



## Yapı Ürünlerinin Yeniden Kullanımı: Meta-Analizi

### Zeynep Melis OĞUZ

*Yüksek Mimar, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Bilgisi Bilim Dalı, İstanbul/Türkiye  
zeynepmelisoguz@gmail.com*

### Nabi Volkan GÜR

*Dr. Öğr. Üyesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Bilim Dalı, İstanbul/Türkiye  
volkan.gur@msgsu.edu.tr*

### ÖZET

Günümüzde, yapma çevrede sürdürülebilirliği sağlamak ve çevresel etkiyi en aza indirmek için yapısal atığın mümkün olduğunca önlenmesi, azaltılması ve doğal kaynak tüketiminin en aza indirilmesi önem kazanmaktadır. Atığı önlemenin mümkün olmadığı durumlarda, yapı ürünlerinin yeniden kullanımı ile yapı sektöründe kullanılan malzeme ve elemanların kapalı bir süreç içinde tutularak atık oluşumu minimum düzeye indirilebilir. Ancak, yeniden kullanım stratejisi hakkında yeterli düzeyde bilgi olmaması nedeniyle bu uygulamalar yapı sektöründe de henüz yaygın değildir. Çalışmada, yapı bileşeni düzeyinde yeniden kullanım stratejisinin açıklanması, bilgi eksikliğinin giderilmesi ve bir veri seti oluşturulması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda yapı elemanı düzeyinde yeniden kullanım çalışma alanının yol haritasını oluşturabilmek amacıyla meta-analizi yöntemiyle literatürdeki güncel durumun tespiti yapılmıştır. Scopus ve Science-Direct veri tabanları kullanılarak yapı ürünlerinin yeniden kullanımı üzerine 2000-2021 yılları arasında yapılmış çalışmalar analiz edilmiştir. Çalışma analizi, iki aşamada ele alınmıştır; (i) bu alanda yapılmış olan çalışmaların sayısı ve yıllara göre dağılımları incelenmiş, ardından (ii) çalışma kapsamı çerçevesinde sınırlandırıldığında ulaşılan çalışmaların (n=20) detaylı incelemesi ile literatür analiz özeti tablosu oluşturulmuştur. Yapıda sürdürülebilirlik kapsamında yeniden kullanım stratejisi çalışmalarının ağırlıklı olarak %20 ile İngiltere’de ve %15 ile Avusturya’da yapıldığı saptanmıştır. Aynı zamanda, uluslararası literatürdeki çalışmaların 2019 yılından itibaren ivme kazandığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın, strateji hakkında destek bilgi ve veri seti sağlamasıyla gelecekte bu konu hakkında çalışacak mimar ve araştırmacılara rehberlik edeceğine inanılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** yeniden kullanım, yapı bileşenlerinin/elemanlarının yeniden kullanımı, yapı sektörü, yapma çevrede sürdürülebilirlik.

### Re-Use of Building Components: Meta-Analysis

### ABSTRACT

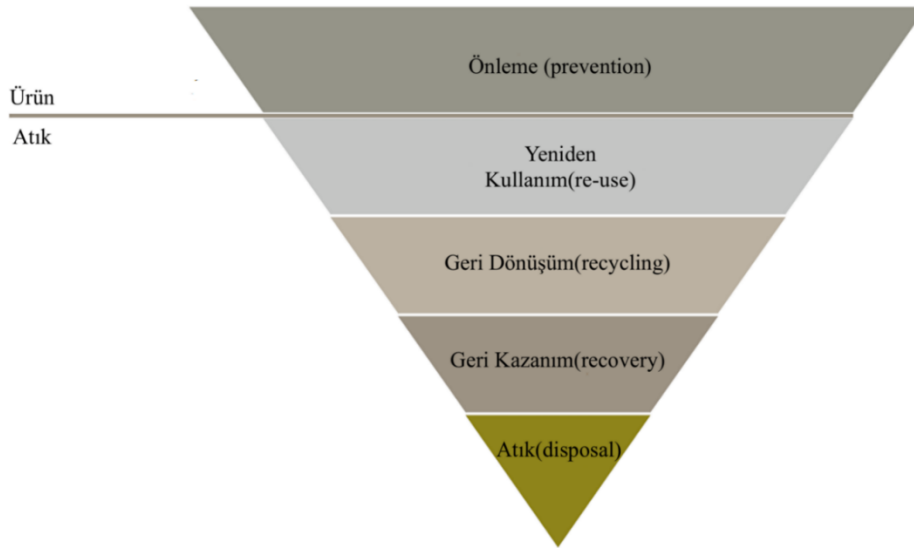
Today, it is important to prevent or reduce construction & demolition waste as much as possible also to minimize natural resource consumption in order to ensure sustainability in the built environment. In cases, where it is not possible to prevent waste, waste generation can be minimized by re-using building products. Also keeping materials and elements in a closed loop in the construction industry. However, due to the lack of sufficient information about the reuse strategy, these applications are not yet common in the construction industry. In the study, it was aimed to explain the reuse strategy at the building component/element level, to eliminate the lack of information and to create a data set. The scope of this study, the current situation in the literature has been determined by the method of meta-analysis in order to create a roadmap of this study area at the building component/element level. Using the Scopus and Science-Direct databases, studies on the reuse of building components between the years 2000-2021 were examined. The studies in this context were analysed in two stages; (i) the number of studies conducted in this

field and their distribution by years were examined, (ii) the scope of the study was limited by the literature analysis table which includes a detailed examination of the studies (n=20). It has been observed that the studies of re-use strategy within the scope of sustainability in the building were often carried out by the UK (20%) and Australia (15%), and the number of studies in literature has gained momentum since 2019. Despite that, this field in the literature has a lack of detailed information for building component level. It is believed that this study will guide architects and researchers who will work on this field in the future by providing supporting information and data set about the strategy.

**Keywords:** re-use, re-use of building components/elements, construction industry, sustainability in built environment.

## 1.GİRİŞ

Weisz ve Steinberger'in (2010) "geçen yüzyıl içinde malzeme ve enerji tüketimi on kat artarken insan nüfusu dört kat arttı" ifadesiyle, mevcut kaynakların nüfus artışı ve tüketim sebebiyle yapma çevrenin sürdürülebilirliğinin tehdit altında olduğu vurgulanmaktadır (Weisz ve Steinberger, 2010). Günümüzde yapı sektörü, doğal kaynakların %30 ila %50'sini tüketmekte (Anink ve diğ., 1996; Herczeg ve diğ., 2014; Dünya Çelik Birliği-World Steel Association, 2012), hafriyat atıkları hariç toplam atığın %45 kadarını üretmekte (Clark ve diğ., 2006; Defra, 2021; Eurostat, 2019) ve dünyadaki sera gazı emisyonlarının yaklaşık %38'ini oluşturmaktadır (Abergel ve diğ., 2017). Bu veriler, yapı sektöründe sürdürülebilirlik kapsamında uygulanması gereken etkin stratejiler ile alınması gereken önlemlerin aciliyetini göstermektedir. Küresel olarak ekonomide büyüme, hızlı nüfus artışı, ürün ve hizmetlere karşı yoğun bir talebe neden olmuştur. Bu doğrultuda, dünyanın doğal kaynaklarının tükenmekte olduğu gerçeği, hükümetleri kaynak verimli stratejileri araştırmaya ve uygulamaya yönlendirmektedir (Ellen MacArthur Vakfı, 2013).



**Şekil 1:** 2008/98/EC kapsamında oluşturulan Atık Yönetimi Hiyerarşisi (EU, 2008).

Avrupa Komisyonu Atık Yönetim Direktifi 2008/98/EC (EU, 2008) ve Yıkım Protokolü (ICE, 2008) gibi küresel çaptaki düzenleyici otoriteler yapı sektörü de dahil olmak üzere tüm sektörlerde ürün verimliliğini artırmak amacıyla atık hiyerarşileri oluşturmaktadır. Yapı sektöründeki atık yönetimi hiyerarşisine göre, "yeniden kullanım (re-use)" stratejisinin, yüksek düzeyde atık oluşumunu azaltmak ve ekonomik büyümeyi kaynak tüketiminden ayırmak için atığı "önleme (prevention)" den sonra gelen en etkili strateji olduğu görülmektedir (Şekil 1).

### 1.1 Yeniden Kullanımın Çevresel Etki Bağlamında Önemi

Eskime, estetik algı vb. nedenlerden dolayı çoğu yapının kullanım sonu senaryosu yıkım aşamasıyla sonlanmaktadır. Yıkım sonucu büyük hacimlerde açığa çıkan yapı ürünlerinin,



atık hiyerarşisine göre geri kazanımında, yeniden kullanımın geri dönüşüme tercih edilmesi gerektiği yönündedir; fakat günümüz yapı sektöründe yapı ürünlerinin geri kazanımı yeniden kullanım yoluyla değil, geri dönüştürülerek gerçekleşmektedir. Geri dönüşüm ile atıklar düzenli olarak depolama alanlarından uzaklaştırılabilir de gereken aşamalar için yoğun enerji ve kaynak gerekmektedir. Bu durum sera gazı ve diğer emisyon türleri açısından çevre üzerinde gözle görülür bir baskı oluşturmaktadır (Addis, 2006; WRAP, 2008). Yeniden kullanılan yapı ürünleri (duvar paneli, kiriş, kolon vb.) geri dönüştürülmüş malzeme ve ürünler ile karşılaştırıldığında çok daha düşük çevresel etkilere sahiptir (Geyer ve diğ., 2002). Örneğin, yaklaşık %60'ı geri dönüştürülerek oluşan çelik elemanların kullanımında oluşan çevresel etkiler, eşdeğer çelik elemanların yeniden kullanımından 25 kat daha yüksektir (WRAP, 2008). Lazarus (2003)'a göre, geri kazanılmış yapısal çelik elemanların veya ahşap profillerin yeniden kullanılmasıyla, çevresel etkiler sırasıyla %96 ve %83 oranında azaltılabilmektedir. Bunun temel nedeni ise geri dönüşümle karşılaştırıldığında yapı bileşenlerinin yeniden kullanımının çok daha az aşamaya ve daha az sayıda işleme ihtiyaç duymasıdır. Yapı ürünlerinin yeniden kullanımı, bu yönüyle çevresel etkiyi minimuma indirmeyi sağlayan etkin bir mimari strateji olarak ortaya çıkmıştır (Gorgolewski ve diğ., 2008).

## 1.2 Yapı Ürünlerinin Yeniden Kullanımı (Re-Use) ve İlişkili Temel Kavramlar

Stratejinin açıklanabilirliğini artırmak amacıyla literatürdeki yeniden kullanım ve ilişkili kavramların tanımlarına yer verilmiştir.

*Yeniden kullanım (re-use)*; Webster ve Costello (2005), yeniden kullanım yoluyla, bir yapı ürününün hizmet ömrü sonunda ve oluşan yeni koşullara göre tekrar kullanılmasıyla yaşam süresinin uzatılmasına olanak sağlandığını vurgulamışlardır. Yapı ürününün, hizmet ömrü sonunda bütün olarak mevcut yerinden alınarak, işlevine uygun şekilde veya farklı bir işlev için başka bir yerde tekrar kullanılmasını amaçlar. Bir kereden fazla kullanıldığında yapı ürününün değeri artmaktadır. Böylelikle, herhangi bir yapı ürününün birden fazla yaşam süresine sahip olarak sürdürülebilmesi için yeniden kullanım ideal bir durum oluşturmaktadır. Yapı ürünleri belirli bir süre kullanımdan sonra özelliklerini yitirdiği için yeniden kullanılma kapasitelerini kaybedebilmektedir. Bu durumda yeniden kullanım olanağının tekrar elde edilebilmesi için temizleme, onarım, yenileme gibi işlemler gerekebilmektedir. Bu nedenle, etkin yeniden kullanım olanağı için yapı ürünlerinin dayanıklılık özelliğine sahip olması gerekmektedir. Yapma çevre için yeniden kullanım stratejisi, doğal kaynaklara olan talebin ve yapısal atığın azaltılmasını sağlayan etkin ve uygulanması gereken bir seçenek haline gelmiştir (Webster ve Costello, 2005). Brouwer ve Durmisevic (2002) ise yeniden kullanımı, sökülen yapı parçalarının, yapı kullanım ömrü sonunda ürünlerin yaşamını uzatmak amacıyla, yeni bir düzende tekrar kullanılması olarak tanımlamaktadır. Yaşam döngüsünü tamamlamış bileşenlerin söküldükten sonra yeni sistemlerde tekrar kullanılması, yapı ürünlerinin ömrünün uzatılmasına olanak sağlayarak kaynak korunumunda ve yapısal atığı minimum düzeye indirgemedi oldukça etkili bir yöntemdir (Brouwer ve Durmisevic, 2002). *Geri dönüşüm (re-cycle)*; bir yapı malzemesinin atık olmasını engellemek amacıyla, onu ayrıştırarak tekrar üretim sürecine kazandıran bir uygulamadır (Brouwer ve Durmisevic, 2002). Hizmet ömrü tamamlanmış yapı ürünlerinin ham malzemelere ayrıştırılmasını ve işlenerek yeni ürünler üretilmesini amaçlar (Örneğin, bir hurda çelik profil veya çelik panel ham malzemelerine ayrıştırıldıktan sonra yeni bir çelik profile veya panele dönüştürülerek tekrar kullanılabilir). Eğer bir yapı parçası yeniden kullanım ve yeniden işlevlendirme için uygun özellikte değilse, geri dönüştürülme seçeneği araştırılmalıdır (Macozoma, 2002). *Geri kazanım (recovery)*; yapıyı oluşturan malzeme, bileşen ve elemanların yeniden kullanımı ve geri dönüştürülmesi aracılığıyla geri kazanımlarına olanak sağlanabilmektedir (Macozoma, 2002; Guy ve Ciarimboli, 2005). *Dekonstrüksiyon (deconstruction/dissassembly)*; bir yapının söküm veya yenilenme sürecinde, yapıyı oluşturan elemanların, bileşenlerin ve parçaların geri kazanımına olanak sağlayan mimari bir yaklaşımdır (Guy ve Ciarimboli, 2005). Bu tanımlardan yola çıkarak dekonstrüksiyon kavramı, bir yapıyı oluşturan parçaların ve tüm yapının yeniden kullanılabilmesi veya geri dönüştürülebilmesi ile geri kazanımı amacıyla, kolay ve hasarsız

bir şekilde sökümü ve ayrıştırılması olarak açıklanabilmektedir (Deniz ve Doğan, 2013). Bu çalışmada, yapıda sürdürülebilirlik kapsamında yeniden kullanım stratejisiyle ilgili yapılmış çalışmalar yapı elemanı düzeyinde sınırlandırılarak incelenmiştir.

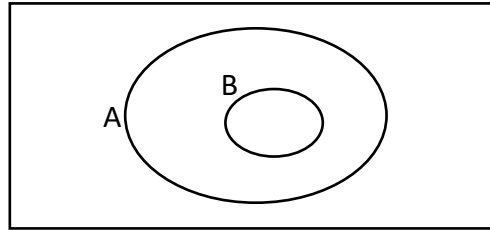
## 2. METODOLOJİ

Yapıyı oluşturan yapı elemanlarının yeniden kullanım stratejisi üzerine incelenen uluslararası çalışmaların analizinde meta analizi yöntemi kullanılmıştır. Meta-analizi, analizlerin analizi olarak ifade edilmektedir (Glass, 1976). Yunanca "meta" kökü, "sonra" anlamına gelir; böylelikle meta analizi kavramı için, bir alanda analizler yapıldıktan sonra gerçekleştirilen bir analiz olduğuna varılabilir (Bland, 2006). Aynı konuda, farklı merkezlerde, farklı zamanlarda yapılan çalışmaların sonuçlarını özel teknikler kullanarak birleştiren istatistiksel yöntem meta-analizi denir. Bilimsel çalışmalarda sıklıkla yararlanılan meta analizi, sistematik bir literatür taramasındaki çalışmaların sonuçlarını bütünleştirmek amacıyla istatistiksel tekniklerin kullanılmasını ifade etmektedir. Çalışmanın amacı doğrultusunda, aynı alanda yapılmış farklı çalışmaların analizi için seçilen meta-analizi yöntemi kullanılarak veri oluşturmada izlenen aşamalarda raporlama öğeleri araştırma protokolünden (PRISMA-preferred reporting items for systematic reviews-) yararlanılmıştır (Moher ve diğ., 2009). Çalışma problemini oluşturan *\*araştırma soruları* kapsamında yapılan literatür araştırmaları için Scopus ve Science-Direct veri tabanlarından yararlanılmıştır. Günümüzde, yapıda yeniden kullanım stratejisine yönelik yapılan çalışmaların artması nedeniyle çalışmanın son 21 yıl ile sınırlandırılmasının, çalışmaların 21.yy'daki gelişimini inceleme açısından yarar sağlayacağı düşünülmüştür. Bu nedenle, 2000-2021 yıllarında yapılmış çalışmalar incelenmiştir. *\*Araştırma soruları*;

-Yapıda yeniden kullanıma yönelik 21.yy'da ulusal ve uluslararası yapılmış çalışmaların literatürdeki durumu nedir?

-Bu çalışma alanı nasıl bir yöne doğru ilerlemektedir?

Araştırma problemine uygun araştırma yönteminin belirlenmesinin ardından, çalışma uzayının oluşturulması, bu uzaydan örneklemin seçilmesi ve örnek uzayın belirlenmesi aşamaları izlenmiştir (Şekil 2).



**Araştırma Yöntemi:** Meta-Analizi

**Çalışma Uzayı:** Yapıda yeniden kullanıma yönelik yapılmış çalışmalar (A)

**Örnekleme Uzayı:** 2000-2021 yılları arasında yapılmış ve yapı elemanı düzeyinde inceleyen çalışmalar (B)

**Örnek uzaylar ve belirlenmesi aşamaları:** Çalışma problemi üç farklı örnek uzay oluşturularak incelenmiştir.

**Şekil 2.** Çalışma ve örneklem uzayı şeması (Karasar,1998).

Örnek uzay-1; Science-Direct veri tabanındaki hakemli dergilerde ilgili anahtar kelimeler başlık (title)-özet (abstract)-anahtar kelime (keywords) alanları ile aratılarak ve sistematik aşamalar takip edilerek oluşturulmuştur.

Örnek uzay-2; Scopus veri tabanındaki hakemli dergilerde ilgili anahtar kelimeler başlık (title)-özet (abstract)-anahtar kelime (keywords) alanları ile aratılarak ve sistematik aşamalar takip edilerek oluşturulmuştur.

Örnek uzay-3; Çalışma kapsamı doğrultusunda veri tabanlarındaki taramaları sınırlandırmak amacıyla sadece Scopus veri tabanında uygulanabilen başlık (title) alanı kullanılarak ilgili anahtar kelimeleri birlikte geçen çalışmalar tespit edilmiş, bu çalışmalar

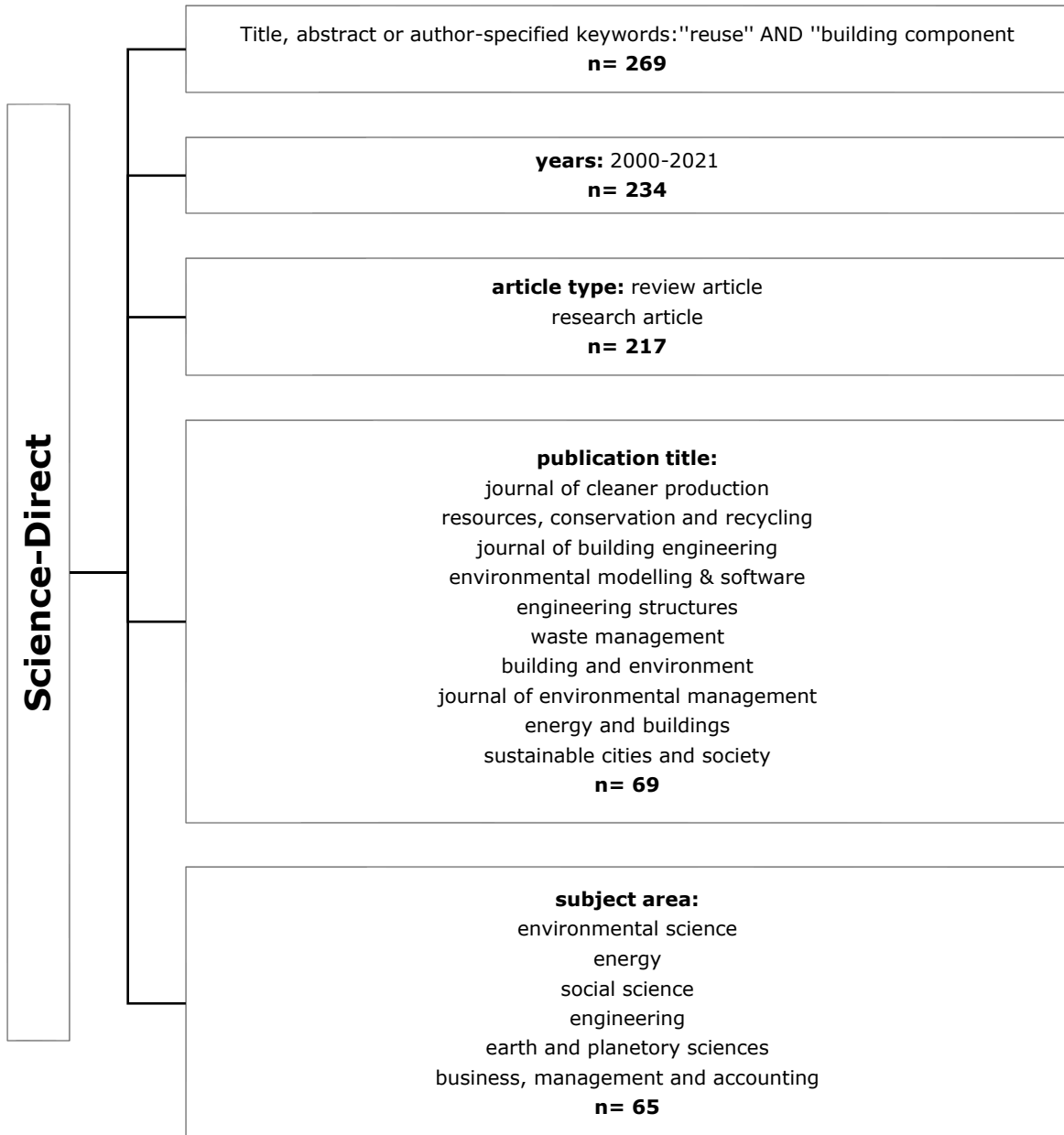
detaylı bir şekilde incelenmeye alınarak, kapsama uygun olmayanlar ayrıştırıldıktan sonra oluşturulmuştur.

### 3. BULGULAR

Meta-analizi yöntemi ile elde edilen veriler iki aşamada kategorize edilmiştir (Aşama 1, Aşama 2):

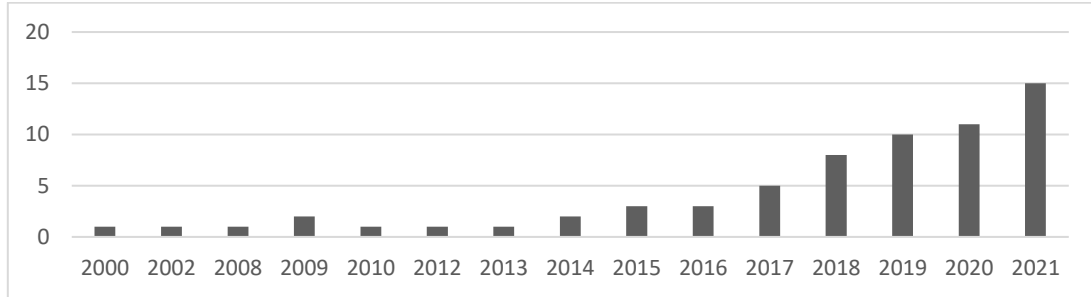
**Aşama 1.** Örnek uzay-1 ve örnek uzay-2'de yer alan çalışmalara ait verilere yer verilmiştir (Şekil 3, Şekil 5). Bu doğrultuda, ortaya çıkan çalışmaların yıllara göre dağılım grafikleri incelenmiştir (Şekil 4, Şekil 6).

#### Örnek Uzay-1



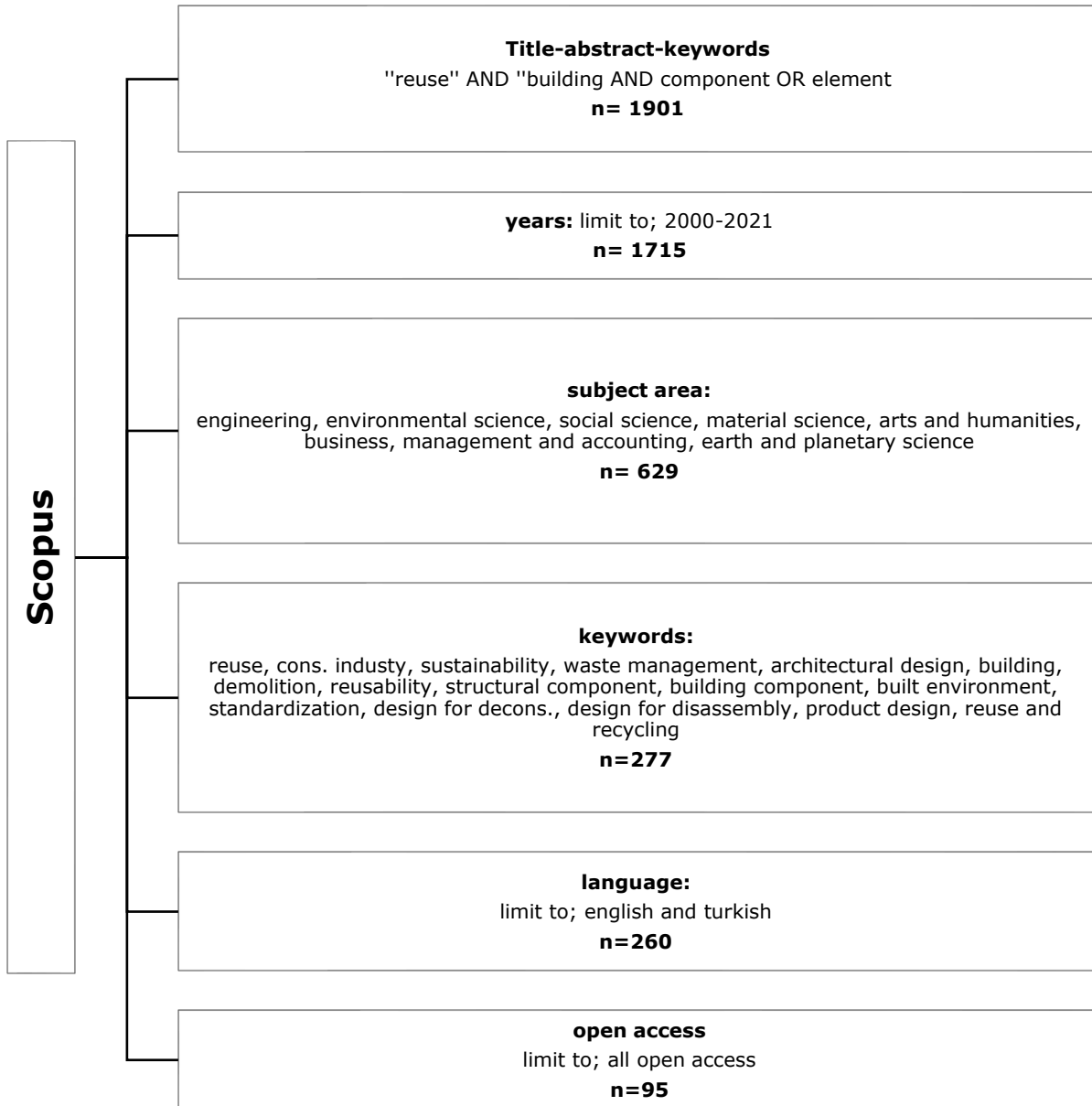
Şekil 3. Science-Direct veri tabanı ile yapılan aramada izlenen adımlar (PRISMA akış şeması, 2009).

Science-Direct veri tabanında yapılan arama sonucunda 65 farklı çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmaların yıllara göre dağılımı grafikte gösterilmiştir (Şekil 4). 2016 yılından itibaren günümüze kadar bu alanda yapılan çalışmaların artış gösterdiği gözlemlenmiştir.

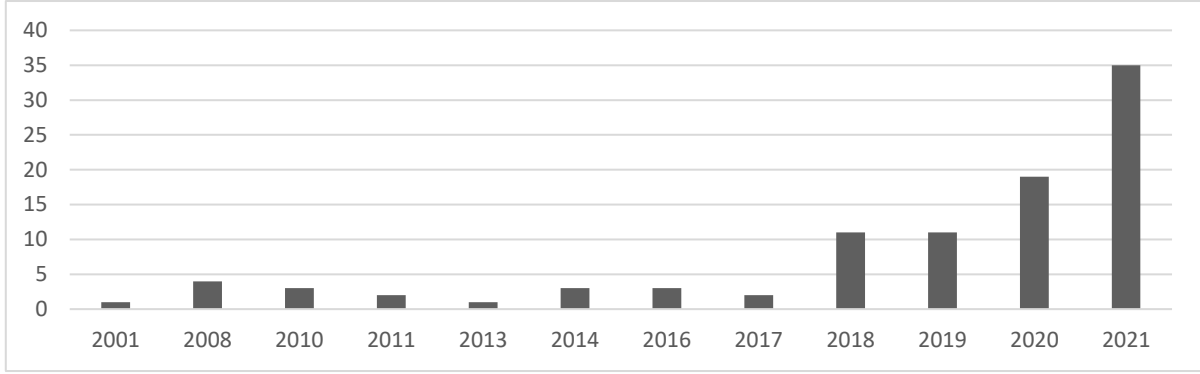


Şekil 4. Science-Direct veri tabanındaki çalışmaların yıllara göre dağılım grafiği.

### Örnek Uzay-2



Şekil 5. Scopus veri tabanı ile yapılan aramada izlenen adımlar (PRISMA akış şeması, 2009).

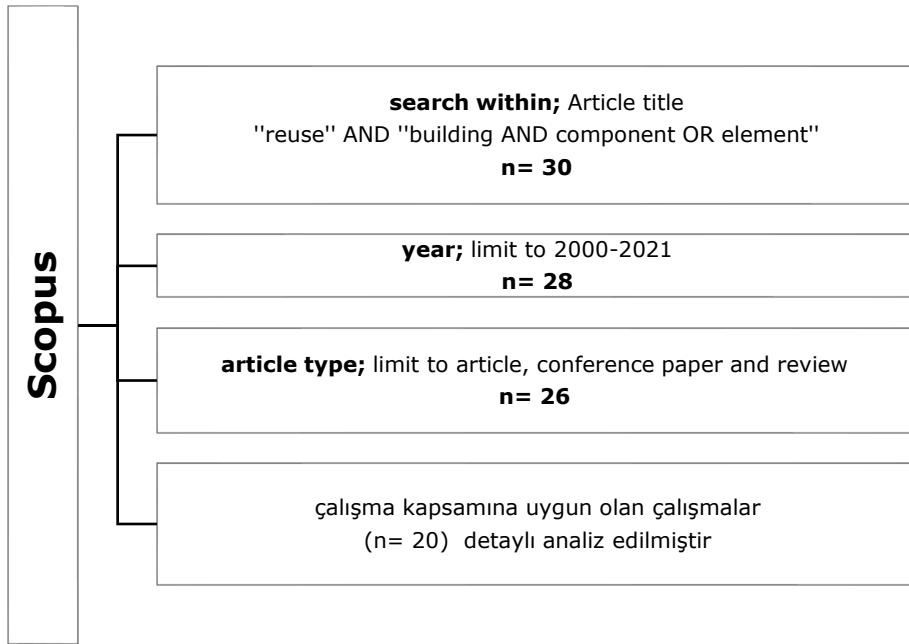


**Şekil 6.** Scopus veri tabanındaki çalışmaların yıllara göre dağılım grafiği.

Scopus veri tabanında yapılan arama sonucunda 95 farklı çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmaların yıllara göre dağılımı grafikte gösterilmiştir. 2018-2019 yıllarından itibaren günümüze bu alanda yapılan çalışmaların artış gösterdiği, 2021 yılında ise ivme kazandığı görülmektedir (Şekil 6).

**Aşama 2.** Bu aşama, örnek uzay-3'te yer alan çalışmaların detaylı incelenmesiyle oluşturulan literatür analizi özeti tablosunu, tablodan elde edilen verileri ve analizlerini içermektedir.

*Örnek Uzay-3*



**Şekil 7.** Scopus veri tabanında başlık (title) alanı ile yapılan aramada literatür özeti tablosunu oluşturan çalışmaların seçilmesinde izlenen adımlar.

Çalışma kapsamında, veri tabanlarındaki taramaları sınırlandırmak amacıyla Aşama 2'de sadece Scopus veri tabanında uygulanabilen başlık (title) alanı kullanılarak "re-use" ve "building component/element" kelimeleri birlikte geçen çalışmalar tespit edilmiş (n=26), özetleri incelendikten sonra kapsama uygun olmayanlar ayrıştırılarak (n=6) kapsam dahilindeki çalışmalara (n=20) ulaşılmıştır (Şekil 7). Detaylı incelemeye alınan çalışmalara (n=20) ait bilgilerden oluşan veri çizelgeleri ile literatür analizi özeti tablosu oluşturulmuştur (Tablo 1). Oluşturulan tabloda her bir çalışmaya ait aşağıdaki veriler yer almaktadır:



- Yayın yılı,
- Ülke,
- Yazar(lar),
- Çalışmanın başlığı,
- Çalışmanın amacı,
- Çalışmanın yöntemi.

**Tablo 1.** Literatür analiz özeti tablosu.

YIL	ÜLKE	YAZAR(LAR)	ÇALIŞMA BAŞLIĞI	ÇALIŞMANIN AMACI	ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ
2021	Meksika	Sanchez B., Rausch C., Haas C., Hartmann T.	A framework for BIM-based disassembly models to support reuse of building components	Yapı bileşenlerinin yeniden kullanımını desteklemek için BIM tabanlı demontaj modelleri için parametrelerin belirlenmesine yönelik bir metodoloji tanımlamak	BIM tabanlı parametrik dekonstrüksiyon modeli + LoD (level-of-detail)
2021	İtalya	Viscuso S.,	Design for the disassembly and reuse of building components	Yapı ürünlerin seçici olarak demonte edilebilmesini ve yaşam süreleri sonunda yeniden kullanılmasını sağlayan temel koşulları incelemek	Literatür taraması + BIM tabanlı modelleme
2021	İtalya	Condotta M., Zatta E.	Reuse of building elements in the architectural practice and the European regulatory context	Mevcut yasal düzenlemelerin yapı parçalarında yeniden kullanım süreçlerinin uygulanmasını nasıl engellediğini incelemek	Literatür taraması + Röportaj (yapılandırılmış görüşmeler)
2021	Avustralya	Forghani R., Sher W., Kanjanabootra S.	Critical technical design principles for maximizing the reuse of building components	Yapı bileşenlerinin yeniden kullanım ilkelerini ve bu ilkelerin önemini incelemek	Literatür taraması + Anket
2020	Avustralya	Xing K., Kim K. P., Ness D.	Cloud-BIM enabled cyber-physical data and service platforms for building component reuse	Yapı elemanlarında endüstrileşmesi ile yapıların yönetilebilmesini vurgulamak	BIM tabanlı modelleme
2020	İngiltere	Rakhshan K., Morel J. C., Alaka H., Charef R.	Component reuse in the building sector	Yapı bileşenlerinin yeniden kullanılmasının önündeki engelleri kategorileştirmek	Literatür taraması
2020	İngiltere	Arora M., Raspall F., Cheah L., Silva A.	Estimating urban mining, recovery and reuse potential of building components	Yapma çevrede kentsel madencilik, yapı malzemeleri ve bileşenlerinin geri kazanım ve yeniden kullanım potansiyelini incelemek	Örnek olay (vaka) çalışması
2020	Meksika	Sanchez B., Rausch C., Haas C., Saari R.	A selective disassembly multi-objective optimization approach for adaptive reuse of building components	Yapıda yeniden kullanıma yönelik farklı yapı söküm yöntemleri kombinasyonlarının etkinliğini incelemek	BIM tabanlı analiz + SDPB methodu
2019	Avustralya	Ness D., Xing K., Kim K., Jenkins A.	An ICT-enabled product service system for reuse of building components	Yeniden kullanım için ICD destekli bulut veri tabanlı sistemlerin yapı bileşenlerin	RFID, BIM ve bulut veri tabanlı data platformları





				tanımlanmasındaki kullanımını incelemek	
2019	Danimarka	Kozminska U.	Reused materials and future reuse of building elements in architecture	Yapı bileşen ve malzemelerinin yeniden kullanımı ile ilgili zorlukları analiz etmek ve mimarların bu süreçteki rolünü araştırmak	Örnek olay (vaka) çalışması
2018	İngiltere	Rose C. M., Stegemann J. A.	Characterising existing buildings as material banks (e-bamb) to enable component reuse	Yapı bileşen ve malzemelerin yeniden kullanımını artırmayı amaçlayan e-bamb sisteminin anlaşılması ve eksiklerinin belirlenmesi	Literatür taraması + derleme çalışması (review)
2018	Çin	Liu F., Yu Y.-Y., Li L.-J., Zeng L.	Experimental study on reuse of recycled concrete aggregates for load-bearing components of building structures	Kullanım ömrü tamamlanmış veya yıkılmış yapılardaki parçalardan yeni bir yapı bileşeni olarak beton kolonlar üretmek için yeniden kullanımını analiz etmek	Deneysel çalışma (yeniden kullanılan beton kolonların sismik performansları analizi)
2015	Hindistan	Srinivas C., Radhakrishna V., Guru Rao C. V.	Clustering software project components for strategic decisions and building reuse libraries	Yapı bileşenlerini bir havuz oluşturarak kümelemek, kütüphane oluşturmak	Vektör tabanlı bir yazılım
2014	İsveç	Yin H., Hansson H.	Flexible and efficient reuse of multi-mode components for building multi-mode systems	Bileşenlerin yeniden kullanımını sağlayabilmek için bileşenlerin tek bir donanım platformunda toplanması ve dağıtılmasını incelemek	Örnek olay (vaka) çalışması
2013	A.B.D.	Yıldırım S. G.	Reuse properties of structural members during building components design	Yapı elemanlarının tasarımı sırasında yeniden kullanım özelliklerini ele almak ve çelik yapı elemanlarının yeniden kullanımını incelemek	Örnek olay (vaka) çalışması
2009	Brezilya	da Rocha C. G., Sattler M. A.	A discussion on the reuse of building components in Brazil	Brezilya'daki yapı yıkım sürecinin incelenmesi ile bileşenlerin yeniden kullanımındaki engelleri tespit etmek	Örnek olay (vaka) çalışması
2007	Almanya	Asam C.	Reuse possibilities of dismantled building elements from pre-fabricated concrete buildings	Prefabrike binalardan elde edilen beton bileşenlerin yeniden kullanımıyla ilgili faaliyetleri incelemek	Örnek olay (vaka) çalışması
2006	Çin	Zhile Z., Zhenhua D.	Building business processes or assembling service components: Reuse services with BPEL4WS and SCA	Servis elemanlarının yeniden kullanım özelliklerini inceleyerek SCA (service component architecture) mekanizmasını açıklamak	Literatür taraması
2000	İngiltere	Webb R. S., Thomson D.S., Kelly J.R.	Building service component reuse: A response to the need for adaptability	Bileşenlerin yeniden kullanımının teknik ve ekonomik fizibilitesini değerlendirmek	Literatür taraması + derleme çalışması (review)

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yapı ürünlerinin yeniden kullanımı stratejisi üzerine 21. yy. kapsamındaki bilimsel literatürün taraması, ardından bir meta-analizi yapılarak çalışma alanıyla ilgili veri seti oluşturulmuştur. Oluşan bu veri seti ile çalışma alanının hangi yöne doğru ilerlemekte olduğu ortaya çıkmıştır. Yapıda yeniden kullanım stratejisine yönelik çalışmaların son dört yıl (2018-2021) içinde önemli bir artış kaydettiği gözlenmiştir. Çalışmada, veri tabanlarında yapılan taramaların kapsam doğrultusunda sınırlandırılması sonucu ortaya çıkan ve literatür analizi özetinde yer alan çalışmaların 2020 ve 2021 yıllarında 2018-2019 yıllarına oranla iki kat, diğer yıllara oranla ise dört kat arttığı tespit edilmiştir. Literatür analizinde yer alan çalışmaların ağırlıklı olarak İngiltere ve Avustralya'da yapıldığı, ülkemizde ise bu alandaki çalışmaların henüz yeterli düzeyde olmadığı saptanmıştır. Meta-analizi sonuçlarına bakıldığında, yapılan çalışmaların yapı bileşenlerinin yeniden kullanım özelliklerinin, ilkelerinin açıklanmasını ve yeniden kullanıma yönelik bilgisayar destekli programların incelenmesini amaçladığı görülmektedir. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemlerin çoğunlukla bilgisayar tabanlı model geliştirme, örnek olay (vaka) çalışması ve literatür taraması olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalarda, yapı elemanlarının yeniden kullanımının önündeki engeller, yasal düzenlemelerdeki eksiklikler, stratejinin uygulanabilirliğine yönelik bilgisayar destekli yazılımların kullanımı, dijital ortamda modellerin geliştirilmesi ve yapı sektöründe etkin rol alan bina tasarımcıların bu alandaki rolü gibi konular önem kazanmaktadır. Yapı ürünlerinin yeniden kullanımının yapma çevreye sağladığı çeşitli avantajlar, karbon ayak izini azaltmaya ve kaynak tüketimini önlemeye yönelik öncelik verilmesi gereken etkili bir strateji olduğunu göstermektedir. Ülkemizde ve diğer ülkelerde yapı sektörünün ekolojik çevrenin tahrip olmasına yol açan ve hızını kesmeyen bir tutum içinde olması doğaya karşı ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu bağlamda, yeniden kullanım stratejisinin anlaşılabilirliğini ve uygulanabilirliğini artırarak yaygınlaşmasına olanak sağlamanın, yapı sektöründeki günümüz anlayışına farklı bir yaklaşım kazandıracağı düşünülmektedir. Yeniden kullanım ve benzeri stratejilerin araştırılmasının, incelenmesinin, veri elde edilmesinin ve aktif olarak pratikte uygulanmasına yönelik örnek çalışmaların yapılmasının yapma çevrede sürdürülebilirliğe önemli ölçüde katkı sağlayabileceği açıktır.

Gelecekte bu alanda, yapı ürünlerinin yeniden kullanım stratejisi önündeki engellerin ülkelerin özel koşulları göz önünde bulundurularak saptanması, sınıflandırılması ve yapıyı oluşturan yapı elemanlarının/bileşenlerinin bilgisayar destekli programlar yardımıyla dijitalleştirilmesi üzerine çalışmaların yapılacağı öngörülmektedir. Bu tip çalışmaların gerçekleştirilmesi için uluslararası ve ulusal düzeyde rehber çalışmalara ve uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde, öncelikli olarak bu strateji hakkında görüş ve tutumların saptanması için yapı sektöründeki aktörlere yönelik anket çalışmalarının yapılması, ardından uygulanabilirliğine yönelik deneyim sağlayacak alan çalışmalarının yapılması gerektiği düşünülmektedir. Çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda geliştirilen önerilerin bu alanda çalışmayı hedefleyen mimarlar için bir rehber oluşturacağı düşünülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Abergel T, Dean B ve Dulac J., (2017). Towards a Zero-emission, Efficient, and Resilient Buildings and Construction Sector, Global Status Report for Buildings and Construction Erişim: [https://globalabc.org/sites/default/files/inlinefiles/Buildings%20GSR\\_Executive\\_Summary%20FINAL\\_0.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inlinefiles/Buildings%20GSR_Executive_Summary%20FINAL_0.pdf) (erişim 04.01.2022).
- Addis B., (2006). Building with Reclaimed Components and Materials: A Design Handbook for Reuse and Recycling. London: Earthscan.
- Anink D, Boonstra C, Mak J. ve diğ., (1996). Handbook of Sustainable Building: An Environmental Preference Method for Selection of Materials in Construction and Refurbishment. London: James & James Science.
- Bland, M., (2006). Meta-analysis: methods for quantitative data synthesis. York: University of York.



- Clark C., Jambeck J., ve Townsend T., (2006). A review of construction and demolition debris regulations in the United States. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 36: 141–186.
- Defra (2021). UK Statistics on Waste – July 2021 Update. Erişim:<https://www.gov.uk/government/statistical-data-sets/env23-uk-waste-data-and-management> (erişim 8.01.2022).
- Deniz, Ö. Ş., ve Doğan E., (2013). Yapıbozumuna uygun bina tasarımı. Çevre Tasarım Kongresi 2013, s. 385-402. Bursa: Yoro Basım Dağıtım.
- Durmisevic, E., & Brouwer, J., (2002). Design Aspects of Decomposable Building Structures, Design for Deconstruction and Material Reuse. Karlsruhe, Germany: Proceedings of the CIB Task Group 39.
- EU (2008). Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council. Erişim: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098> (erişim 15.12.2021).
- Ellen MacArthur Foundation (2013). Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf> (erişim 17.06.2021).
- Geyer R., Jackson T., ve Clift R., (2002). Economic and environmental comparison between recycling and reuse of structural steel sections. In: International Iron and Steel Institute World Conference, Rome, Italy, pp. 13–18.
- Glass, G., (1976). Primary, Secondary and Meta-Analysis of Research. American Educational Research Association, 3-8.
- Gorgolewski M., Straka V., Edmonds J. ve diğ., (2008). Designing buildings using reclaimed steel components. *Journal of Green Building* 3: 97–107.
- Guy B., Ciarimboli N., (2005). Design For Disassembly in the Built Environment – A Guide to Closed-Loop Design and Building, The Pennsylvania State University.
- ICE (2008). Demolition protocol [çevrimiçi]. Erişim: <https://apps2.staffordshire.gov.uk/scc/TrimDocProvider/?ID=13/174> (erişim 15.01.2022).
- Karasar, N., (1998). Bilimsel Araştırma Yöntemi. 8. Basım. Ankara: Nobel Yayım Dağ. Ltd.St.
- Lazarus, N., (2003). Beddington Zero (fossil) Energy Development Construction Materials Report Toolkit for Carbon Neutral Developments-part 1. Erişim: [www.bioregional.com](http://www.bioregional.com) (erişim 15.02.2022).
- Macozoma, D.S., (2002). Understanding the Concept of Flexibility in Design for Deconstruction, Design for Deconstruction and Material Reuse, Proceedings of the CIB Task Group 39, Karlsruhe, Germany.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., (2009). "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement", *PLoS Medicine* 6(7),1-6.
- Webster, M., Costello, D., (2005). "Designing Structural Systems for Deconstruction: How to extend a new building's useful life and prevent it from going to waste when the end finally comes", In:Greenbuild Conference, Atlanta, GA.
- Weisz, H., & Steinberger, J. K., (2010). Reducing energy and material flows in cities. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(3), 185-192.
- World Steel Association (2012). Sustainable Steel: At the Core of a Green Economy. Erişim: <https://worldsteel.org/publications/bookshop/sustainability2012/> (erişim16.01.2022).
- WRAP (2008). Practical Solutions for Sustainable Construction Reclaimed Building Products Guide.