan	270	290	290	290	340	340
Vietnam	61	70	78,8	80	97	96
ABD	83,4	85,9	86,6	88,5	89	90
Endonezya	65	63	65	67	70	73
Türkiye	77	77	80,6	84	56,6	71,4
İran	65	53	54	53	60	60
Brezilya	72	60	53	52	55	57
Rusya	69	56	54,7	55	57	56
Japonya	55	56	55,2	55,5	54	53
Mısır	55	55	53	55	76	50
Güney Kore	63	55	56,5	56	55	50
Diğer	898	955	1.265	794	790	909

2.1.6. Türkiye’de çimento sektörü ve sorunları

Çimento sektörü Türkiye’nin ihracatında önemli bir paya sahiptir. Ülkemizde yapı malzemeleri arasında en yüksek orana sahip ihracat kalemlerinin başında çimento gelmektedir. Ülkemizde dünya pazarında çimento sektörü 2’nci sırada yer almaktadır. Türkiye’nin bu alandaki payı %8,02’dir. Türkiye çimento tüketiminde Dünya’nın ilk on ülkesinden biri olmuştur. İthalatta payı az olan çimentonun yüz elli beş ülkeye satışı yapılmaktadır. Ülkemiz Dünya’nın çimento ihracatında Dünya’da 5’inci sırada yer almasıyla bu alanda önemli bir ülke olduğu görülmektedir (T.C. Sanayi Bakanlığı, 2020).

Türkiye’de 2021 yılında 2020 yılına göre çimento üretiminde %11,7’lik artış yaşanmıştır. Dünya’da ve ülkemizdeki inşaat sektöründeki gelişmeler bu ürüne olan talebi artırmıştır (“Çimento ve Klinker”, 2021).

Türkiye Çimento Sanayici Birliğinden alınan verilere göre Türkiye’de elli beş entegre tesis ve yirmi iki öğütme tesisi bulunmaktadır (Şekil 2.4.). Üretim tesisleri her bölgede yer almaktadır. Çimento sektöründe büyük rekabet olmakla birlikte kapasite, üretim vs. bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir.



Şekil 2.4. Türkiye’de faaliyet gösteren çimento fabrikaları (“Üye Fabrikalar”, t.y.)

Türkiye çimento sektörü hammaddesinin tamamını dışa bağımlı olmadan kendi öz kaynaklarından sağlamaktadır. Bu şekilde üretim yaparak tüm ülke ihtiyacını karşılayabilmektedir (T.C. Sanayi Bakanlığı, 2020).

Çizelge 2.3. de Türk çimento sektörünün 1980 yılından itibaren üretim ve tüketim miktarları verilmektedir.

Çizelge 2.3 Türk çimento sektörü üretim ve tüketim miktarları (T.C. Sanayi Bakanlığı, 2021)

Yıllar	Üretim (milyon ton)	Tüketim (milyon ton)
1980	12,98	12,08
1990	24,42	22,65
2000	35,95	31,51
2001	29,96	25,08
2002	32,76	26,81
2003	35,10	28,11
2004	38,8	30,67
2005	42,79	35,08
2006	47,4	41,61
2007	49,26	42,46
2008	51,43	40,57
2009	53,97	39,96
2010	62,74	47,72
2011	63,4	52,25
2012	63,88	53,93
2013	71,34	60,94
2014	71,24	63,18
2015	71,42	63,7
2016	75,4	66,8
2017	80,55	72,23
2018	72,54	64,36
2019	56,97	45,41
2020	72,3	59,2

Dünya’da yaşanan Covid-19 pandemisi nedeniyle çimento sektöründe her sektörde olduğu gibi bir duraklama dönemi yaşamıştır. Ancak bu daralmalardan sonra Türk çimento sektörü 2020 yılında %23 büyüme göstermiştir.

Türkiye’de 2020 yılı bölgelere göre çimento üretim kapasitesine bakıldığında Akdeniz bölgesinin çimento kapasitesinin 34.348.493 ton ile en çok kapasiteye sahip bölge olduğu görülmektedir. Toplam çimento üretim kapasitesi ise 145.401.478 ton olmuştur (Çizelge 2.4.).

Çizelge 2.4. Türkiye’de 2020 yılı bölgelere göre çimento üretim kapasitesi (“İstatistikler”, 2021)

TON	Klinker Kapasitesi	Çimento Kapasitesi
Marmara	22.231.130	31.337.652
Ege	9.267.060	14.482.021
Akdeniz	24.327.600	34.348.493
Karadeniz	8.855.550	17.574.651
İç Anadolu	14.704.470	22.383.936
Doğu Anadolu	7.378.800	13.279.613
Güneydoğu Anadolu	7.347.450	11.995.112
Toplam	94.112.060	145.401.478

Çizelge 2.5. de görüldüğü üzere Bölgeler içerisinde kapasitesini en çok kullanan bölgemiz %58,88 ile Marmara Bölgesi ilk sırada yer almaktadır. Akdeniz Bölgesi çimento kapasitesi en yüksek olmasına rağmen kapasiteyi kullanım oranı içinde en yüksek orana sahip değildir.

Çizelge 2.5. Türkiye’de 2020 yılı bölgelere göre çimento kapasitesi kullanım oranları (“İstatistikler”, 2021)

%	Klinker	Çimento
Marmara	92,35	58,88
Ege	81,14	45,33
Akdeniz	79,73	57,77
Karadeniz	93,51	50,64
İç Anadolu	73,16	54,30
Doğu Anadolu	74,86	48,95
Güneydoğu Anadolu	81,40	44,49
Toplam	82,35	53,35

Türkiye çimento sektörünün en büyük sorunu, çevresel kirliliği en aza indirerek sürdürülebilir üretimi devam ettirmektir. Ülkemizde özellikle konut, yol ve daha büyük ölçekli projelerin hem alt yapısında hem üst yapısında çimentoya olan talep büyük büyüktür. Bu talebin artmasında hiç şüphesiz ülkemizde başlayan kentsel dönüşüm projelerinin etkisi büyük olmuştur (T.C. Sanayi Bakanlığı, 2020).

Yurt içinde çimento üretimi yapan fabrikalarda en büyük sorun ise maliyeti yüksek olan enerji girdisi oluşturur. Enerji ihtiyacı için petrol ve türevleri kullanılmakta ve bunların kullanımı CO2 salınımına neden olmaktadır. Bunun sonucunda çevresel kirlilik artmaktadır. Bu noktada enerji girdisinin yerine geçecek alternatif yakıt çalışmaları devam etmektedir. (T.C. Sanayi Bakanlığı, 2020).

Ülkemizde çimento üretimi yapan fabrikalar üretimleri yasal çerçevelerde yapmakla yükümlüdürler. Sera gazı salınımı azaltacak çalışmalar yaparken aynı zamanda, enerjiyi verimli kullanmak durumundadırlar. Doğal kaynakların yoğun tüketiminden dolayı klinker oranı düşük çimento üretimi yapmak, üretimde yenilikçi teknolojiler geliştirmek üzerine ve birçok sorun üzerine çalışmalar yürütülmektedir (“İklim değişikliği”, t.y.).

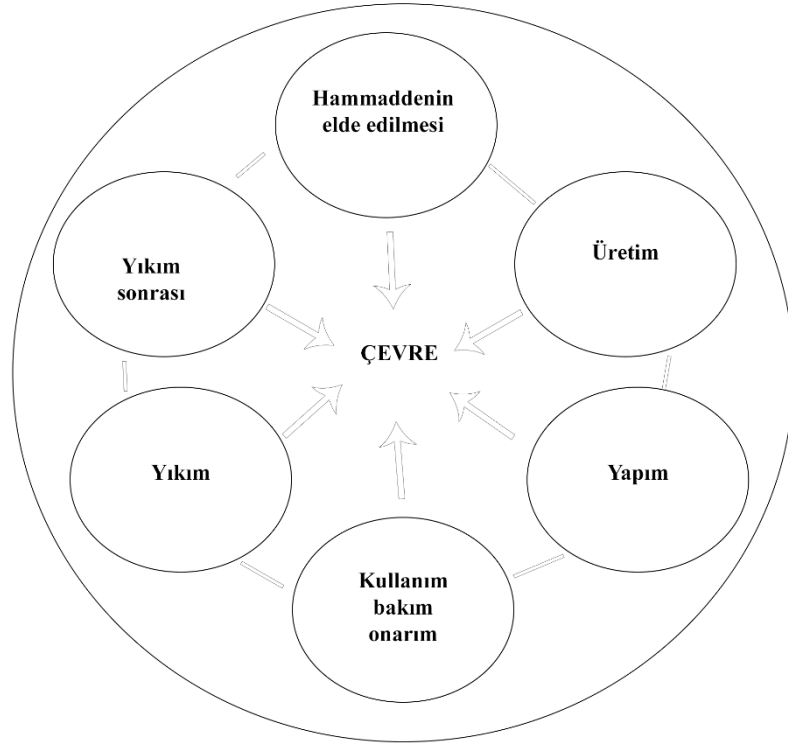
Avrupa yeşil mutabakatı kapsamında CO2 gazı azaltımı için çalışmalar yürütülmektedir. Sektörün önem verdiği konuların başında gelen enerji verimliliği atık ısı kazanımı çalışmaları ile desteklenmektedir (T.C. Sanayi Bakanlığı, 2021).

2.2. Çevre Dostu Yapı Malzemesi

Sanayi faaliyetlerinin artması ve hızlı kentleşme nedeniyle içinde bulunduğumuz çevreye birçok olumsuz etkisini de beraberinde getirmektedir. Çevre kirliliğinin artması insanların sağlığının bozulmasına yol açarak, insanların önlem almaya mecbur bırakmaktadır. Aynı zamanda alınan önlemlerin daha doğmadan bertaraf edilmesi gerekliliği düşüncesi giderek kabul görmektedir. Buradan hareketle insanların sağlıklı bir çevrede sağlıklı bir yaşam sürebilmeleri için yapılarda kullanılan her türlü yapı malzemesinin çevresel etkileri bilinmeli ve önlemler buna göre alınmalıdır (Gültekin, 2006).

Yaşam döngüsü değerlendirmesinin en basit tanımı, ürünlerin tüm yaşam döngüsünde ortaya çıkacak çevresel etkilerin belirlenmesi üzerine yapılan değerlendirmedir denilebilmektedir. Yaşam döngüsü evrelerine baktığımızda beşikten mezara bir yaklaşımın olduğu görülmektedir (Gültekin, 2006).

Yaşam Döngüsü Değerlendirme yaklaşımı hammaddenin çıkarılması ile başlar, sırasıyla üretim, yapım, kullanım, bakım onarım, yıkım ve yıkım sonrası evreleri ile devam eder (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Bir yapı malzemesinin YD evrelerinin birbiri ve çevre ile olan etkileşimi (Taygun, 2005)

Çevresel etkilere bütünsel bir bakış açısı kazandıran Yaşam Döngüsü Değerlendirme yöntemi çevresel etkileri tespit ederken, kaynak tüketiminin azaltılması, emisyonların azaltılması, sosyal etkilerin tespiti ve iyileştirilmesi, çevresel etkiler ile ekonomik etkilerin belirlenmesi ve değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır (Hazır Beton Birliği, 2021).

Günümüzde yaşam döngüsü değerlendirmesi yapabilmek için kullanılan birçok sertifika sistemi bulunmaktadır. Her ülkede yaygın olan sertifika sistemlerinden LEED, BREEAM VE CASBEE en çok tercih edilen sertifika sistemlerindedir. İlk bina sertifika sistemlerinden olan BRE Bina Araştırma Kurumu tarafından ortaya atılmıştır. BREEAM sistemi İngiltere 'de, LEED ise Amerikan Yeşil bina Konseyi tarafından ortaya çıkarılmıştır. Aşağıdaki çizelgede (Çizelge 2.6.) ülkelere göre sertifika sistemleri görülmektedir (Portalatin ve Koepke, 2010).

İnsan hareketlerinin ve insan nüfusunun her geçen gün artması insanların barınma, çalışma gibi temel ihtiyaçları için yapı gereksinimlerinin artmasına neden olmaktadır.

Çizelge 2.6. Ülkelere göre sertifikasyon sistemleri (Portalatin ve Koepke, 2010).

Sertifika Sistemi	Ülke
BREEAM	İngiltere
LEED	ABD
DGNB	Almanya
CASBEE	Japonya
GREEN STAR	Avustralya
VERDE	İspanya
LEED Brasil	Brezilya
HQE	Fransa
ESTİDAMA	Birleşik Arap Emirlikleri
BREEAM Netharlands	Hollanda
GREEN Star SA	Güney Afrika
LEED Mexico	Meksika
Teri GRİHA	Hindistan
LEED Canada	Kanada
Minergie	İsviçre

İnsan nüfusunun hızlı artışı her alanda yapı üretiminin hız kazanmasına neden olarak yapıda kullanılacak yapı malzemelerinin ve her türlü yapı ürününün üretiminin artmasına neden olmaktadır. Her yeni üretilen yapı malzemesinin niteliği ve ortaya çıkardığı her türlü etki önem kazanmaya başlamış ve araştırmacılar tarafından incelenmesi gereken konular arasında önemi giderek artmıştır.

Yapı malzemesinin çevreye ve insana verdiği etkiler sadece kullanım aşaması ile ya da üretim aşaması sınırlı kalmamaktadır. Yapı malzemesinin hammaddesinin çıkarıldığı aşamadan başlayarak kullanımından sonra son aşama olan geri dönüşüm aşamasına kadar bütün süreçlerindeki etkilerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Bir malzemenin çevre dostu sayılabilmesi için tüm bu yaşam aşamalarındaki çevreye verdiği etkilerin tespit edilerek en aza indirgenmesi gerekmektedir. Doğal kaynakların önemli bir bölümünü kullanan çevre kirliliğine sebep olan yapı sektörü hammaddenin çıkarılmasından yapım yıkım kullanım aşamalarında önemli çevresel etkiler oluşturmakta ve çevre kirliliğine neden olmaktadır (Dikmen, 2011).

Tasarlanan ve inşa edilen her yapı dolayısıyla yapı ürünü Dünyanın sonlu kaynaklarının çoğunu kullanmakta yaşam döngüsü süreçleri boyunca çevreye doğrudan ve dolaylı etkileri olmaktadır (Spiegel ve Meadows, 2012; Taygun, 2005).

Sürdürülebilir bir yapı tasarımı için seçilen malzemenin niteliği ve özellikleri büyük önem arz etmektedir. Malzeme seçimi yapılırken çevresel etkisi en az olan yapı malzemesi seçilecek ve seçilen malzemenin aynı zamanda ekonomik açıdan da uygun olması gerekmektedir (Takano, Hughes ve Winter, 2014).

İnşaat sektörü sosyal, ekonomik ve çevresel göstergelerin bir araya geldiği multidisipliner bir sektördür. Tüm bu göstergelerde sürdürülebilirliğin sağlanması için yaşam döngüsü değerlendirme yönteminin kullanılması gerekmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çevreyi koruyarak sürdürülebilir bir çevre oluşturmak için yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi kullanılması uygun olacaktır. Yaşanabilir çevre dostu ürünler üretilirken sürdürülebilir inşaat devam ettirilerek rekabet gücü de artacaktır. YDD yönteminin kullanılması ile çevresel etkiler önlenerek insanların sağlıklı bir çevrede yaşaması mümkün kılınacaktır (Ortiz, Castells ve Sonneman,2009).

YDD yöntemi yapı malzemesinin çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan değerlendirilmesinde detaylı ve şeffaf bir değerlendirme sunmaktadır. Bu yöntem ile çevresel etkiler azalırken, ekonomik ve sosyal değerlendirmenin yapılması malzemeye bütüncül bir bakış açısı ile yaklaşılmasını sağlamaktadır (Park, Yoon ve Kim, 2017).

Yapı ürünlerinin tüm bu yapım, kullanım, yıkım, geri dönüşüm şeklinde sıralanan ve yapı ürününün tüm yaşamını kapsayan yaşam döngüsü süreçlerinde çevreye en az etkisi olan Dünyadaki kaynakları çevreye saygılı ve olabilecek en az olumsuz etki ile kullanabilen ürünler çevre dostu ürün tanımlanmıştır (Lyunberg, 2007; Spiegel ve Meadows,2012).

Çevre dostu yapı malzemesi tüm yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilir olduğunda mümkün olan en az çevresel etkiyi oluşturacaktır. Sürdürülebilir bir yapı olmasının temelinde yapının ve yapının alt bileşeni yapı malzemesinin yaşam döngüleri boyunca değerlendirilmesi enerji, su gibi doğal kaynakların daha az ve yeniden kullanılarak kaynakların korunması ve insan ile yapı arasındaki ilişkilere yönelik çözümler üreten yapı sürdürülebilir yapı aynı zamanda çevre dostu olacaktır (Çelebi ve Gültekin, 2008).

Çevre dostu yapı malzemesi kullanılarak inşaat sektöründe uygulamalar teşvik edilecek ve sürdürülebilirlik sağlanabilecektir (Khoshnava, Rostami, Valipour, İsmail ve Rahmat, 2018).

Çevre dostu sürdürülebilir yapı malzemesi kullanılarak çevresel, ekonomik ve bina performansları olumlu yönde etkilenmektedir. Bina performansı açısından incelendiğinde çevre dostu yapı malzemesinin kullanılıyor olması iç mekân kalitesini dolayısıyla insan sağlığını olumsuz etkileyecek unsurları ortadan kaldıracaktır (Karakoç, 2017).

Sürdürülebilir çevrenin oluşması için kullanılacak malzemelerin çevresel etkilerinin bilinmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak tasarım aşamasında kullanılacak malzemelerin tüm üretim aşamalarında çevresel etkilerinin belirlenmesi mümkün olacaktır (Seyler, Stoy, Lützelchwab ve Kytzia, 2006).

Sanayileşme ile artan yapıların alt ve üst yapılarında kullanılacak her türlü malzeme için doğal kaynaklar hızla tüketilmektedir. Çevre sorunları artmakta ve geri dönüşü olmayan sonuçlara yol açmaktadır. Çevre sorunlarının önlenmesi için kullanılan her malzemenin çevre dostu malzemelerden seçilmesi giderek daha büyük önem kazanmaktadır (Demir ve Elmalı, 2020).

İnşaat sektörü, doğal kaynakların en büyük tüketicisi konumundadır. Doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılabilmesi için üretici ve tüketicilerin çevre dostu doğal kaynakları az ve olabildiğince verimli kullanan kaynaklara yönelimi önemini artırmaktadır (Vijayan ve Kumar, 2005).

Çimento yapı malzemesinin prosesinin karmaşıklığı, doğal kaynaklardan çok yararlanması, kullandığı enerji miktarı ve proses sonunda ortaya çıkan atık miktarı çevre kirliliği açısından dikkat çekilmesi gereken hususlardandır. Bu konuda yakıt ve hammadde için atıkları değerlendirebiliyor olmak gerekmektedir (Chang, Cho ve Lin 2021).

Çimento üretiminde ortaya çıkan emisyonlar azımsanmayacak kadar hava, toprak ve su kirliliğine neden olmaktadır. Büyük oranda CO2 emisyonuna neden olan çimento üretimi bu çevresel etkisiyle küresel ısınmanın hızını artırmaktadır. Yoğun hammadde kullanımı,

fosil yakıtların aşırı tüketimi bu artış hızının nedenlerindedir. Bir çimento fabrikasında bu artış hızını azaltacak en önemli etkenlerden biri kullanılan teknoloji düzeyi ve alternatif yakıt kullanımınıdır. Çimentonun çevresel etkilerini azaltmak için uygun teknoloji kullanımı ve enerjini verimli kullanılması şart olmaktadır (Stafford, Dias, Arroja, Labrincha, ve Hotza, 2016).

Çimento üretiminde emisyonları azaltmanın yolu üretimi esnasında yoğun ısı gerektiren klinker yerine başka maddeler kullanılması doğru bir yaklaşımdır. Bunun için başka endüstriyel atıklar değerlendirilebilirken, çimento üretimi farklı katkı ve atıklar kullanılarak üretimde farklı teknikler kullanılabilir (Staffor, Raupp-Pereira, Labrincha, ve Hotza, 2016).

Çimento, malzemelerin taşınması ve üretiminin esnasında CO₂ salınımını ile emisyonuna neden olarak karbon ayak izine neden olmaktadır. Bunu azaltmak için çimento gibi yeni bağlayıcı malzeme geliştirmek ya da çimentonun üretimini iyileştirmek gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda uçucu kül ve cürufan üretilen çimento emisyonunun büyük oranda azaltılarak küresel ısınmanın etkilerinin engellenebileceği görülmüştür (Meshram ve Kumar, 2020).

Çimentonun üretiminde fosil kaynak kullanımı ile kaynak tüketimi hızlanmakta ve ekosistemdeki var dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Ekosistemdeki var olan dengeyi koruyabilmek için çimento üretim sürecinin iyileştirilmesi, farklı endüstrilerin atıklarının değerlendirilmesi, alternatif yakıt kullanım yollarının araştırılarak verimli enerji kullanımının sağlanması gerekmektedir (Tun, Bonnet ve Gheewala, 2020).

Sanayileşme ve kentleşmenin giderek arttığı günümüzde insanların sağlıklı bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmeleri için yapılan her yapıda kullanılan her yapı ürününün çevresel etkilerinin yapı ürününün tüm yaşamı boyunca değerlendirilmesi ve tüm evrelerinde çevresel etkilerinin bilinmesi gerekmektedir (Gündüzalp ve Güven, 2016).

Tüm yaşam evreleri boyunca ortaya çıkan çevresel etkilerin bilinmesi ve azaltma yöntemlerinin belirlenmesi çevreye ve insana zarar verecek yapı ürününü yani çevre dostu ürünün tercih edilmesinde hiç şüphesiz rol oynayacaktır.

Yapılan literatür taraması sonucunda çevre dostu yapı malzemesi için kriterler tüm yaşam döngüsü aşamalarında belirlenerek sıralanmıştır.

Çevre dostu yapı malzemesinin tüm yaşam döngüsü süreçlerinde;

- Enerji etkin olmalıdır. Sürdürülebilir enerji kullanılmalıdır.
- Sürdürülebilir olmalıdır. Ekolojik olmalıdır.
- Ekonomik olmalıdır.
- Ekosistemi korumalıdır.
- Doğal kaynakları olabildiğince az ve verimli kullanılmalıdır.
- Yenilenebilir olmalıdır.
- Bakım, onarımı kolay ve ulaşılabilir olmalıdır.
- Olabildiğince az atık üretmeli, ürettiği atığı olabildiğince geri dönüştürebilmelidir.
- Hava, toprak ve suyu kirletmemelidir. Bu kirliliği önlemelidir.
- İç mekân kalitesini korumalıdır.
- Riskleri en aza indirecek prosese sahip olmalıdır. Üretim süreçleri iyileştirilebilir olmalıdır.
- Dayanıklı olmalıdır.
- Tasarımda yenilik getirebilmelidir.
- Etkin bir çevre yönetimi sağlayabilmelidir.
- Çevre yasalarına uygun olmalıdır.
- Müşterinin malzemeyi çevre dostu ürün olduğu için tercih edebileceği özellikleri taşımalıdır.
- Uygun teknoloji kullanılmalı ve teknoloji iyileştirilebilir olmalıdır. Üretim süreci sürekli iyileştirebilir olmalıdır.
- Üretim sürecinde hem çalışanları için hem de bulunduğu çevre için ortaya çıkardığı gürültü denetlenebilir olmalıdır.
- Ürün ve iş güvenliğinin sağlandığı ürün çevre dostudur.
- İş güvenliği ve işçi sağlığını koruyan prosese sahip olmalıdır.
- Hammaddelerine yakın ürün çevre dostudur.

- Başka ürün proseslerinden çıkan atığı hammadde olarak kullanabilmelidir. (Çankaya, 2018; Dilaver, 2005; Tanaçan, 2002; Yücel ve Ekmekçiler, 2008).

Tüm bunlara dayanılarak bir yapı malzemesinin çevre dostu yapı malzemesi olabilmesi tüm yaşam döngüsü süreçlerinde ortaya çıkardığı her türlü çevresel etkinin azaltılması ile gerçekleşecektir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Tezin bu bölümünde materyal ve yöntem anlatılmaktadır.

3.1. Materyal

Sanayileşmenin ve nüfusun hızla artması, yapı ihtiyacının giderek artmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda ulaşılması kolay olan beton yapı malzemesinin bileşenlerinden olan çimentonun çevresel etkilerinin belirlenerek çevre dostu ürün olarak ele alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Çimentonun çevre dostu özelliklerinin belirlenmesine yönelik hazırlanan bu tezde çalışmanın materyalini Ulusal YÖK Tez veri tabanında “çimento” anahtar kelimesi yapılan tarama sonucunda çimentoyu yapı malzemesi olarak ele alan sekiz yüz yetmiş iki adet tez oluşturmaktadır. Yüz otuz üç adet tez çimentoyu yapı malzemesi olarak ele almadığından çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.2. Yöntem

Çalışmanın yöntemi iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda tarama sonucunda elde edilen tezler kategorilere ayrılarak incelenmiştir. İnceleme için sınıflandırma kategorileri şu şekildedir:

- Danışman unvanı,
- Tez türü,
- Tezin kabul edildiği yıl
- Tez erişilebilirlik durumu
- Üniversite
- Enstitü
- Ana bilim dalı
- Bilim dalı
- Tez yazım dili
- Sayfa sayısı
- Türkçe kaynak sayısı
- Yabancı dilde kaynak sayısı
- İnternet kaynağı sayısı

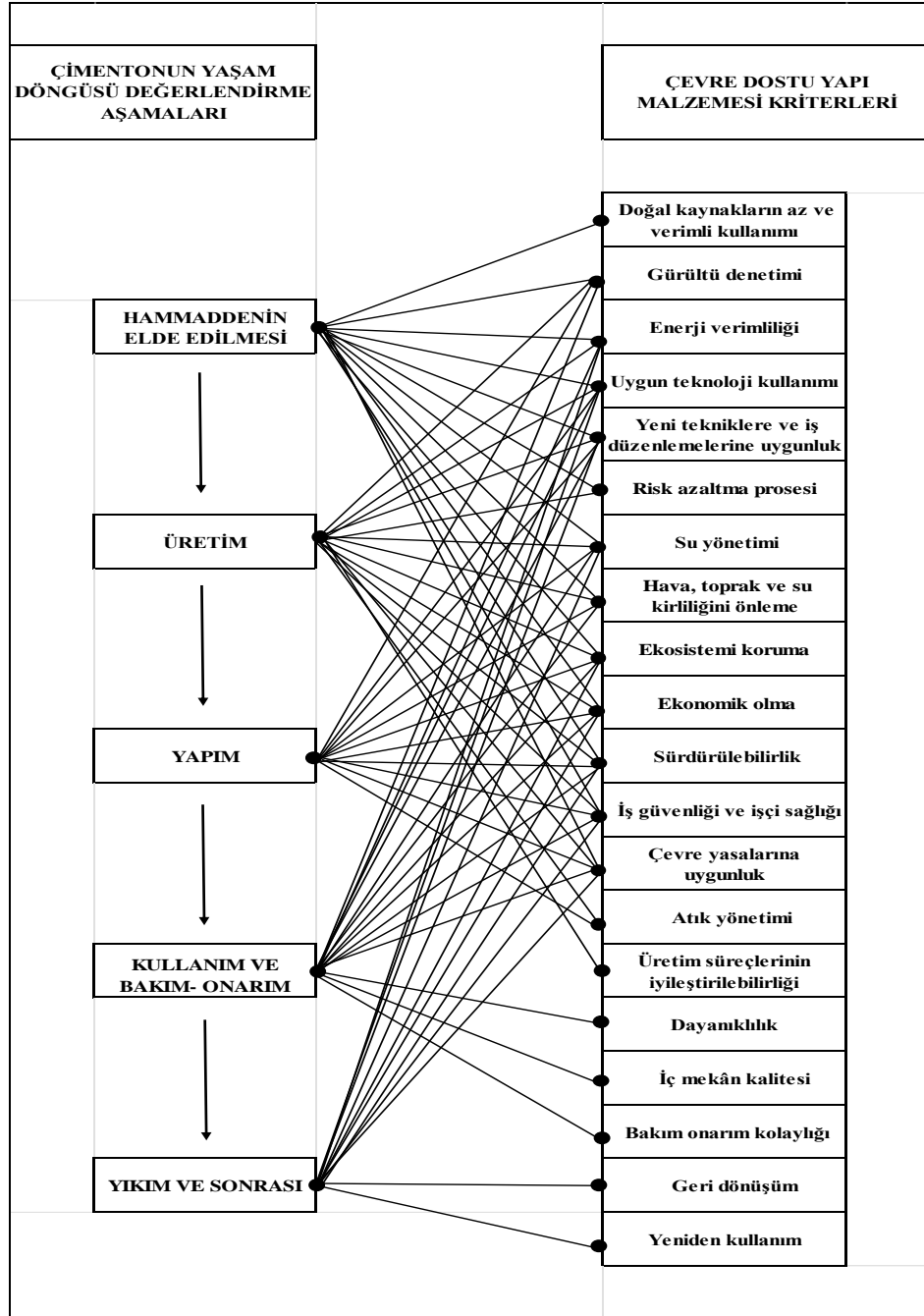
Çalışma kapsamında aşağıda verilen araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezleri hazırlayan kişilerin danışmanlarının unvanları bakımından dağılımları nasıl olmaktadır?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin tez türü nasıl değişiklik göstermektedir?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran kabul edildikleri yıllar bakımından dağılımları nasıl olmaktadır?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin erişilebilirlik durumları nasıl olmaktadır?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin kabul edildikleri üniversitelerin dağılımları nasıldır?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin kabul edildikleri enstitüleri bakımından dağılımları nasıl olmaktadır?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin anabilim dalları nasıl dağılım göstermektedir?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin bilim dalları nasıl dağılım göstermektedir?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin tez yazım dili nasıl dağılım göstermektedir?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin sayfa sayısı bakımından dağılımları nasıldır?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin Türkçe kaynak sayısı bakımından nasıl dağılım göstermektedir?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin yabancı dilde kaynak sayısı bakımından nasıl dağılım göstermektedir?
- Türkiye’de çimento anahtar kelimesini barındıran tezlerin internet kaynağı sayısı bakımından nasıl dağılım göstermektedir?

Tezlere ait veriler oluşturulan araştırma sorularına göre frekans dağılımları yapılarak tezin bulgular bölümünde tablolar halinde sunulmuştur.

Yöntem bölümünün ikinci kısmında ise literatür taraması ile yapı malzemesinin çevre dostu olarak nitelendirilebilmesi için kriterler belirlenmiş ve belirlenen kriterler yaşam döngüsü değerlendirmesi aşamaları ile eşleştirilmiştir. Belirlenen kriterler ile eşleştirilen yaşam döngüsü aşamaları aşağıda sıralanmıştır (Çizelge 3.1.). Tezler belirlenen kriterlere göre incelenmiş, her bir tezin ele aldığı kriter ile oluşturulan Excel tablosuna göre grafikler elde edilmiştir.

Çizelge 3.1. Çevre dostu yapı malzemeleri ve yaşam döngüsü aşamaları



YÖK tez merkezinde çimento anahtar kelimesi ile yapılan tarama sonucunda elde edilen tezlerin başlıkları ve tez özetleri incelenmiştir. Her bir tez özeti ile uygun olan kriter eşleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Ulusal YÖK tez veri tabanında çimento anahtar kelimesi ile yapılan tarama sonucunda elde edilen ve yapı malzemesi olarak çimentoyu ele alan sekiz yüz yetmiş iki adet tezin Excel’de yapılan kategorilere ve oluşturulan araştırma sorularına göre bulguları açıklanarak dağılımlara ait frekans ve yüzde tabloları okuyucuya sunulmuştur.

Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nde kayıtlı bulunan, çimento başlıklı yüz on adet doktora tezi ve iki yüz altmış bir adet yüksek lisans tezi (Çizelge 4.1.) profesör doktor (Prof. Dr.) unvanlı akademisyen danışmanlığında yazılmıştır. Otuz üç adet doktora tezi ve iki yüz otuz yüksek lisans tezi doçent doktor (Doç. Dr.) unvanlı akademisyen danışmanlığında yazılmıştır. Dokuz adet doktora tezi ve yüz yetmiş iki yüksek lisans tezi yardımcı doçent doktor (Yrd. Doç.) danışmanlığında, bir adet doktora tezi ve elli iki adet yüksek lisans tezi doktor (Dr.) danışmanlığında bir adet yüksek lisans tezi öğretim görevlisi danışmanlığında yazılmıştır. Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK) tez arama sayfasında bir adet doktora tezinin ve bir adet yüksek lisans tezinin danışman bilgileri mevcut değildir. Bu tezlerin danışman unvanları tespit edilememiştir.

Çizelge 4.1. Tezlerin danışman unvanlarına göre dağılımı

Danışman unvanı	Doktora		Yüksek Lisans		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Prof.Dr.	110	71	261	36	371	43
Doç.Dr.	33	21	230	32	263	30
Yrd.Doç.Dr.	9	6	172	24	181	21
Dr.	1	1	52	7	53	6
Öğretim Görevlisi	0	0	1	0,1	1	0
Belirtilmemiş	1	1	2	0,3	3	0
Toplam	154	100	718	100	872	100

08.03.2021 tarihinde YÖK tez merkezinde Çimento anahtar kelimesi ile yapılan tarama sonucunda sekiz yüz yetmiş iki lisansüstü tez yazılmıştır. Yazılan bu tezlerin yüz elli dördü doktora tezi, yedi yüz on sekizi ise yüksek lisans tezidir. Doktora tezleri toplam tezlerin %18’ini oluştururken (Çizelge 4.2.) yüksek lisans tezleri toplam tezlerin %82’sini oluşturmaktadır.

Çizelge 4.2. Tezlerin tez türüne göre dağılımları

Tez Türü	Toplam	
	Frekans	%
Doktora	154	18
Yüksek Lisans	718	82
Toplam	872	100

1991, 2011, 2021 yıllarında çimento anahtar kelimesini içeren doktora tezi yayınlanmamıştır. Doktora tezinin en fazla yayınlandığı yıl %9,74 oran ile 2016 yılı olmuştur (Çizelge 4.3.). Çimento anahtar kelimesini içeren yüksek lisans tezlerinin en fazla yayınlandığı yıl %9,33 oran ile 2019 yılı olmuştur. Çimento anahtar kelimesini içeren lisansüstü tezlerin en fazla yayınlandığı yıl %8,72 ile 2019 yılı olmuştur.

Çizelge 4.3. Tezlerin hazırlandığı yıllara göre dağılımları

Tez Yazım Yılı	Doktora		Yüksek Lisans		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
1991	0	0,00	1	0,14	1	0,11
1993	1	0,65	5	0,70	6	0,69
1994	1	0,65	9	1,25	10	1,15
1995	7	4,55	15	2,09	22	2,52
1996	3	1,95	22	3,06	25	2,87
1997	2	1,30	21	2,92	23	2,64
1998	2	1,30	21	2,92	23	2,64
1999	3	1,95	11	1,53	14	1,61
2000	5	3,25	11	1,53	16	1,83
2001	3	1,95	13	1,81	16	1,83
2002	7	4,55	24	3,34	31	3,56
2003	5	3,25	26	3,62	31	3,56
2004	7	4,55	26	3,62	33	3,78
2005	1	0,65	30	4,18	31	3,56
2006	9	5,84	30	4,18	39	4,47

Çizelge 4.4. Tezlerin hazırlandığı yıllara göre dağılımları (devam)

Tez Yazım Yılı	Doktora		Yüksek Lisans		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
2007	6	3,90	13	1,81	19	2,18
2008	8	5,19	26	3,62	34	3,90
2009	4	2,60	27	3,76	31	3,56
2010	3	1,95	24	3,34	27	3,10
2011	0	0,00	27	3,76	27	3,10
2012	8	5,19	28	3,90	36	4,13
2013	4	2,60	36	5,01	40	4,59
2014	5	3,25	22	3,06	27	3,10
2015	8	5,19	28	3,90	36	4,13
2016	15	9,74	30	4,18	45	5,16
2017	10	6,49	39	5,43	49	5,62
2018	13	8,44	48	6,69	61	7,00
2019	9	5,84	67	9,33	76	8,72
2020	5	3,25	37	5,15	42	4,82
2021	0	0,00	1	0,14	1	0,11
Toplam	98	100,00	453	100,00	551	100,00

Türkiye’de YÖK tez merkezinde çimento anahtar kelimesi ile yapılan tarama sonucunda elde edilen tezlerin üniversitelerine göre analizinde en fazla tezin hazırlandığı ilk beş üniversite şu şekildedir (Çizelge 4.4.). Yüz sekiz tez (%12,39) İstanbul Teknik Üniversitesinde, seksen beş tez (%9,75) Orta Doğu Teknik Üniversitesinde, altmış tez (%6,88) Gazi Üniversitesinde, otuz dokuz tez (%4,47) Dokuz Eylül Üniversitesinde, otuz yedi tez (%4,24) Erzurum Atatürk Üniversitesinde hazırlanmıştır.

Çizelge 4.5. Tezlerin yayınlandıkları üniversitelere göre dağılımları

Üniversite	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
Anadolu Üniversitesi	3	10	13	1,50
Dicle Üniversitesi	1	3	4	0,46
Erciyes Üniversitesi	1	10	11	1,27
Erzincan Üniversitesi	0	1	1	0,12
Gebze Teknik Üniversitesi	0	1	1	0,12
İstanbul Aydın Üniversitesi	0	2	2	0,23
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	0	4	4	0,46
Kırıkkale Üniversitesi	2	4	6	0,69
Balıkesir Üniversitesi	3	4	7	0,81
Beykent Üniversitesi	0	1	1	0,12
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi	0	1	1	0,12
Cumhuriyet Üniversitesi	0	11	11	1,27
İskenderun Teknik Üniversitesi	0	1	1	0,12
Manisa Celal Bayar Üniversitesi	1	7	8	0,92
Marmara Üniversitesi	1	11	12	1,38
Mersin Üniversitesi	0	3	3	0,35
Abant İzzet Baysal Üniversitesi	0	2	2	0,23
Adnan Menderes Üniversitesi	0	1	1	0,12
Afyon Kocatepe Üniversitesi	1	12	13	1,50
Akdeniz Üniversitesi	0	4	4	0,46
Ankara Üniversitesi	4	6	10	1,15
Atatürk Üniversitesi	11	26	37	4,26
Atılım Üniversitesi	0	2	2	0,23
Bahçeşehir Üniversitesi	0	1	1	0,12
Bartın Üniversitesi	0	2	2	0,23
Başkent Üniversitesi	0	4	4	0,46
Batman Üniversitesi	0	1	1	0,12
Bayburt Üniversitesi	0	5	5	0,58
Bilkent Üniversitesi	0	1	1	0,12
Boğaziçi Üniversitesi	3	6	9	1,04
Bursa Teknik Üniversitesi	0	1	1	0,12
Bursa Uludağ Üniversitesi	3	7	10	1,15
Bülent Ecevit Üniversitesi	0	2	2	0,23
Çağ Üniversitesi	0	4	4	0,46
Çukurova Üniversitesi	3	13	16	1,84
Dokuz Eylül Üniversitesi	10	29	39	4,49
Dumlupınar Üniversitesi	2	11	13	1,50
Düzce Üniversitesi	0	8	8	0,92
Ege Üniversitesi	2	21	23	2,65

Çizelge 4.6. Tezlerin yayınlandıkları üniversitelere göre dağılımları (devam)

Üniversite	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	3	14	17	1,96
Eskişehir Teknik Üniversitesi	0	2	2	0,23
Fırat Üniversitesi	6	18	24	2,76
Galatasaray Üniversitesi	0	1	1	0,12
Gazi Üniversitesi	16	44	60	6,91
Gaziantep Üniversitesi	12	18	30	3,46
Gaziosmanpaşa Üniversitesi	0	1	1	0,12
Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü	0	2	2	0,23
Gümüşhane Üniversitesi	0	2	2	0,23
Hacettepe Üniversitesi	4	13	17	1,96
Halep Üniversitesi	1	0	1	0,12
Hasan Kalyoncu Üniversitesi	1	2	3	0,35
Hitit Üniversitesi	0	1	1	0,12
İnönü Üniversitesi	0	4	4	0,46
İstanbul Arel Üniversitesi	0	1	1	0,12
İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi	0	1	1	0,12
İstanbul Okan Üniversitesi	0	4	4	0,46
İstanbul Üniversitesi	4	15	19	2,19
İstanbul Teknik Üniversitesi	15	93	108	12,44
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi	0	3	3	0,35
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	0	3	3	0,35
Karabük Üniversitesi	0	4	4	0,46
Kastamonu Üniversitesi	0	2	2	0,23
Konya Teknik Üniversitesi	2	6	8	0,92
Karadeniz Teknik Üniversitesi	5	8	13	1,50
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi	0	1	1	0,12
Muğla Sıtkı Kocaman Üniversitesi	0	4	4	0,46
Mustafa Kemal Üniversitesi	0	3	3	0,35
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	1	12	13	1,50
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	12	73	85	9,79
Ondokuz Mayıs Üniversitesi	2	5	7	0,81
Sakarya Üniversitesi	7	14	21	2,42
Selçuk Üniversitesi	2	10	12	1,38
Süleyman Demirel Üniversitesi	2	26	28	3,23
Tarsus Üniversitesi	0	1	1	0,12
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	0	2	2	0,23
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	0	1	1	0,12
Trakya Üniversitesi	0	3	3	0,35

Çizelge 4.7. Tezlerin yayınlandıkları üniversitelere göre dağılımları (devam)

Üniversite	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
Yozgat Bozok Üniversitesi	0	7	7	0,81
Yıldız Teknik Üniversitesi	5	14	19	2,19
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	1	0	1	0,12
Harran Üniversitesi	0	5	5	0,58
Kilis 7 Aralık Üniversitesi	0	1	1	0,12
Kocaeli Üniversitesi	2	9	11	1,27
Ordu Üniversitesi	0	3	3	0,35
Özyeğin Üniversitesi	0	2	2	0,23
Pamukkale Üniversitesi	0	4	4	0,46
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	0	2	2	0,23
Sabancı Üniversitesi	0	1	1	0,12
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	0	1	1	0,12
Yüzüncü Yıl Üniversitesi.	0	3	3	0,35
Zonguldak Karaelmas Üniversitesi	0	2	2	0,23
Toplam	154	714	868	100,00

Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi'nden çimento anahtar kelimesi ile yapılan tarama sonucunda ulaşılan tezlerin yüz elli dört doktora tezinin yüz yirmi bir tanesi (%78,6) erişilebilir iken, otuz üç tanesi (%21,4) erişilemez tezdır. Yedi yüz on sekiz adet yüksek lisans (Çizelge 4.5.) tezinin beş yüz on bir adedinin (%71,2) erişilebilir tez olduğu, iki yüz yedi adedinin (%28,8) ise erişilemez tez olduğu tespit edilmiştir. Genel toplamda ise yazılan doktora ve yüksek lisans tezlerinin altı yüz otuz iki tanesi erişilebilir tez iken iki yüz kırk tanesi erişime açık değildir. Tezlerin toplam erişilebilirlik oranı %72,5 iken, erişilemeyen tez oranı ise %27,5'tir.

Çizelge 4.5. Tezlerin erişilebilirlik durumu

Erişilebilirlik	Doktora		Yüksek lisans		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Erişilebilir Tez	121	78,6	511	71,2	632	72,5
Erişilemeyen Tez	33	21,4	207	28,8	240	27,5
Toplam	154	100	718	100	872	100

Türkiye’de çimento anahtar kelimesi ile Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi’nde yapılan tarama sonucunda Çizelge 4.6.’da verildiği üzere sekiz yüz yetmiş iki tezin yedi yüz otuz beş tanesi Fen Bilimleri Enstitüsü (%84,3) bünyesinde hazırlanmıştır. Bir adet tez Avrupa Birliği Enstitüsü’nde (%0,1) hazırlanmıştır. Üç adet tez Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü’nde, Çevre Bilimleri Enstitülerinde ise bir tez (%0,3), 1 adet tez Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü (%0,1), bir adet tez (%0,1) Enerji Enstitüsü’nde, bir adet tez (%0,1) İşletme Enstitüsü’nde, on beş adet tez lisansüstü eğitim enstitüsünde, yedi adet tez % (0,8) Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü’nde, iki adet tez (%0,2) Sağlık Bilimleri Enstitüsü’nde yapılmıştır. Yüz dört adet (%11,9) tez Sosyal Bilimleri Enstitüsü’nde hazırlanmıştır. Ayrıca bir adet (%0,1) tez yurtdışı enstitüsünde yapılmıştır.

Çizelge 4.6. Tezlerin hazırlandıkları enstitüye göre dağılımları

Enstitü	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam	
	Frekans	Frekans	Frekans	%
Fen Bilimleri Enstitüsü	133	602	735	84,3
Avrupa Birliği Enstitüsü	1	0	1	0,1
Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü	0	3	3	0,3
Çevre Bilimleri Enstitüsü	0	1	1	0,1
Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü	0	1	1	0,1
Enerji Enstitüsü	0	1	1	0,1
İşletme Enstitüsü	0	1	1	0,1
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	1	14	15	1,7
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü	0	7	7	0,8
Sağlık Bilimleri Enstitüsü	1	1	2	0,2
Sosyal Bilimler Enstitüsü	17	87	104	11,9
Yurt Dışı Enstitüsü	1	0	1	0,1
Toplam	154	718	872	100

Türkiye’de Ulusal tez merkezi veri tabanında çimento anahtar kelimesi yapılan tarama sonucunda tezlerin anabilim dalı analizinde şu verilere ulaşılmıştır (Çizelge 4.7.). %40,83 inşaat mühendisliği anabilim dalında, %5,62 maden mühendisliği anabilim dalında, %5,39 işletme anabilim dalında, %4,36 kimya mühendisliği, %4,13 yapı eğitimi anabilim dalında yapılarak anabilim dalları arasında ilk beş sırada yer almaktadır. %11,81 oranındaki tezlerin anabilim dalı verisine ulaşılamamıştır.

Çizelge 4.7. Tezlerin yayınlandıkları anabilim dalına göre dağılımları

Anabilim dalı	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
İş Sağlığı ve Güvenliği	0	6	6	0,69
Avrupa Birliği İktisadı	1	0	1	0,11
Avrupa Birliği Kamu Hukuku ve Entegrasyon	0	1	1	0,11
Avrupa Çalışmaları	0	1	1	0,11
Bankacılık	0	1	1	0,11
Biyoloji	0	2	2	0,23
Cevher Hazırlama	0	1	1	0,11
Coğrafya	0	1	1	0,11
Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri	4	5	9	1,03
Çevre Bilimleri	0	2	2	0,23
Çevre Mühendisliği	3	17	20	2,29
Çimento Mühendisliği	0	16	16	1,83
Deprem Mühendisliği	0	1	1	0,11
Eğitimde Psikolojik Hizmetler	1	0	1	0,11
Ekonometri	2	2	4	0,46
Ekonomi	0	1	1	0,11
Elektrik Eğitimi	0	1	1	0,11
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği	0	3	3	0,34
Endüstri ve Endüstri Mühendisliği	0	6	6	0,69
Enerji Bilim ve Teknoloji	0	1	1	0,11
Enerji Müh.	0	2	2	0,23
Enerji Sistemleri	1	1	2	0,23
Enerji Sistemleri İşletim ve Teknolojiler Ana Bilim Dalı	0	1	1	0,11
Fen Bilgisi Eğitimi	0	1	1	0,11
Fen Bilimleri Eğitimi	1	0	1	0,11
Fizik	0	2	2	0,23
Fizik Mühendisliği	0	1	1	0,11

Çizelge 4.7.Tezlerin yayınlandıkları anabilim dalına göre dağılımları (devam)

Anabilim dalı	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
Fizikokimya	0	2	2	0,23
Güneş Enerjisi	0	1	1	0,11
Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı	0	1	1	0,11
İktisat	2	7	9	1,03
İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı	0	2	2	0,23
İnşaat mühendisliği	70	286	356	40,83
İstatistik	0	2	2	0,23
İşletme	4	43	47	5,39
İşletme Mühendisliği	0	1	1	0,11
İşletme Yönetimi	0	4	4	0,46
Jeoloji mühendisliği	0	12	12	1,38
Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması	1	1	2	0,23
Kimya	5	10	15	1,72
Kimya mühendisliği	5	33	38	4,36
Kompozit Malzeme Teknolojileri	0	1	1	0,11
Lisansüstü Eğitimi, Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri	0	1	1	0,11
Maden İşletme	0	1	1	0,11
Maden mühendisliği	11	38	49	5,62
Makina Müh.	4	16	20	2,29
Makine Eğitimi	2	2	4	0,46
Makine ve İmalat Mühendisliği	0	1	1	0,11
Malzeme Bilimi ve Mühendisliği	0	8	8	0,92
Malzeme Bilimi ve Nanomühendislik	0	1	1	0,11
Mekanik	0	1	1	0,11
Mekatronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı	1	0	1	0,11
Metal Eğitimi	1	0	1	0,11
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği	1	5	6	0,69
Mimarlık	2	6	8	0,92
Nanobilim ve Nanomühendislik	0	1	1	0,11
Nükleer bilimler	0	1	1	0,11
Orman Endüstri Mühendisliği	1	3	4	0,46
Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği	1	3	4	0,46

Çizelge 4.7. Tezlerin yayınlandıkları anabilim dalına göre dağılımları (devam)

Anabilim dalı	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
Polimer Bilimi ve Teknolojisi	0	2	2	0,23
Seramik Mühendisliği	2	10	12	1,38
Sermaye Piyasası ve Borsa	0	3	3	0,34
Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi	1	0	1	0,11
Sürdürülebilir Çevre ve Enerji Sistemleri	0	1	1	0,11
Tarım Ekonomisi	0	1	1	0,11
Tarımsal Yapılar ve Sulama	1	1	2	0,23
Toplam Kalite Yönetimi	0	1	1	0,11
Uluslararası Bilgisayar	0	1	1	0,11
Uluslararası Ticaret	0	1	1	0,11
Yapı	1	2	3	0,34
Yapı Eğitimi	9	27	36	4,13
Yapı Malzemesi	1	3	4	0,46
Yapı Mühendisliği	1	2	3	0,34
Yenilenebilir Enerji	0	3	3	0,34
Zooteknik	1	0	1	0,11
Belitilmeyen	13	90	103	11,81
Toplam	154	718	872	100,00

Türkiye’de Ulusal tez merkezi veri tabanında çimento anahtar kelimesi yapılan tarama sonucunda elde edilen tezlerin bilim dalı analizinde şu verilere ulaşılmıştır (Çizelge 4.8.). %3,21 yapı mühendisliği bilim dalında, %2,98 yapı bilim dalında, %2,18 yapı malzemeleri bilim dalında, %1,03 inşaat mühendisliği bilim dalında yapılmıştır. %79,47 oranındaki tezin bilim dalı verisine ulaşılamamıştır.

Çizelge 4.8. Tezlerin hazırlandıkları bilim dalına göre dağılımları

Bilim dalı	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
Finansal Piyasalar ve Yatırım Yönetimi	0	1	1	0,11
Muhasebe ve Denetim	0	1	1	0,11
Özel Hukuk	0	1	1	0,11
Proses ve Reaktör Tasarımı	0	1	1	0,11
Anorganik	1	0	1	0,11
Avrupa Birliği Hukuku	0	1	1	0,11
Bina Bilgisi	0	1	1	0,11
Biyoloji	0	1	1	0,11
Cevher Hazırlama	0	3	3	0,34

Çizelge 4.8. Tezlerin hazırlandıkları bilim dalına göre dağılımları (devam)

Bilim dalı	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
Finansal Piyasalar ve Yatırım Yönetimi	0	1	1	0,11
Muhasebe ve Denetim	0	1	1	0,11
Özel Hukuk	0	1	1	0,11
Proses ve Reaktör Tasarımı	0	1	1	0,11
Anorganik	1	0	1	0,11
Avrupa Birliği Hukuku	0	1	1	0,11
Bina Bilgisi	0	1	1	0,11
Biyoloji Ana Bilim Dalı	0	1	1	0,11
Cevher Hazırlama	0	3	3	0,34
Çalışma Ekonomisi	0	2	2	0,23
Çevre Kontrolü ve Yapı Teknoloji	0	1	1	0,11
Çevre Mühendisliği	1	4	5	0,57
Çimento Mühendisliği Bölümü	0	3	3	0,34
Deprem Mühendisliği	0	1	1	0,11
Deprem ve Yapı Mühendisliği Bilim Dalı	0	1	1	0,11
Ekonometri	1	0	1	0,11
Endüstri İlişkiler ve İnsan Kaynakları	0	1	1	0,11
Endüstri Mühendisliği	0	1	1	0,11
Enerji Bilim Dalı	2	1	3	0,34
Enerji Bilim ve Teknoloji	0	1	1	0,11
Finans Bilim Dalı	0	1	1	0,11
Finansal Piyasalar ve Yatırım Yönetimi Bilim Dalı	0	1	1	0,11
Geomatik Mühendisliği Bilim Dalı	0	1	1	0,11
Geoteknik Bilim Dalı	0	6	6	0,69
İktisat	1	0	1	0,11
İnşaat Mühendisliği	1	8	9	1,03
İstatistik	0	1	1	0,11
İş Güvenliği ve Sağlığı Bilim Dalı	0	1	1	0,11
İşletme	1	3	4	0,46
İşletme Yönetimi	0	1	1	0,11
İşletme Yönetimi ve Organizasyon	0	1	1	0,11
Kimya Mühendisliği	1	0	1	0,11
Kimyasal Teknolojiler	1	1	2	0,23
Maden İşletme	1	0	1	0,11
Maden Mühendisliği Bilim Dalı	0	2	2	0,23
Makina Mühendisliği	0	1	1	0,11
Makine Tasarım ve İmalat	0	4	4	0,46
Malzeme	0	1	1	0,11
Mekatronik Mühendisliği Bilim Dalı	1	0	1	0,11
Muhasebe	0	1	1	0,11
Muhasebe Denetimi	0	2	2	0,23

Çizelge 4.8. Tezlerin hazırlandıkları bilim dalına göre dağılımları (devam)

Bilim dalı	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
Muhasebe Finansman Bilim Dalı	1	6	7	0,80
Muhasebe ve Denetim Bilim Dalı	0	2	2	0,23
Organizasyon	0	1	1	0,11
Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği	0	1	1	0,11
Polimer Bilimi ve Teknolojisi	0	2	2	0,23
Polimer Kimyası Araştırma Laboratuvarı	0	1	1	0,11
Proses ve Reaktör Tasarımı	0	1	1	0,11
Sistem Dinamiği ve Kontrol Bilim Dalı	0	1	1	0,11
Sistem Müh.	0	1	1	0,11
Ulaştırma Mühendisliği Bilim Dalı	0	1	1	0,11
Uluslararası Ticaret ve Pazarlama	0	1	1	0,11
Uygulamalı Yön Eylem Araştırması	0	1	1	0,11
Üretim Yönetimi ve Pazarlama	0	2	2	0,23
Yapı Bilim Dalı	9	17	26	2,98
Yapı Eğitimi	0	1	1	0,11
Yapı Fiziği ve Malzemesi	1	1	2	0,23
Yapı Malzemeleri Bilim Dalı	2	17	19	2,18
Yapı Mühendisliği	5	23	28	3,21
Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği	0	7	7	0,80
Belirtilmemiş	124	569	693	79,47
Toplam	154	718	872	100

Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi'nden alınan bilgilere göre çimento anahtar kelimesi ile yapılan tarama sonucunda yüz on altı adet doktora tezi (%75,3) ile beş yüz yetmiş sekiz yüksek lisans tezi (%80,5) Türkçe yazılmıştır. Otuz yedi adet doktora tezi (%24) ile yüz kırk yüksek lisans tezi (%19,5) İngilizce (Çizelge 4.9.) yazılırken, bir adet doktora tezi (%0,6) ise Arapça olarak yazılmıştır.

Çizelge 4.9. Tezlerin yazıldıkları dillere göre dağılımları

Tez Yazım Dili	Doktora		Yüksek Lisans		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Türkçe	116	75,3	578	80,5	694	79,6
İngilizce	37	24,0	140	19,5	177	20,3
Arapça	1	0,6	0	0,0	1	0,1
Toplam	154	100	718	100	872	100,0

Türkiye’de çimento anahtar kelimesi ile yapılan tarama sonucunda incelenen lisansüstü tezlerin %43,6’sı 0 ile 100 sayfa arasındadır. %46,9’u 101 ile 200 sayfa, %8’i 201 ile 300 sayfa ve %1,4’ü 301 ile 400 sayfa arasında tez yazılmıştır. 400 sayfa ve üzeri yazılan tez bulunmamaktadır. Ayrıca bir tezin sayfa sayısına ulaşamamıştır (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Tezlerin sayfa numaralarına göre dağılımı

Sayfa Sayısı	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
0-100	8	372	380	43,6
101-200	86	323	409	46,9
201-300	49	21	70	8,0
301-400	11	1	12	1,4
401-500	-	-	-	0
Belirtilmemiş	-	1	1	0,1
Toplam	154	718	872	100,0

Türkiye’de Ulusal tez merkezi veri tabanında çimento anahtar kelimesi yapılan tarama sonucunda elde edilen tezlerin Türkçe kaynak sayısının analizinde 0 ile 100 Türkçe kaynak sayısı olan beş yüz otuz beş tez (%61,4), kaynak sayısı 101 ile 200 arasında olan dokuz tez (%1), 201 ile 300 Türkçe kaynağa sahip bir adet tez (%0,1) ve Türkçe kaynağı olmayan üç yüz yirmi yedi (%37,5) tezin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Tezlerin Türkçe kaynak sayısına göre dağılımları

Türkçe Kaynak Sayısı	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
0-100	89	446	535	61,4
101-200	5	4	9	1,0
201-300	1	0	1	0,1
301-400	0	0	0	0,0
Türkçe kaynağı olmayan	59	268	327	37,5
Toplam	154	718	872	100,0

Türkiye’de Ulusal tez merkezi veri tabanında çimento anahtar kelimesi yapılan tarama sonucunda elde edilen tezlerin yabancı dilde kaynak sayısının analizinde 0 ile 100 yabancı dilde kaynak sayısı olan beş yüz elli iki tez (%63,3), kaynak sayısı 101 ile 200 arasında olan elli altı tez (%6,4), 201 ile 300 Türkçe kaynağa sahip yedi adet tez (%0,8) ve yabancı

dilde kaynağı olmayan iki yüz elli yedi (%29,5) tezin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. Tezlerin yabancı dilde kaynak sayılarına göre dağılımları

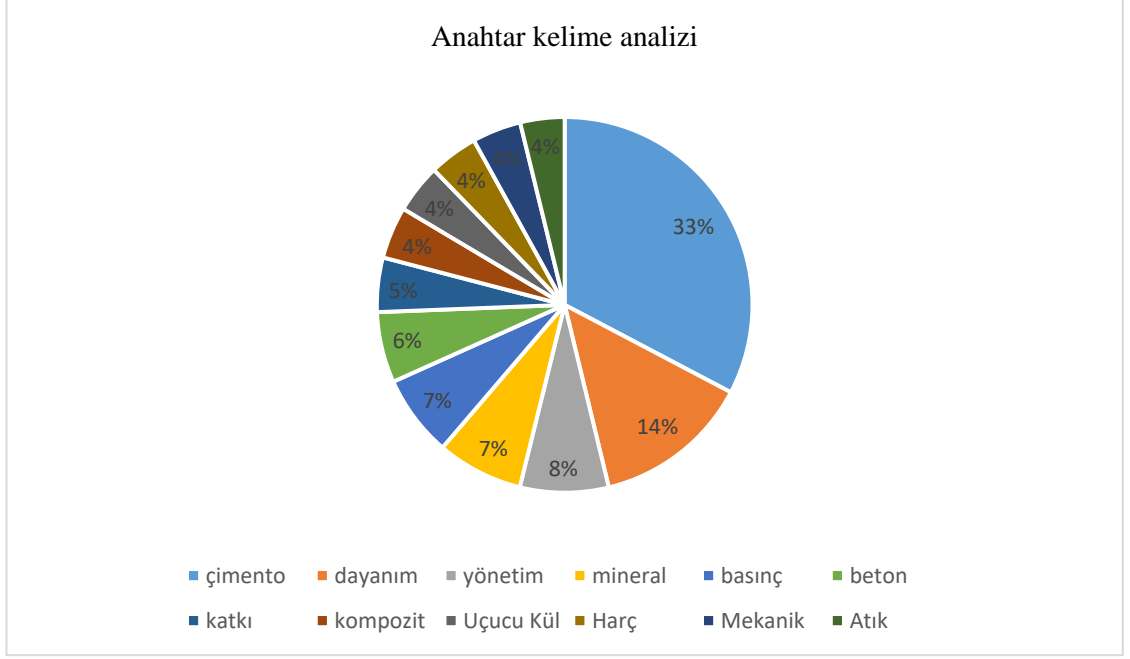
Yabancı Dilde Kaynak Sayısı	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
0-100	79	473	552	63,3
101-200	35	21	56	6,4
201-300	5	2	7	0,8
301-400	0	0	0	0,0
Yabancı Dilde kaynağı olmayan	35	222	257	29,5
Toplam	154	718	872	100,0

Türkiye’de Ulusal tez merkezi veri tabanında çimento anahtar kelimesi yapılan tarama sonucunda elde edilen tezlerin internet kaynak sayısının analizinde 0 ile 100 yabancı dilde kaynak sayısı olan üç yüz yetmiş tez (%42,4), kaynak sayısı 101 ile 200 arasında olan iki tez (%0,2), internet kaynağı olmayan beş yüz (%57,3) tezin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13 Tezlerin internet kaynağı sayısına göre dağılımları

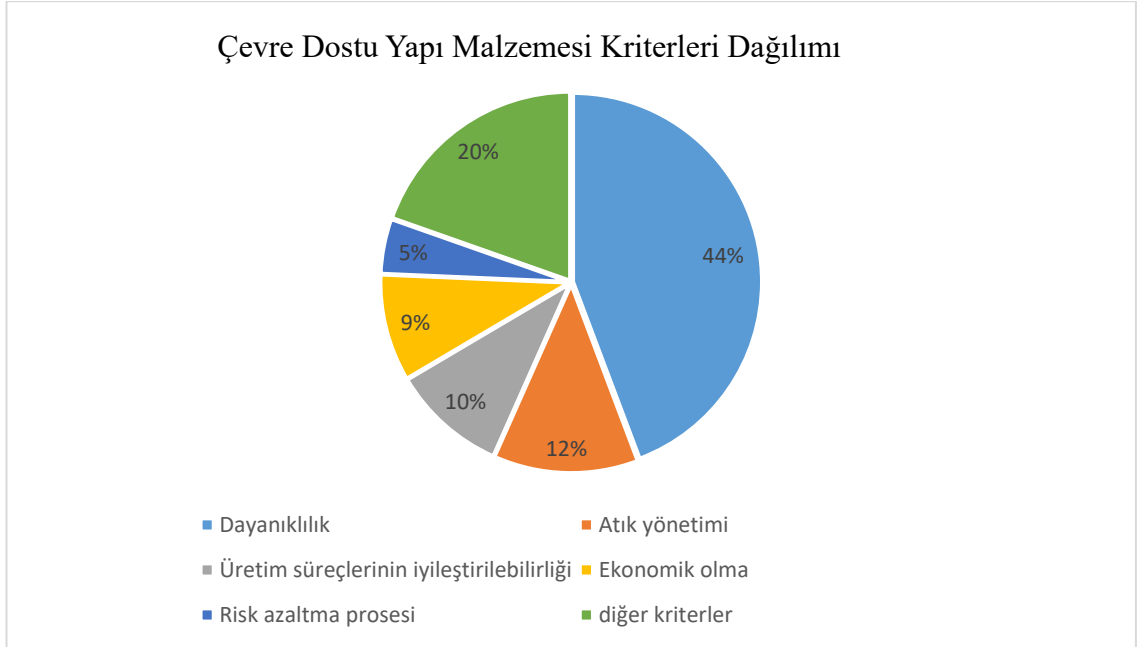
İnternet Kaynağı Sayısı	Doktora	Yüksek Lisans	Toplam Frekans	%
0-100	66	304	370	42,4
101-200	0	2	2	0,2
201-300	0	0	0	0,0
İnternet kaynağı olmayan	88	412	500	57,3
Toplam	154	718	872	100,0

Araştırma kapsamında irdelenen lisansüstü tezlerde kullanılan anahtar kelimelerden oluşturulan kelime bulutu Şekil 4.1.’de görülmektedir.



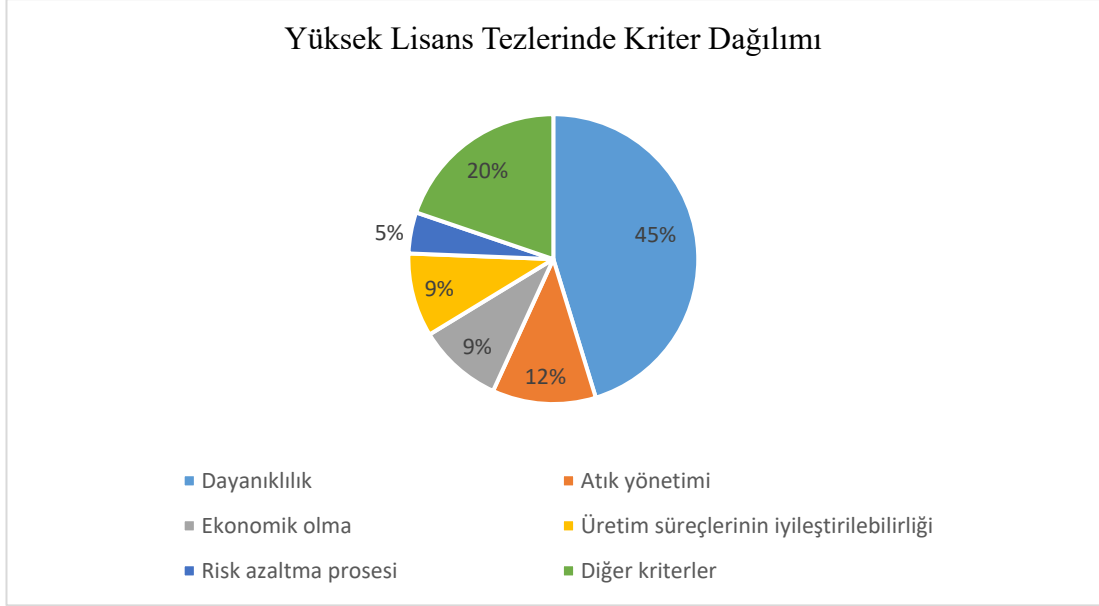
Şekil 4.3.Lisansüstü tezlerin anahtar kelime analizi grafiği

Tüm tezler içinde çevre dostu yapı malzemesi kriterlerinden dayanıklılık kriterinin %44 oranı ile en yüksek değinme oranına sahip olmuştur. (Şekil 4.4).



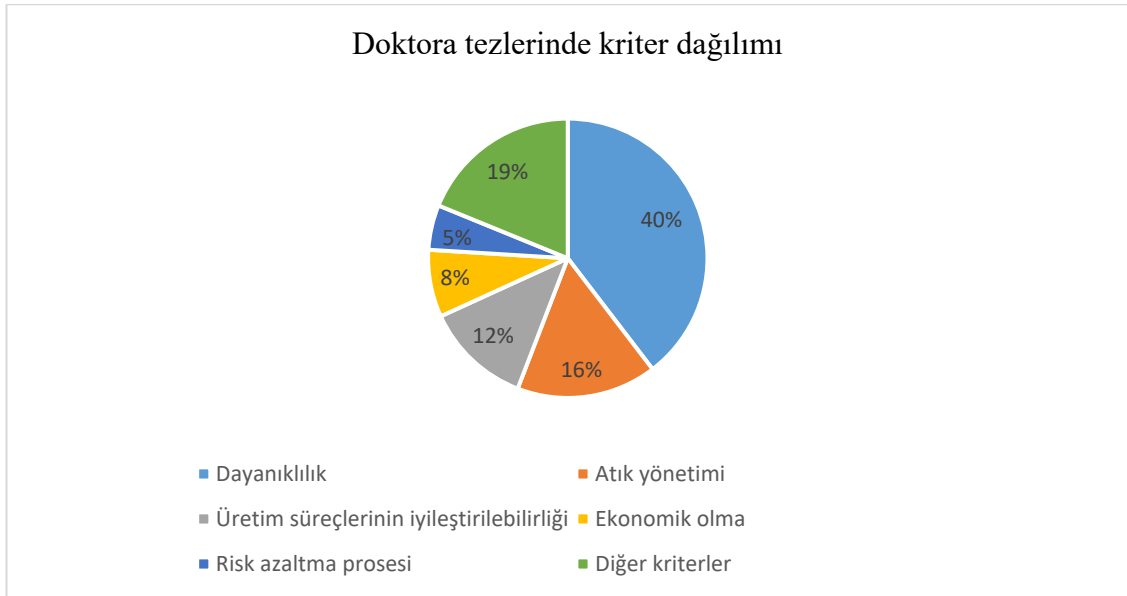
Şekil 4.4 Tüm tezler içinde kriterlere değinme oranları grafiği

İncelenen yüksek lisans tezleri içinde dayanıklılık kriterine değinen tez sayısı %45 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Yüksek lisans tezleri arasında kriterlere değinme oranları grafiği

İncelenen doktora tezleri arasında en yüksek oranda değinilen kriter %40 oranında dayanıklılık kriteri olmuştur (Şekil 4.6).

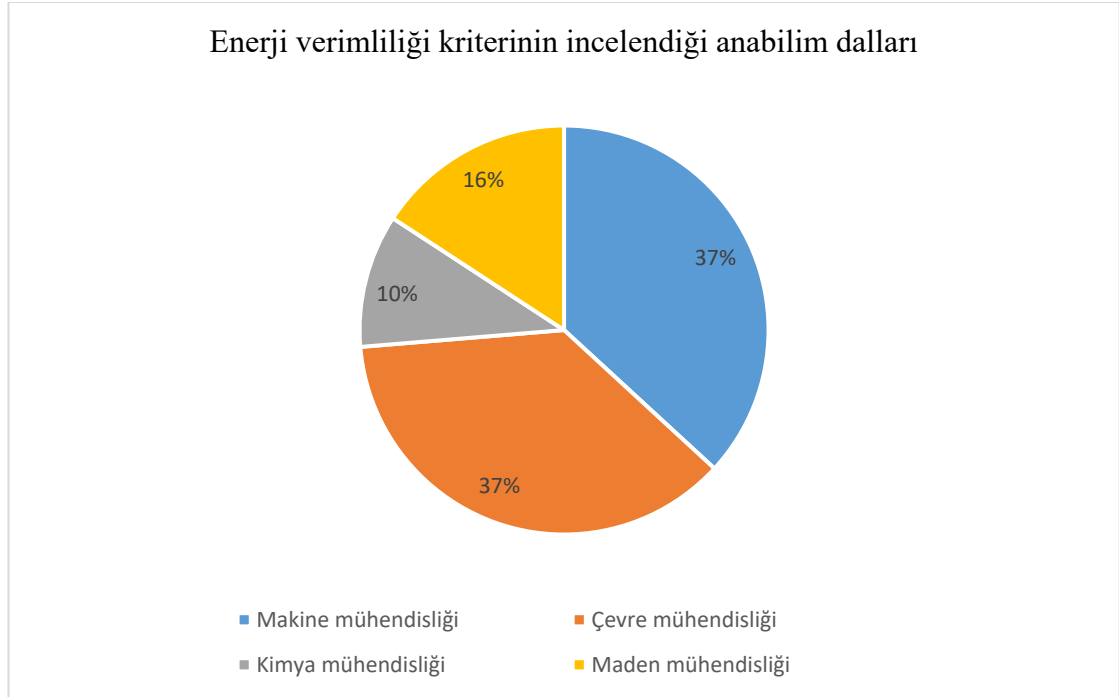


Şekil 4.6 Doktora tezlerinde kriterlere değinme oranları

Tezlerin çevre dostu yapı malzemesi kriterleri bağlamında nasıl bir kapsamda ele alındığına ilişkin irdelemelerde ise aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

- Enerji verimliliği

Bir yapı malzemesi tüm yaşam döngüsü evrelerinde enerji verimliliği sağlamalı; kullanmadığı enerjiyi prosesinde tekrar değerlendirebilmeli ve alternatif enerji üretim çeşitlerini değerlendiriyor olmalıdır. Çimento üretim prosesinde enerji kullanımı fazla olduğunda çevre dostu çimentoda tüm yaşam döngüsü aşamalarında enerji verimliliğinin sağlanması önemli olacaktır. Şekil 4.7.'de verildiği üzere enerji verimliliği kriterine değinen tez sayısı otuz beş (%4) olmuştur.



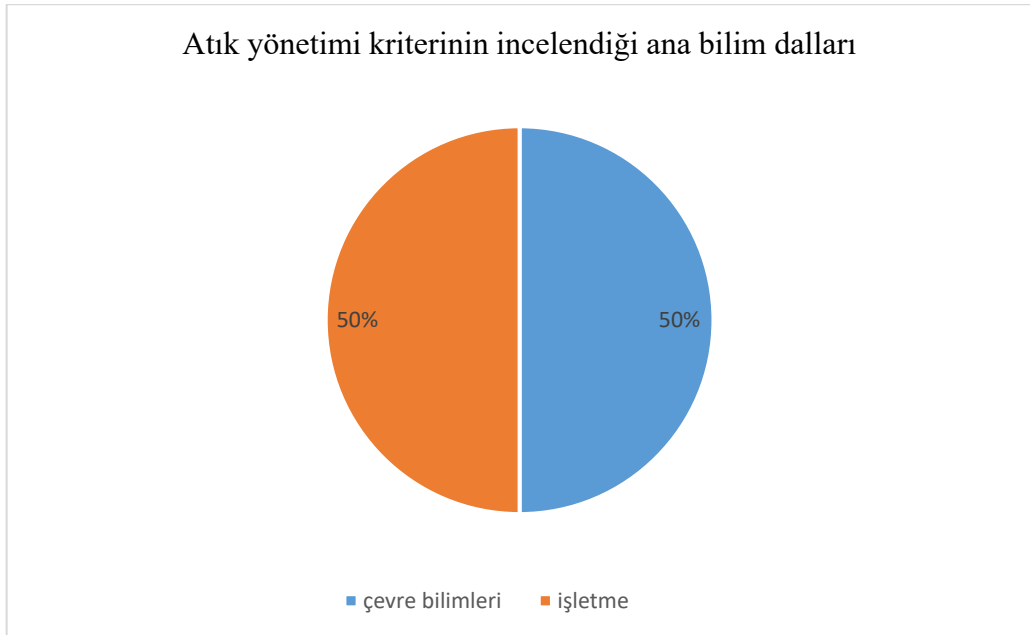
Şekil 4.7 Enerji verimliliği kriterinin incelendiği anabilim dalları

İncelenen tezler içerisinde enerji verimliliği kriterine değinen tezlerin %37'si Makine Mühendisliği ve %37'si ise Çevre Mühendisliği alanlarında üretilmiştir (Şekil 4.7). Enerji verimliliğini ele alan tezlerde üretimde kullanılan ekipmanların analizleri yapılarak enerji israfının bir durum değerlendirilmesi yapıldığı görülmüştür. Çimento üretiminde mineral katkı kullanımı ile enerji tüketiminin azaldığı tespit edilmiş aynı zamanda mineral katkı kullanımının dayanımı artırdığı gözlemlenmiştir. Hammaddeler

öğütülürken klinker ve katkı maddelerinin birlikte öğütülmesinin enerji verimliliği sağladığı tespit edilmiştir. Endüstriyel atıkların çimento üretiminde kullanımı ile klinker elde edilebilmesi için gerekli olan enerji miktarının azaltılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

- Atık yönetimi

Çevre dostu yapı malzemesi kriterlerinden bir diğeri atık yönetimidir. Çimentonun yaşam döngüsü aşamalarına bakıldığında üretim ve yapım aşamalarında atık üretiminin fazla olduğu görülmektedir. Çevre dostu çimento için üretim ve yapım aşamalarında atık yönetimi etkin bir şekilde yapılması gerekmektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında atık yönetimi konusuna değinen tez sayısı yüz yirmi (%13,8) olmuştur. Atık yönetimi kriterini inceleyen tezler arasında anabilim dallarına bakıldığında çevre bilimleri ve işletme anabilim dalları %50 oranında tespit edilmiştir (Şekil 4.8).



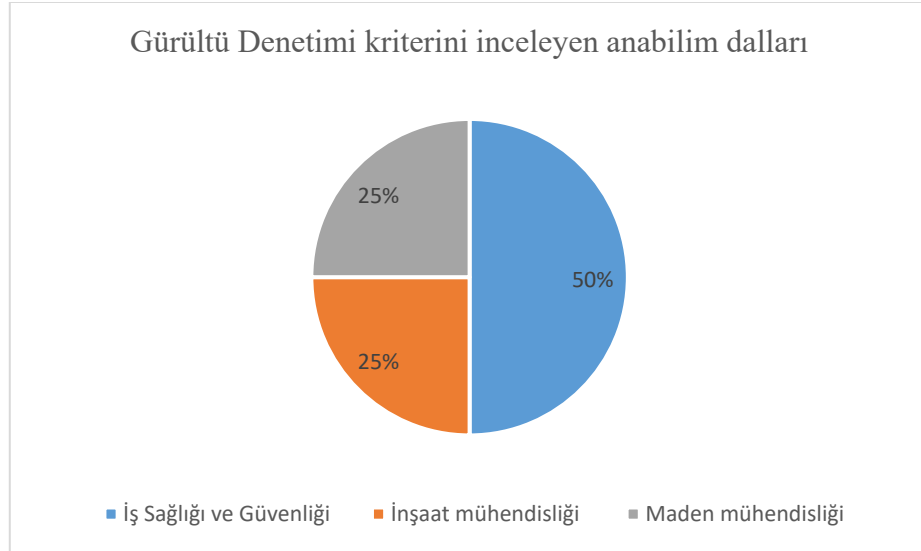
Şekil 4.8 Atık yönetimi kriterinin incelendiği anabilim dalları

Atık yönetimi kriterinin incelendiği tezlerde çevre kirliliğinin azaltılması için hem çimento üretiminde farklı endüstriyel atıkların kullanılabilineceği üzerinde durulmuş hem de çimento üretimi sırasında çıkan atıkların azaltılması yönünde çalışmaların yapılması

gerekliliği üzerinde durulmuştur. Maden atıklarının, atık lastiklerin, inşaat atıklarının, cam fabrikası atıklarının çimento üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

- Gürültü denetimi

Çimentonun yaşam döngüsü aşamaları olan hammaddenin çıkarılması, üretim, yapım, yıkım ve kullanım bakım onarım aşamasında gürültü kirliliğinin ortaya çıktığı görülmektedir. Çimento anahtar kelimesi ile yapılan çalışmalar incelendiğinde gürültü denetimi kriterini ele alan tez sayısının dört (%0,5) olduğu tespit edilmiştir. İncelenen tezler arasında gürültü denetimi iş sağlığı ve güvenliği ana bilim dalında ön plana çıkmaktadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Gürültü denetimi kriterini inceleyen anabilim dalları

Gürültü denetimini ele alan tezlerde hem çevre açısından hem de çalışanlar açısından ölçümlerin değerlendirmelerin yapıldığı görülmüştür. Mevzuatın gerektirdiği gürültü düzeylerine uyulmaya çalışıldığı, patlatma kaynaklı titreşim düzeylerinin yönetmeliklere uygun düzeyde tutulmaya çalışıldığı görülmüştür.

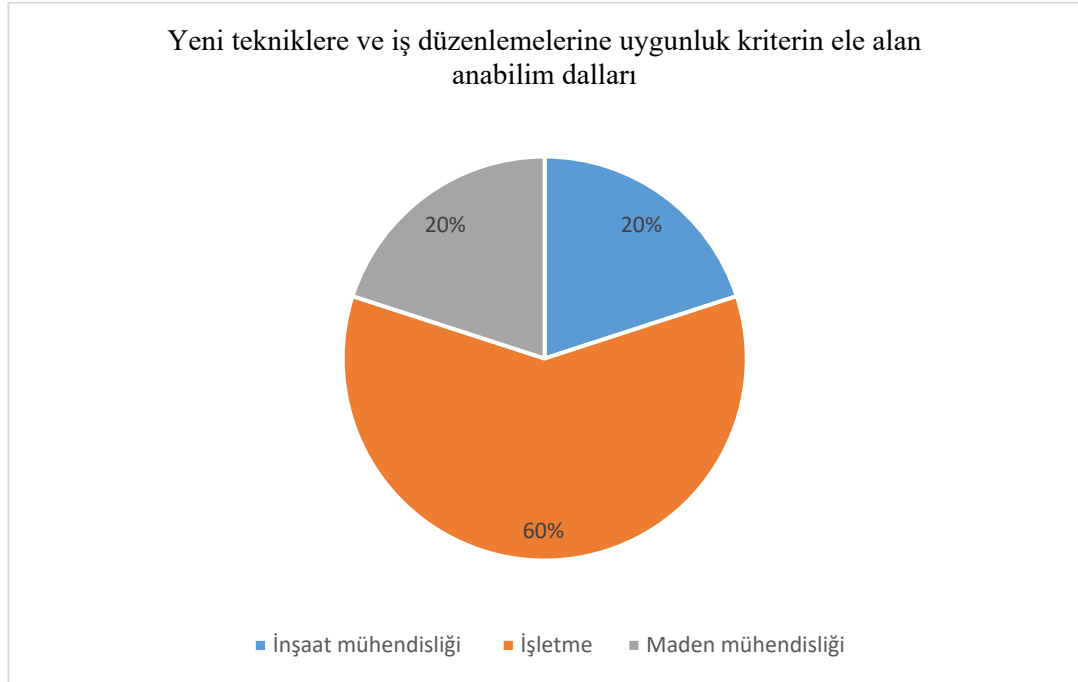
- Uygun teknoloji kullanımı

Çimentonun prosesinin karmaşık olması yaşam döngüsünün tüm aşamalarında uygun teknoloji kullanımını gerekli kılmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde uygun teknoloji kullanımını ele alan tez sayısının on altı (%1,8) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anabilim dallarında %67 ile inşaat mühendisliği ön plana çıkmaktadır. Uygun teknoloji kullanımını kriterine değinen tezlerde uygun ekipman kullanımının enerji verimliliği sağladığı ve üretim maliyetini azaltacağı sonucuna ulaşılmıştır. Teknolojik gelişmelerin takibi ile yapay zekâ ve yazılım iyileştirilmeleri ile üretim prosesinde optimizasyonlar yapılarak enerji, maliyet gibi birçok kalemde kar edilebileceği görülmüştür.

- Yeni tekniklere ve iş düzenlemelerine uygunluk

Çevre dostu yapı malzemesi kriterlerinden biri olan yeni tekniklere ve iş düzenlemelerine uygun olma tüm yaşam döngüsü aşamalarında ele alınması gereken kriterlerdendir. Yapılan incelemelerde yeni tekniklere ve iş düzenlemelerine uygun olma kriterine değinen tez sayısı yirmi sekiz (%3,2) olmuştur. İncelenen tezler arasında yeni tekniklere ve iş düzenlemelerine uygunluk kriteri işletme anabilim dalında en yüksek oranda incelendiği görülmektedir (Şekil 4.10).

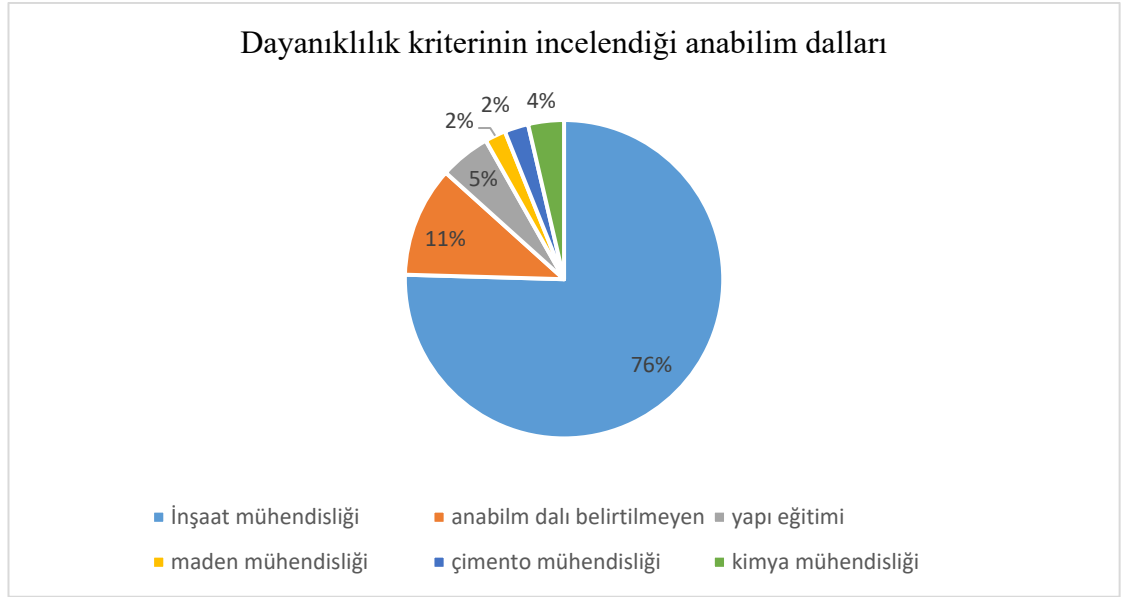


Şekil 4.10 Yeni tekniklere ve iş düzenlemelerine uygunluk kriterini ele alan anabilim dalları

İncelenen tezlerde çimento üretim prosesinin yeni teknik ve iş düzenlemelerine uygun olduğu, yeniliklerle verimliliğinin, dayanımın artabileceği sonucu görülmektedir.

- Dayanıklılık

Bir yapı malzemesinden beklenen en önemli özelliklerden biri dayanıklılıktır. Çevre dostu yapı malzemesinin amacına hizmet edip uzun ömürlü olabilmesi dayanıklı olması ile sağlanacaktır. Yapılan çalışmalarda dayanıklılık kriterine değinen üç yüz yetmiş dört tez ile en yüksek oran %42,9 olmuştur. Dayanıklılık kriteri inşaat mühendisliği anabilim dalında %76 oranında incelenerek en yüksek oranda tespit edilmiştir (Şekil 4.11).



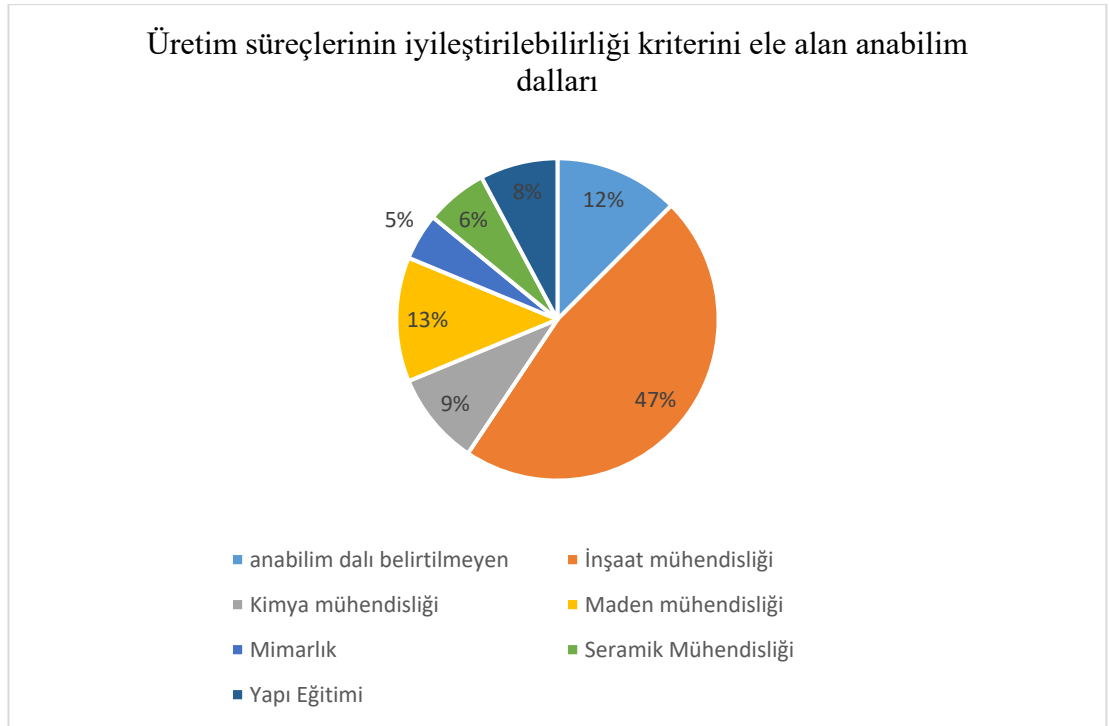
Şekil 4.11 Dayanıklılık kriterini inceleyen anabilim dalları

Dayanıklılık kriterini ele alan tezlere bakıldığında katkı miktarının oranının değiştirilmesi le betonun dayanımının artırıldığı tespit edilmiştir. Sülfat katkılı çimento kullanılarak betonun porozite ve su emme oranının azaldığı görülmüştür. Çimento üretiminde biyopolimer kullanılarak çimentonun mekanik ve durabilite özelliklerinin iyileştirilerek dayanıma katkısının olduğu tespit edilmiştir.

Kimyasal katkı kullanılarak üretilen çimento ile elde edilen betonun priz alma süresinin kısaldığı sonucuna ulaşılmış, bu sayede doğal jips yerine kullanılacağı görülmüştür.

- Üretim süreçlerinin iyileştirilebilirliği

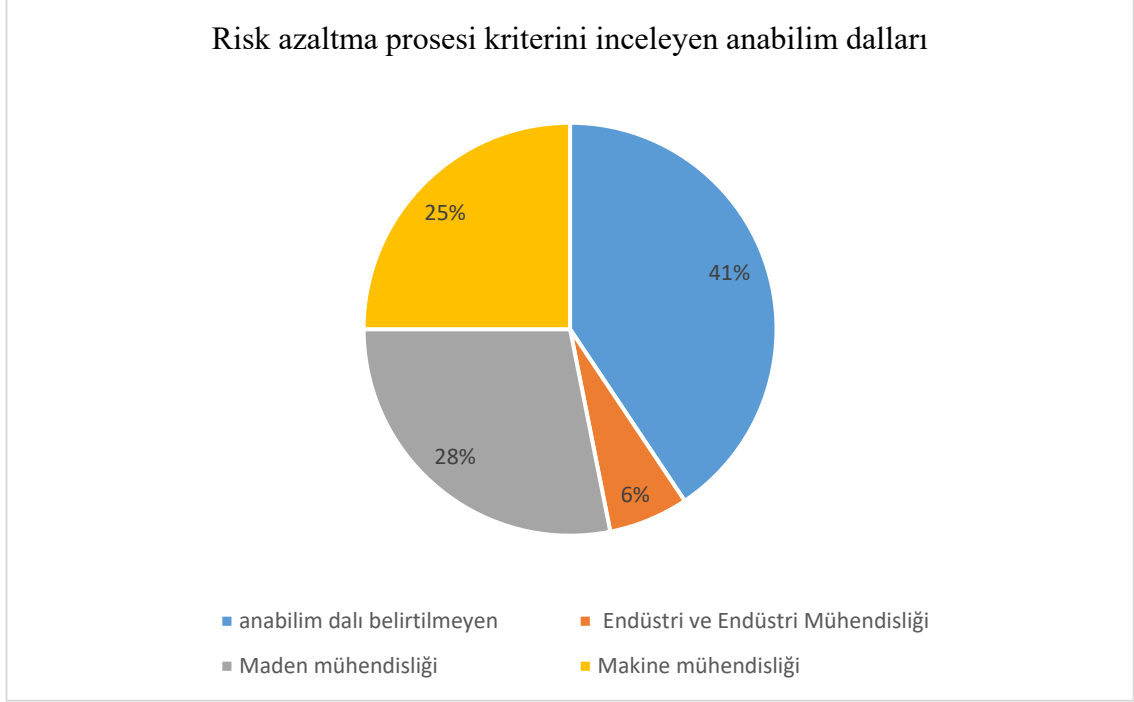
Çevre dostu yapı malzemesinin üretim aşamasında ortaya çıkardığı çevresel etkileri sürekli iyileştirebiliyor olması gerekmektedir. İncelenen tezler arasında üretim süreçlerinin iyileştirilebilirliği konusuna doksan beş tez (%10,9) değinmiştir. Üretim süreçlerinin iyileştirilebilir olması kriteri inşaat mühendisliği anabilim dalında en yüksek oranda (%47) irdelendiği tespit edilmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12 Üretim süreçlerinin iyileştirilebilirliği kriterini ele alan anabilim dalları

- Risk azaltma prosesi

Çimentonun yaşam döngüsü aşamalarına bakıldığında proste en fazla risklerin hammaddenin çıkarılması ve üretim aşamalarında olduğu görülmektedir. Çevre dostu yapı malzemesi kriterlerine göre çevre dostu yapı malzemesi riskleri azaltan prosese sahip olacaktır. Bu riskleri azaltma prosesi kriterine değinen tez sayısı otuz sekiz (%4,4) olmuştur. İncelenen tezler arasında risk azaltma prosesi kriterini inceleyen anabilim dallarının YÖK ulusal tez merkezinde belirtilmediği tespit edilmiştir (%41) (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Risk azaltma prosesi kriterini inceleyen anabilim dalları

İncelenen tezlerde üretim prosesindeki risklerin azaltılması, uygun teknoloji kullanımının ve teknolojik gelişmelerin prosese uyarlanması önemini üzerinde durulmaktadır. Proseste kullanılan her ekipman optimizasyonunun yapılarak elde edilen çimentonun özelliklerinin değişeceği ve bununla birlikte dayanımın değişeceği gözlemlenmiştir.

- İç mekân kalitesi

Çevre dostu yapı malzemesi iç mekân kalitesini yaşam döngüsünün kullanım ve bakım onarım aşamalarında koruyacak özellikte olmalıdır. Çimento konusunu ele alan tezler arasında iç mekân kalitesini ele alan tez bulunmamaktadır.

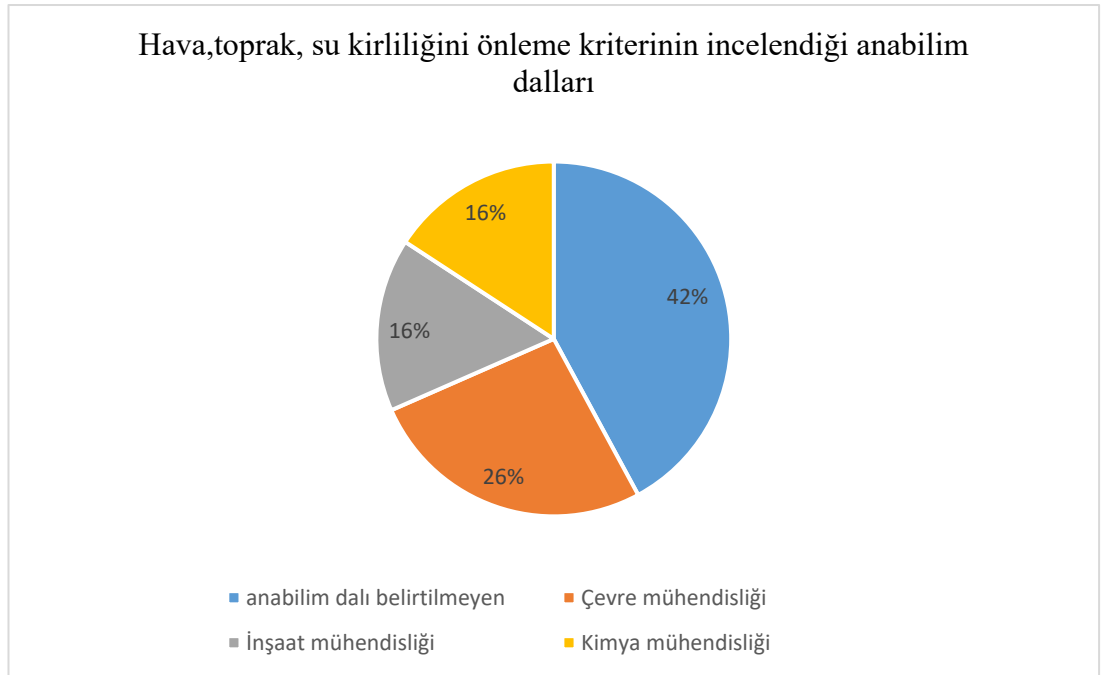
- Su yönetimi

Su miktarının Dünya üzerinde giderek azalıyor olması, yapı malzemeleri için su yönetimini gerekli kılmaktadır. Çevre dostu yapı malzemesi yaşam döngüsünün hammaddenin çıkarılması, üretim, yapım, kullanım ve bakım – onarım, yıkım ve sonrası aşamalarında su yönetimini etkin bir şekilde sağlamalıdır. Çimentonun prosesine bakıldığında su tüketiminin fazla olduğu görülmektedir. Çimentoyu ele alan tezlerde su yönetimi kriterine değinen tez sayısı iki (%0,2) olmuştur. Su yönetimini inceleyen ana

bilim dallarına bakıldığında jeoloji ve maden mühendisliğinde birer tez yapıldığı ve ana bilim dalı belirtilmeyen bir adet tezin olduğu tespit edilmiştir. Atık su artıma tesisinin atıklarının çimento üretiminde kullanımının incelendiği tez iki adet tezde çimentonun dayanımının artmadığı gözlenmiştir.

- Hava, toprak ve su kirliliğini önleme

Çevre kirliliğinin önlenmesi için ilk olarak hava, toprak ve su kirliliğinin önlenmesi gerekmektedir. Çevre dostu yapı malzemesi tüm yaşam döngüsü aşamalarında hava, toprak ve su kirliliğini önler. Çimentoyu ele alan tezler incelendiğinde hava, toprak ve su kirliliğinin önlenmesine değinen tez sayısı yirmi yedi (%3,1) olmuştur. Hava, toprak su kirliliğini önleme kriteri %42 oranında ana bilim dalı belirtilmemiş olan anabilim dallarında incelendiği tespit edilmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Hava, toprak, su kirliliğini önleme kriterini ele alan anabilim dalları

- Geri dönüşüm

Bir çevre dostu yapı malzemesi yıkım ve yıkım sonrası yaşam döngüsü aşamalarında geri dönüştürülebilir olması çevre dostu yapı malzemesi kriterleri arasında yer almaktadır. Yapı malzemesi kendi üretim prosesine dahil olmasa dahi başka ürün üretiminin

prosesine dahil olarak geri dönüştürülebilir olacaktır. İncelen tez özetlerine göre geri dönüşüm kriterine değinen bir tez (%0,1) olmuştur ve inşaat mühendisliği anabilim dalına aittir. Geri dönüşüm kriterine değinen bir adet tezde atık portland çimentosu kullanılmış düşük-orta dayanıma sahip bir harç elde edilmiş ancak düşük karbon ayak izine sahip olduğu tespit edilmiştir.

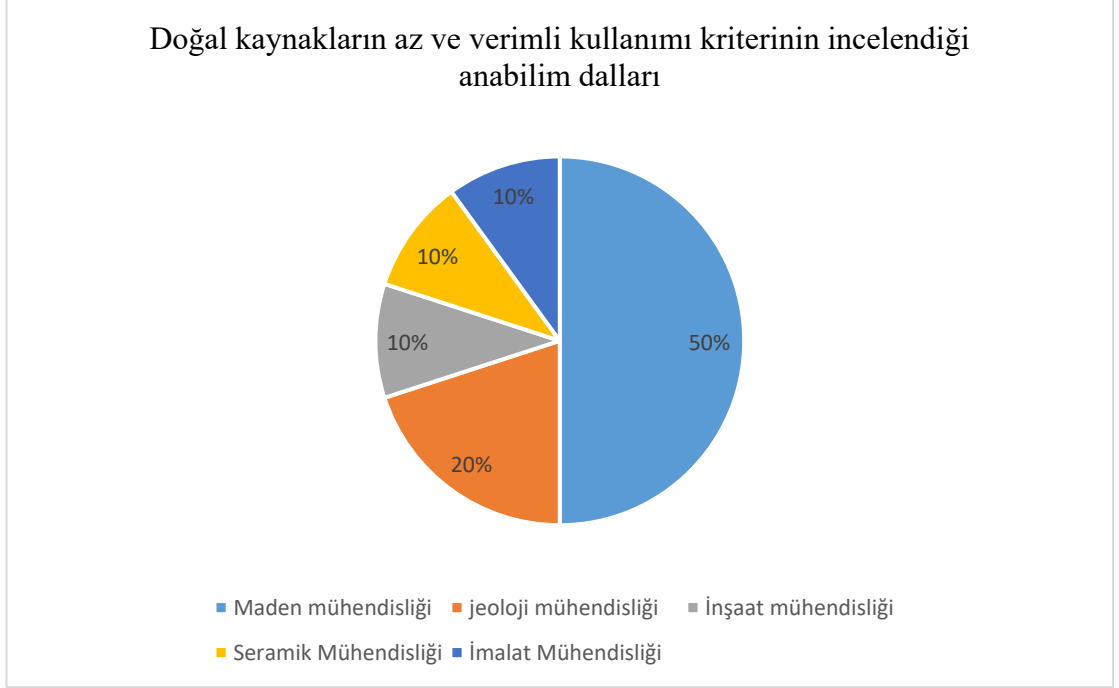
- Yeniden kullanım

Çevre dostu yapı malzemesinin yıkım ve yıkım sonrası yaşam döngüsü aşamalarında yeniden kullanımı sağlanarak en az atık ile çevre kirliliğinin önüne geçilecektir. Tez özetlerine bakıldığında yeniden kullanım kriterine bir tez (%0,1) değinmiştir. Yeniden kullanım kriterini inceleyen tez çimento mühendisliği anabilim dalında hazırlanmıştır.

Çimentonun yeniden kullanımının kentsel dönüşüm çalışmalarının arttığı ve ülkeler için bu inşaat atıklarının büyük çevresel sorunlar oluşturması bu atıkların yeniden kullanımını incelenmesinin önemi üzerinde durulmuştur. Geri kazanılmış çimento farklı performans özelliklerine sahip çimentoların elde edildiği görülmüştür.

- Doğal kaynakların az ve verimli kullanımı

Çimentonun üretim prosesine bakıldığında hammaddelerini doğal kaynaklardan elde ettiği görülmektedir. Doğal kaynakların sınırlı olması çevre dostu yapı malzemesi için doğal kaynakların az ve verimli kullanımını gerekli kılmaktadır. Çimentonun hammadde çıkarılması yaşam döngüsü aşamasında doğal kaynakları az ve verimli kullanması sağlanarak çevre dostu olması sağlanacaktır. İncelenen tezlerde doğal kaynakların az ve verimli kullanımı kriterini ele alan on iki tez (%1,4) olmuştur. Doğal kaynakların az ve verimli kullanımı kriteri %50 oran ile maden mühendisliği ana bilim dalında incelendiği tespit edilmiştir (Şekil 4.15).

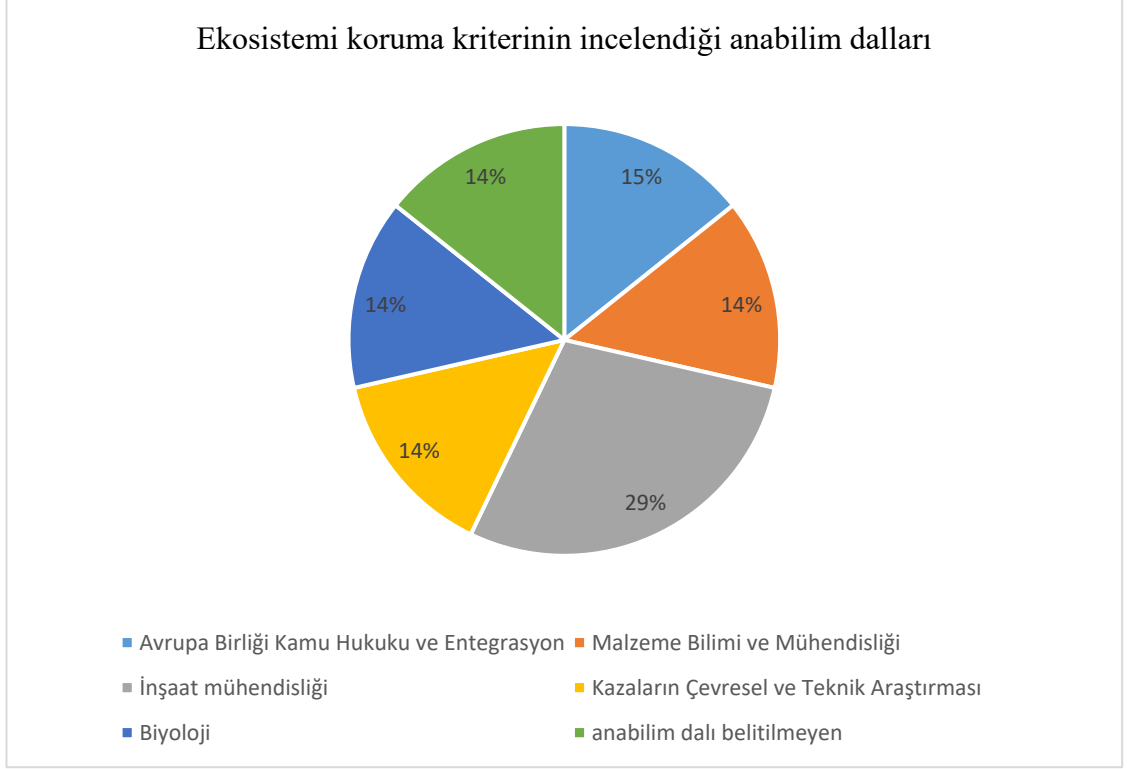


Şekil 4.15 Doğal kaynakların az ve verimli kullanımı ele alan anabilim dalları

Doğal kaynakların az ve verimli kullanımı için hammadde olarak alternatif hammaddelerin ve çeşitli atıkların kullanılabileceği tespit edilmiştir.

- Ekosistemi koruma

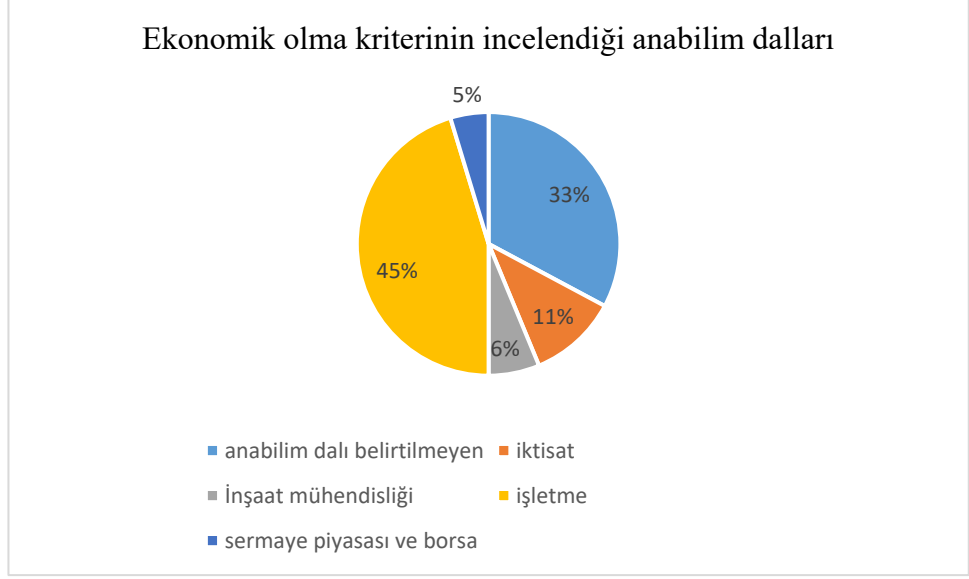
Çevre dostu yapı malzemesi en az çevresel etki tüm yaşam döngüsü aşamalarında içinde bulunduğu ekosistemi korumalıdır. İncelen tezlere göre ekosistemi koruma kriterini ele alan yedi tez (%0,8) tez tespit edilmiştir. Ekosistemi koruma kriteri %29 oran ile inşaat mühendisliği anabilim dalında en yüksek oranda incelenen kriter olmuştur (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Ekosistemi koruma kriterini ele alan anabilim dalları

- Ekonomik olma

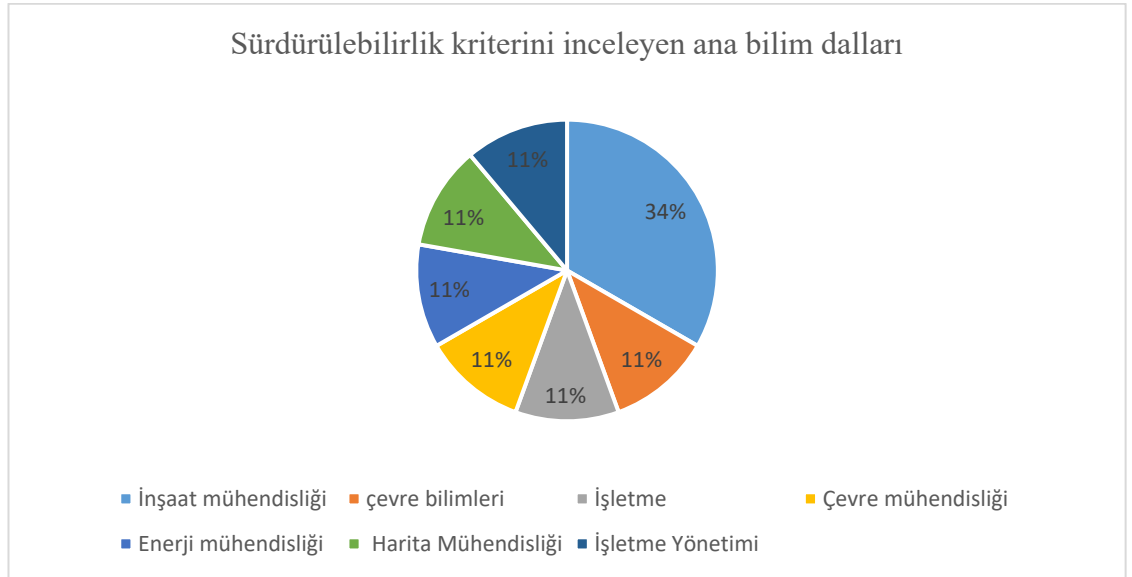
Yaşam döngüsünün tüm aşamalarında ekonomik olan karlılık sağlayan yapı malzemesi çevre dostu yapı malzemesi olacaktır. Çimentoyu ele alan tezlere bakıldığında altmış sekiz tez (%7,8) ekonomik olma kriterine değinmiştir. Ekonomik olma kriteri %45 oran ile işletme anabilim dalında en yüksek oranda incelenen kriter olmuştur (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Ekonomik olma kriterini ele alan anabilim dalları

- Sürdürülebilirlik

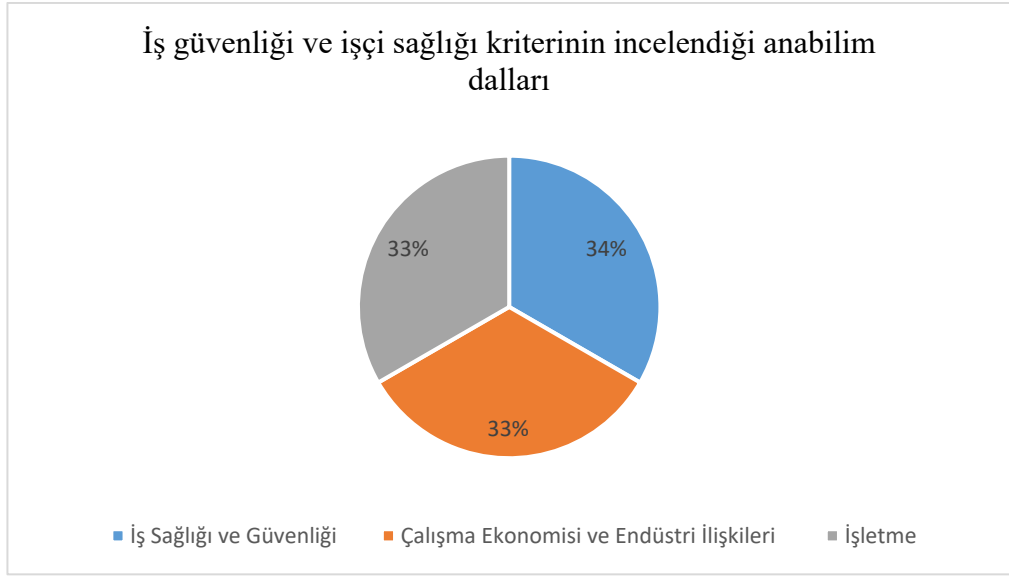
Çevre dostu yapı malzemesi tüm yaşam döngüsü aşamalarında sürdürülebilir olmalıdır. Sürdürülebilirlik çevresel etkilerin en aza indirilerek çevre dostu yapı malzemesi kriterleri içinde en önemli kriterlerden biridir. İncelenen tezlerde sürdürülebilirlik kriterine değinen on tez (%1,1) olmuştur. Sürdürülebilirlik kriteri anabilim dalları içerisinde %34 oranında inşaat mühendisliği anabilim dalında incelenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Sürdürülebilirlik kriterini ele alan anabilim dalları

- İş güvenliği ve işçi sağlığı

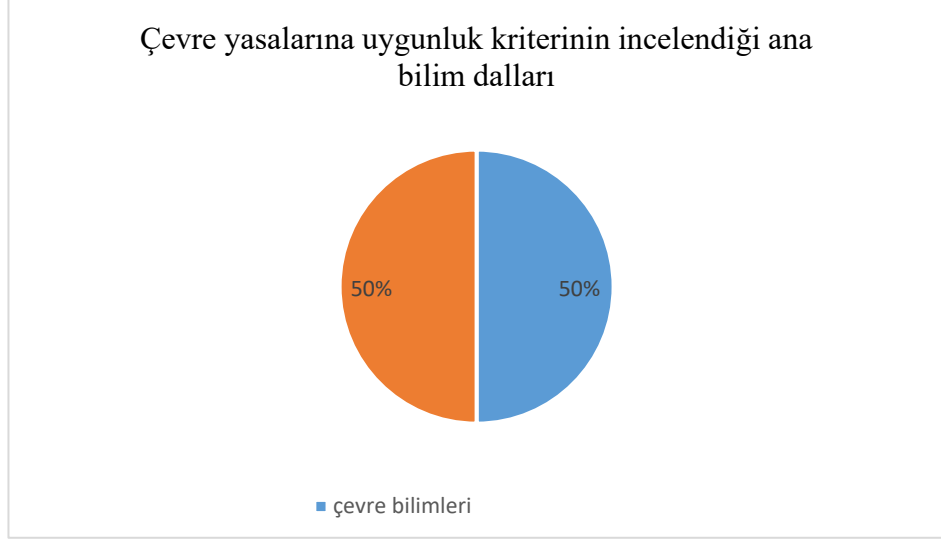
Yapı malzeme çevre dostu olma kriterleri arasında yer alan iş güvenliği ve işçi sağlığı tüm yaşam döngüsü aşamalarında önemli bir kriterdir. Üretimin ve üretimi yapan işçilerin sağlığını koruyup iş güvenliği sağlayan yapı malzemesi çevre dostu olacaktır. Çimentoyu ele alan tezlerin incelemesinde iş güvenliği ve işçi sağlığını irdeleyen tez sayısı on sekiz (%2,1) olarak tespit edilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği kriteri %34 oranında iş sağlığı ve güvenliği anabilim dalında incelendiği tespit edilmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 İş güvenliği ve işçi sağlığı kriterini ele alan anabilim dalları

- Çevre yasalarına uygunluk

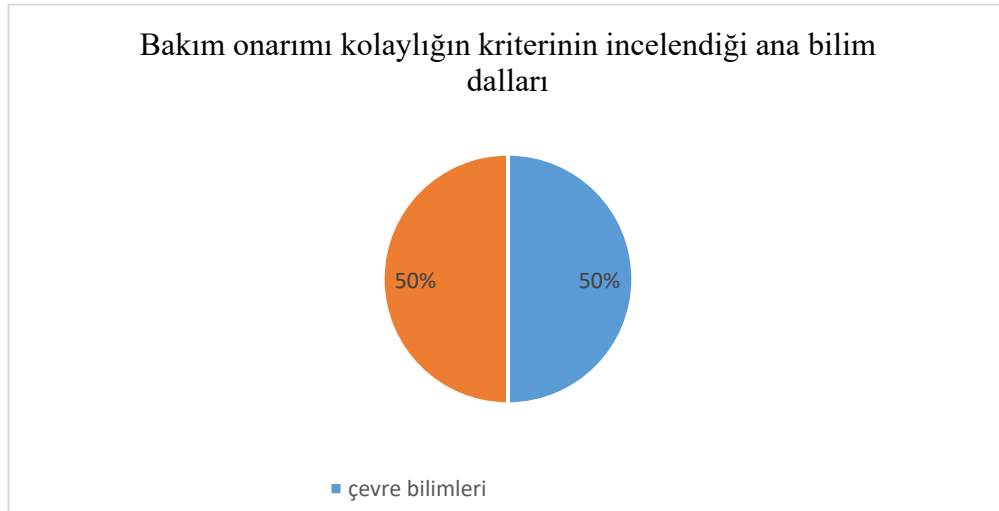
Her ülkede yapı malzemelerinin çevresel etkilerin en aza indirilebilmesi için tüm yaşam döngüsü aşamalarında uyulması gereken bir mevzuat yani çevre yasaları vardır. Çevre dostu yapı malzemesi bu çevre yasalarına uygun olmalıdır. Çalışma kapsamında incelenen tezlerde çevre yasalarına uygunluk kriterine değinen dört tez (%0,5) olmuştur. Çevre yasalarına uygunluk kriteri en yüksek oranda çevre bilimleri ve işletme anabilim dallarında incelendiği tespit edilmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 Çevre yasalarına uygunluk kriterini ele alan anabilim dalları

- Bakım onarım kolaylığı

Yapı malzemeleri üretilip uygulandıktan sonra yanı kullanım ve bakım-onarım yaşam döngüsü aşamasında bakım-onarımı kolaylığı sunmalıdır. Çimentoyu ele alan tezlerin incelemesinde bakım-onarım kolaylığına değinen on iki tez (%1,4) tespit edilmiştir. Bakım onarım kolaylığı kriteri en yüksek oranda çevre bilimleri ve işletme anabilim dallarında incelendiği tespit edilmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21 Bakım onarım kolaylığı kriterini inceleyen anabilim dalları

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünyada yaşanan çevresel sorunlar nedeniyle, pek çok yaşamsal unsur gibi yapı malzemelerinin de çevresel etkilerinin önemi artmakta ve bu konuda gelecek nesillere daha yaşanabilir bir Dünya bırakılabilmesi için yapılacak çalışmaların da artırılması gerekmektedir.

Çevre kirliliğinin azaltılması için çevre dostu yapı malzemesi kullanılmalıdır. Konu ile ilgili literatür çevre dostu yapı malzemesi elde edilebilmesi için sistematik ve detaylı bir inceleme sunan yaşam döngüsü değerlendirme yöntemini önermektedir. Bu yöntem yapı malzemesinin çeşitli aşamalarda ele alınarak irdelenmesini zorunlu kılmaktadır. Buna karşın çimento yapı malzemesi üzerine yapılan tezler incelendiğinde, yaşam döngüsü değerlendirme yöntemine değinilen tezlerin çoğunlukla bu değerlendirme sistemi içindeki tek bir aşamaya ya da tek bir kritere odaklandıkları görülmektedir. Oysa çevre dostu bir çimento için tüm yaşam döngüsü aşamalarında kriterlerin değerlendirilmesi ve ortaya çıkan çevresel etkilerin önlenmesine yönelik çalışmaların yapılması uygun olacaktır.

Çevre dostu çimento yapı malzemesi için çimentonun incelendiği tüm ana bilim dallarında çalışmaların yeterli sayıda olmadığı görülmektedir. İnşaat mühendisliği ana bilim dalında betonun ana bileşenlerinden biri olmasından dolayı çimentoyu ele alan lisansüstü tez çalışmalarının yüzde olarak fazla olduğu tespit edilmiştir. Betonun bileşenlerinden olması nedeni ile çimentonun dayanımı üzerinde çalışmaların fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun oluşmasında kentsel dönüşüm çalışmalarının, büyük ve küçük ölçekli birçok projenin olmasının payı büyüktür.

Üretimi her geçen gün artan ve çevresel etkileri fazla olan çimentonun çevre dostu bir yapı malzemesi olması için tüm anabilim dallarında ve disiplinlerde çalışmaların artırılması faydalı olacaktır.

Yapılan tez incelemelerine göre elde edilen verilerden şu sonuçlara varılmaktadır. En yüksek oranda değinildiği tespit edilen dayanıklılık kriterine göre yapılan çalışmalarda üç yüz yetmiş dört tezde çimentonun dayanıklılığı ya da çimentonun bileşeni olduğu üretimlerde çimentonun dayanıklılığı nasıl etkileyeceği irdelenmiştir. Çimentonun yapı

sektörü içinde en çok kullanılan yapı malzemesi olması bu durumun ortaya çıkmasında en önemli etmen olmuştur.

Atık yönetimi kriterine bakıldığında çalışmaların sayısının yüksek olması dikkat çekmektedir. Yapılan yüz yirmi tezde bağlayıcı madde olan çimento yerine farklı atıkların kullanılması ya da çimento bileşenlerinde farklı endüstriyel atıkların değerlendirilmesi hususunun irdelendiği görülmüştür. Atıkların çimentonun bileşimine etkisi araştırılmıştır.

Çimento yapı malzemesi üretilirken üretimin sağlıklı bir şekilde olması ve çimento üretiminin geliştirilebilmesi için üretim süreçlerinin iyileştirebilir olması önem arz etmektedir. Yapılan çalışmaların doksan beş tanesinde malzemenin ve üretim hattının geliştirilmesi için iyileştirilmelerin yapıldığı görülmüştür.

Çimento üretiminin Dünya pazarında önemli bir yer tutuyor olması çimento üretiminin ekonomik ve karlı olmasını gerekli kılmıştır. Yapılan çalışmaların altmış sekiz adedinde çimentonu üretiminin ekonomik olarak gerçekleştirilmesi için incelemeler yapılmış, aynı zamanda karlılık getirecek uygulamalardan bahsedilmiştir.

Çimento üretiminin prosesinin karmaşık bir proses olması riskleri azaltacak proses ihtiyacını ön plana çıkarmıştır. Yapılan otuz sekiz tezde proseste riskleri azaltacak sistemler ve uygulamalar üzerine çalışmalar yürütülmüştür.

Çimento üretiminde enerji gereksinimi fazladır. Çimento bileşiminde yer alan klinkerin elde edilmesi için yüksek sıcaklığa ihtiyaç vardır. Bu enerji için petrol ve türevleri kullanılmaktadır. Enerjinin petrol ve türevlerinden elde edilmesi çevre kirliliğini artıran en önemli unsurlardandır. İncelenen çalışmaların otuz beş adedinde enerji verimliliği, atıktan üretilmiş enerji, atık ısının geri kazanımı üzerine çalışmaların yapıldığı tespit edilmiştir.

Her üretim prosesi yeniliğe açık olmalı, yeni tekniklere ve verimliliği artırmak üzerine yapılan iş düzenlenmelerine uygun olmalıdır. Çimento üretimi yeni tekniklerin uygulanabildiği ve verimliliği artıracak tekniklerin uygulanabileceği üretim hattına sahiptir. Çimento üzerine yapılan çalışmalardan yirmi sekizinde yeni tekniklere ve iş düzenlemelerine uygunluğun irdelendiği saptanmıştır.

Çevre denildiği zaman aklımıza gelen hava, toprak ve su unsurlarıdır. Yaşadığımız çevrenin sağlıklı bir çevre olarak nitelendirilmesi için hava, toprak ve suyun korunması gerekir. Çevre kirliliği hava, toprak ve suyun kirlenmesi ile meydana gelir. Çimento üretimi yaydığı kirleticiler ile hava, toprak ve suyun kirlenmesine neden olur. Yapılan çalışmalara bakıldığında yirmi yedi tezin çimento üretiminde hava, toprak ve suya bırakılan emisyonlardan, atıklardan bahsedilerek bu kirliliklerin nedenleri ve bu nedenlerin sonuçları üzerinde durulmuştur.

Bir üretim yerinde üretilen malzemenin niteliğini ve çevre dostu olmasını etkileyecek unsurlardan biri çalışanların ve iş güvenliğinin sağlanması olacaktır. Çimento üzerine yapılan çalışmaların on sekizinde iş güvenliği ve işçi sağlığına yönelik değerlendirmeler yapılmış ve geliştirilmesine yönelik öneriler verilmiştir.

Yapı malzemelerinin üretiminde kullanılan her ekipman teknolojinin gelişmesiyle, değişime uğramaktadır. Üretiminde kullanılan her ekipman çağın gerektirdiği gelişmeyi teknolojiyi takip ediyor olması çevre dostu malzeme üretimini hızlandıracak etkiye sahip olacaktır. Yapılan çalışmalarda uygun teknolojinin kullanılmasına on altı tezde değinildiği görülmüştür.

Bir yapı malzemesi kullanımı ile bakım onarıma ihtiyaç duyması kaçınılmazdır. Çevre dostu yapı malzemesinin bakım onarımı kolay ve en kısa sürede yapılmalıdır. Bakım onarımı yapılan yapı malzemesinin kullanılabilirliği yüksek oranda devam edebilmelidir. İncelenen çalışmalarda on iki tezde bakım onarım kolaylığına değinildiği sonucuna varılmıştır.

Çimento yapı malzemesi üretimi için gerekli hammaddeyi doğal hammaddelerden karşılamaktadır. Çevre dostu yapı malzemesi doğal kaynakları olabildiğince az ve verimli kullanılmalıdır. Doğal kaynakları mümkün olduğunca az kullanan çevre dostu yapı malzemesi çevresel etkileri en aza indirmede önemli rol oynayacaktır. İncelenen çalışmalarda on iki tezde doğal kaynakların az ve verimli kullanımına değinildiği tespit edilmiştir.

Çevre dostu yapı malzemesi tüm yaşam döngüsü aşamalarında sürdürülebilirlik konusu gözetmeli ve geliştirip korumalıdır. Yapılan çalışmalara bakıldığında on tezde sürdürülebilirlik kavramı üzerinde çalışıldığı görülmüştür.

Çevre dostu yapı malzemesi çevre ile etkileşimde olduğu ekosistemi her yönüyle korumalıdır. Yapılan çalışmaların yedisinde ekosistemin korunması kriteri üzerinde durulmuştur.

Çevre dostu yapı malzemesi üretilirken hem çevre hem de çalışanları için gürültüyü olabilecek düzeyde tutmalıdır. Çimentonun üretiminde hammaddenin elde edilmesi ile başlayan süreç çevresine yaydığı gürültü ile gürültü kirliliğine neden olmaktadır. Çevre dostu ürün çevresel etkileri en az olan ürün olduğu için çevre dostu çimento için gürültü kirliliğinin kabul edilebilir düzeylere inmesi sağlanırsa çevre dostu çimento elde edilebilecektir. Çimentoyu ele alan çalışmalardan dört tezde gürültü denetimi kriteri değerlendirilmiştir.

Yapı malzemeleri üretilirken ve tüm yaşam döngülerinde uyulması gereken bir mevzuat vardır. Çevre yasalarına uygun üretim yapmak çevre dostu üretim yapmanın yasal dayanağını oluşturması hususunda ve standart bir üretimin oluşması için önem arz eder. Yapılan çalışmalardan dört tezde çevre yasalarına uygunluk değerlendirilmiştir.

Çevre kirliliği ile su kaynakları giderek azalmaktadır. Gelecek nesillere sağlıklı su kaynakları bırakılması için çevre dostu yapı malzemeleri su yönetimini etkin bir şekilde sağlamalıdır. Yapılan çalışmalarda su yönetimi kriterine değinen iki tez tespit edilmiştir. Bir yapı malzemesinin yıkım evresinden sonra geri dönüşümü ve yeniden kullanılması çevre kirliliğinin azaltılmasında büyük rol oynamaktadır. Kentsel dönüşüm uygulamalarının arttığı günümüzde atık betonların çimento üretimine katılıyor olması çevre kirliliğinin önemli bir adımını engellemiş olacaktır. Bu şekilde alternatif hammadde kullanılmış olarak atık miktarı azaltılacaktır. İncelenen tezler arasında geri dönüşüm ve yeniden kullanım kriterlerine değinen birer tez tespit edilmiştir.

Çimentonun çevre dostu yapı malzemesi olma kriterlerine göre yapılan çalışmalar yaşam döngüsü aşamaları ile değerlendirilmiştir. Dayanıklılık kriteri en fazla irdelenen kriter olmuştur. Atık yönetimi ve üretim süreçlerinin iyileştirilmesi kriterleri diğer oran olarak

üzerinde çalışmanın fazla olduğu kriterler olmuştur. Geri dönüşüm, yeniden kullanım, su yönetimi ve iç mekân kalitesi oran olarak üzerinde en az durulan kriterler olmuştur. Ancak çevre dostu yapı malzemesi enerji etkin olmalıdır, sürdürülebilir enerji kullanmalıdır. Ekolojiyi desteklemelidir. Ekonomik ve karlı olmalıdır. Doğal kaynakları az ve verimli kullanarak, ekosistemi korumalıdır. Bakım ve onarımı kolay olmalı, olabildiğince az atık üretmeli ürettiği atığı geri dönüştürebilmelidir. Hava, toprak ve suyu kirleten etmenleri tespit ederek, kirliliği kaynağında engellemelidir. Uygulanmasının yapıldığı iç mekânlarda iç mekân kalitesini korumalıdır. Dayanıklı yapı malzemesi olarak, riskleri en aza indirecek prosese sahip olmalıdır. Yenilikleri tasarımda ve iş düzenlemelerine kolayca entegre edebilmeli, çevre yasalarına uyarak etkin bir çevre yönetimi yapmalıdır. Uygun teknolojiyi kullanmalı, gürültü kirliliğini engellemelidir. Üretim süreci sürekli gelişmeye açık olmalı, iş güvenliği ve işçi sağlığını koruyup, önlemler almalıdır.

Sonuç olarak çevre dostu çimento için çimentonun tüm yaşam döngüsü aşamalarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Çevre dostu yapı malzemesi kriterleri üzerinde çalışmalar değerlendirildiğinde üretiminin miktar olarak fazla olduğu, hammadde, enerji su tüketimi ile çevresel etkilerinin fazla olduğu çimentonun çevre dostu olabilmesi için;

- Geri dönüşüm, yeniden kullanım kriterlerine kentsel dönüşüm çalışmalarının hız kazandığı günümüz koşulları da göz önünde bulundurularak atık betonun çimento üretiminde değerlendirilmesi hususunda çalışmaların yapılması önem arz edecektir.
- Üretiminde her bakımdan geri kazanımların artırılması ile ekonomik ürün elde edilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.
- Atık yönetimine farklı endüstriyel atıkların üretimde kullanılması üzerine çalışmalar yapılmalıdır.
- Su yönetimi ve çevre yasalarına uygun üretim kriterleri kapsayacak çalışmaların artırılması gereklidir.
- Teknolojinin gelişmesinin ivmesinin hız kazandığı günümüzde çağın gereklerine uygun ekipman seçimi uygun olacaktır. Bunu sağlamak yeniliklerin takibi ve çalışmalarla mümkün olacaktır.

- Doğal kaynakların az ve verimli kullanımı için atık yönetiminin daha etkin bir şekilde yapılmalıdır.
- Çimento üretimi için daha az enerji kullanan ve alternatif enerji sistemlerinin geliştirilmesi gereklidir.
- Çimentonun iç mekân kalitesi ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır.
- Yapı malzemesinin çevre dostu olması için tek bir yaşam evresinde değil bütün yaşam evrelerinde değerlendirilmesi gerektiği, bunun için en uygulanabilir yöntemin yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi olduğu sonuçlarına bu tez çalışması kapsamında ulaşılmıştır.

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara bakıldığında bir kriter üzerinde yapılacak çalışmanın tek bir kriteri iyileştirmekle kalmayacağı diğer kriterler üzerinde de olumlu etkileri olacağı görülmüştür. Buradan hareketle her bir anabilim dalında yapılacak farklı çalışmaların diğer anabilim dalları için yol gösterici olacağı ve çevre dostu çimento kriterlerinin tüm yaşam döngüsü aşamalarında ele alınması ile çimentonun çevre dostu bir yapı malzemesi özelliği kazanacağı görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Batıçim Çimento üretim aşamaları. (t.y.). Erişim adresi:
<https://www.baticim.com.tr/cimento-hakkinda-bilgiler/cimento-uretim-asamalari>.
- Bignozzi, M.H., (2011). Sustainable Cements for Green Buildings Construction. *Procedia EngineerinG*. 21, 915-921. doi: [10.1016/j.proeng.2011.11.2094](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2094)
- Chang, J., Cho, Y. ve Lin, Y. (2021). *Regeneration of heavy metal contaminated soils for cement production by cement kiln co-processing* . Resources, Conservation & Recycling.176.doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105909.
- Çankaya, S. (2018). *Çimento Üretiminde Çevresel Sürdürülebilirlik İçin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi* (Doktora Tezi). Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü.
- Çankaya, S., ve Pekey, B. (2019). A comparative life cycle assessment for sustainable cement production in Turkey. *Journal of Environmental Management*,24,.doi: [10.1016/j.jenvman.2019.109362](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109362)
- Çelebi, G., Gültekin, A.B., Harputlugil G., Bedir, M. ve Terci, A. (2008), *TMMOB Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi Yayınları*, 2. SMGM (Sürekli Merkezi Gelişim Merkezi) Koruma Programı Eğitimi, Ankara.
- Dikmen, Ç. B. (2011). Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi. *Politeknik Dergisi*, 14. (2), 121-134.
- Dilaver, D. (2005). *Yapı Ürünlerinin Çevre ile İlişkisi Kapsamında Çevre Dostu Üretimi*, (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Galvez-Martos, J. ve Schoenberger, H. (2014). An analysis of the use of life cycle assessment for waste co-incineration in cement kilns. *Resources, Conservation and Recycling*, 86,118-131.doi: [10.1016/j.resconrec.2014.02.009](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.02.009)
- Gültekin, A. B. (2006). *Yaşam Döngüsü Değerlendirme” Yöntemi Kapsamında Yapı Ürünlerinin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Model Önerisi*. (Doktora Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gültekin, E. (2014). *Metakaolin Katkılı Taşıyıcı Hafif Betonun Yüksek Sıcaklık Altındaki Davranışının İncelenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi). Elazığ: Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gündüzalp, A. A. ve Güven, S. (2016). *Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği*. Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi.

- Gürsel, A. ve Meral, Ç. (2012). Türkiye'de Çimento Üretiminin Karşılaştırmalı Yaşam Döngüsü Analizi. 2. *Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, 13 – 16 Eylül 2012, İzmir, Türkiye*. İzmir: Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü.
- Hacıyusufoğlu, B. (2010). *Farklı Tip Çimento Betonların Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi ve Leed Sertifikalı Binalara Etkisi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Harris, D.J. (1999). A quantitative approach to the assessment of the environmental impact of building materials. *Building and Environment*. 34, 751-758. doi: 10.1016/S0360-1323(98)00058-4
- Hazır Beton Yaşam Döngüsü Rehberi. (2021). Erişim adresi: <https://www.thbb.org/teknik-bilgiler/rehberler/hazir-beton-yasam-dongusu-rehberi/>
- Hazır Beton Sektör Raporu. (2021). Erişim adresi: <https://www.thbb.org/media/563130/2021-haz%C4%B1r-beton-sekt%C3%B6r->
- Juarez, R.I.C. ve Finnegan, S. (2021). The environmental impact of cement production in Europe: A holistic review of existing EPDs. *Cleaner Environmental Systems*.3, doi: [10.1016/j.cesys.2021.100053](https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100053)
- Karakoç, A. (2017). *A Brief Review on Sustainability Criteria for Building Materials*. JOJ Material Science. 2(1).doi: 10.19080/JOJMS.2017.02.555579
- Khoshnava, S.M., Rostami, R., Valipour, A., Ismail, M. ve Rahmat, A.R. (2018). Rank of green building material criteria based on the three pillars of sustainability using the hybrid multi criteria decision making method. *Journal of Cleaner Production*,173, 82-99. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.10.066
- Ljungberg, L. Y. (2007). Materials selection and design for development of sustainable products. *Materials & Design*, 28, 466-479.
- Manjunatha, M., Preethi, S., Mounika, H. G. ve Niveditha, K. V. (2021). Life cycle assessment (LCA) of concrete prepared with sustainable cement-based materials. *Materials Today: Proceedings*,47, 3637-3644. doi: [10.1016/j.matpr.2021.01.248](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.248)
- Meshram, R.B. ve Kumar, S. (2021). Comparative life cycle assessment (LCA) of geopolymer cement manufacturing with Portland cement in Indian context. *International Journal of Environmental Science and Technology*. doi: /10.1007/s13762-021-03336-9
- Ortiz, O., Castells, F. ve Sonnemann, G. (2007). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *ScienceDirect*.23(2009), 28-39. doi: doi: 10.1016/j.conbuildmat.2007.11.012.

- Park, J., Yoon, J. ve Kim, K.H. (2017). *Critical Review of the Material Criteria of Building Sustainability Assessment Tools*. Sustainability.9,186. Doi:10.3390/su9020186
- Portalatin, M., Koepke, K., Roskoski, M. ve Shouse, T. (2010). *Green Building Rating Systems*. Houston: IFMA Foundation.
- Seyler, C., Stoy,C., Lützelschwab, I. ve Kytzia, S.(2006). *Indicators for the ecological planning of buildings*. Eco-Architecture: Harmonisation between Architecture and Nature.86, 227-236. doi. 10.2495/ARC060231.
- Spiegel, R. ve Meadows, D. (2012). *Green building materials: A guide to product selection and specification*. John Wiley & Sons.
- Stafford, F.N., Dias, A.C., Arroja, L., Labrincha, J.A. ve Hotza, D. (2016). Life cycle assessment of the production of Portland cement: a Southern Europe case study. *Journal of Cleaner Production*, 126,159-165.doi: org/10.1016/j.jclepro.2016.02.110
- Stafford, F.N., Raupp-Pereira, F., Labrincha, J.A. ve Hotza, D. (2016). Life cycle assessment of the production of cement: A Brazilian case study. *Journal of Cleaner Production*. 137,1293-1299. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.050
- Statista. (t.y). Statista. Erişim adresi:
<https://www.statista.com/statistics/267364/world-cement-production-by-country/>
- Şimşek, O. (2019). *Yapı malzemeleri- 2*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- T.C Sanayi Bakanlığı. (2020). *Çimento Sektör Raporu*. Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü.
- T.C Sanayi Bakanlığı. (2021). *Çimento Sektör Raporu*. Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü.
- Takano, A., Hughes, M. ve Winter, S. (2014). *A multidisciplinary approach to sustainable building material selection: A case study in a Finnish context*. Building and Environment. 82, 526-535.doi: 0.1016/j.buildenv.2014.09.026.
- Tanaçan, L., (2002). ‘‘Ekolojik Yapı Malzemelerinin Tanımlanmasındaki Sorunlar’’, I. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, 719-730, İstanbul.
- Tun, T.Z., Bonnet, S. ve Gheewala, S. H. (2020). Life cycle assessment of Portland cement production in Myanmar. *The International Journal of Life Cycle Assessment*,25, 2106-2121. doi: /10.1007/s11367-020-01818-5
- Tuna Taygun, G. (2005). *Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü değerlendirmesine yönelik bir model önerisi* (Doktora Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü.

- Türk Çimento. Çimento Üretiminin Tarihçesi. (t.y.). Erişim adresi:
https://www.turkcimento.org.tr/tr/cimento_uretiminin_tarihcesi
- Türk Çimento. Çimneto nerelerde kullanılır?. (t.y.). Erişim adresi:
https://www.turkcimento.org.tr/tr/cimento_nerelerde_kullanilir
- Türk Çimento. Çimento ve Klinker İstatistikleri. (t.y.). Erişim adresi (9 Aralık 2021):
https://www.turkcimento.org.tr/tr/haber_detay/cimento-ve-klinker-istatistikleri#
- Türk Çimento. İklim Değişikliği. (t.y.). Erişim adresi:
https://www.turkcimento.org.tr/tr/sektorel_onceelikler/iklim-degisikligi
- Türk Çimento. İstatistikler. (2021). Erişim adresi:
<https://www.turkcimento.org.tr/tr/istatistikler/aylik-veriler>
- Türk Çimento. Üye Fabrikalar. (t.y.). Erişim adresi (27 Aralık 2021):
https://www.turkcimento.org.tr/tr/uye_fabrikalar
- Ünalın, L. (2021). *Türkiye Çimento Sektöründe Optimal Dağılım Ulaştırma Probleminin Bulanık Doğrusal Programlama ile Çimento Fabrikalarına Uygulanması*. (Yüksek Lisans Tezi). Karabük: Karabük Üniversitesi, Lisansüstü eğitim enstitüsü.
- Viyayan, A. ve Kumar, A. (2005). *A Review of Tools to Assess the Sustainability in Building Construction*. Software Reviews. 24 (2), 125-132.doi: 0.1002/ep.10065
- Yeğınobalı, A. (2004). *Çimento Yeni Bir Çağın Malzemesi*. TÇMB.
- Yeğınobalı, A. ve Ertün, T. (2009). *Çimentoda Standartlar ve Mineral Katkılar*. TÇMB
- Yücel, M. ve Ekmekçiler, S. (2008). *Çevre Dostu Ürün Kavramına Bütünsel Yaklaşım; Temiz Üretim Sistemi, Eko-Etiket, Yeşil Pazarlama*.7 (26), 320-333, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şeymanur BENİZ
Doğum Yeri ve Tarihi : 05/08/1993 Kumru/Ordu
Yabancı Dil : İngilizce
Eğitim Durumu
Lise : Yalova Çiftlikköy Atatürk Anadolu Lisesi
Lisans : İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi
Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Yalova Vizyon Yapı Denetim LTD. ŞTİ. (2016-2020)
Yalova Kot Yapı Denetim LTD. ŞTİ. (2020-2021)
Yalova İmes Makine İhtisas Organize Sanayi Bölgesi
Bölge Müdürlüğü
İletişim (e-posta) : iszu93@gmail.com
Yayımları :
Perker, Z.S., Gökçen, T., Beniz, Ş. ve Şahin, S. (2018). Waste Additives In The Production Of Building Materials: A Review Of The Academic Studies Conducted In Turkey. 3. *International Conference on Civil and Environmental Engineering*, 24-27 April 2018, Çeşme, Turkey.