

HAFİF ÇELİK YAPILARIN SÖKÜLEBİLİRLİĞİ VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİ

DISASSEMBLY OF LIGHT STEEL STRUCTURES AND EVALUATION OF THE SITUATION IN TURKEY

Özlem EREN

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Yapı Bilgisi Bilim Dalı, ozlem.eren@msgsu.edu.tr

İstanbul / Türkiye

ORCID: 0000-0002-7675-6483

ÖZET

Tasarım aşamasından itibaren yaşam döngüsü süreci dikkate alınarak yapılan tasarımlarda, yapıların yaşam sonunda yapı eleman ve bileşenlerinin tekrar kullanılabilmesi çevresel ve ekonomik değer yaratacaktır. Bu bağlamda yapılan çalışmada hafif çelik yapıların sökülebilirlik düzeyini ortaya koymak için Hafif Çelik Yapı Puanlama Sistemi (HÇYPS) geliştirilmiştir. HÇYPS'de her bir eleman dayanıklılık, sürdürülebilirlik ve sökülebilirlik ana kriterlerine göre puanlanmaktadır. Puanlamanın yapılabilmesi için literatürden alınan her yapı elemanına ait değerler 5'li likert ölçeğine dönüştürülmüştür. Önerilen puanlama sisteminin Türkiye'deki hafif çelik yapıların sökülebilirlik düzeyini belirlemede kullanabilmek için en çok tercih edilen malzemeleri belirleme ve sektörde hafif çelik yapıların sökülebilirliğine yönelik yaklaşımın belirlenmesinde anket çalışması yapılmıştır. Elde edilen veriler HÇYPS'ne uygulandığında Türkiye'de hafif çelik yapıların sökülebilirlik düzeyinin iyi düzeyde olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hafif Çelik Yapı, Yapı Söküm, Tekrar Kullanım

ABSTRACT

In designs made by taking into account the life cycle process from the design stage, the reuse of building elements and components at the end of the buildings' life will create environmental and economic value. In this context, the Light Steel Structure Scoring System (HÇYPS) was developed to reveal the demountability level of light steel structures. In HÇYPS, each element is scored according to the main criteria of durability, sustainability and demountability. In order to score, the values of each building element taken from the literature were converted into a 5-point Likert scale. In order to use the proposed scoring system to determine the demountability level of light steel structures in Turkey, a survey was conducted to determine the most preferred materials and to determine the approach towards the demountability of light steel structures in the sector. When the data obtained was applied to the HÇYPS, it was seen that the demountability level of light steel structures in Turkey was at a good level.

Keywords: Light Steel Frame, Disassembly, Reuse

GİRİŞ

Sökülebilir yapı, yapı elemanlarının ve bileşenlerinin tekrar aynı işlevde veya başka işlevlerde tekrar kullanılarak kaynak ihtiyacının azaltıldığı, atık üretiminin önlendiği, değerli malzemelerin korunduğu dairesel bir döngü oluşturan anlayışın ürünüdür (Durmisevic E., 2003; Debacker W., Manshoven S., 2016; Paduart A., Debacker W., Henrotay C., De Temmerman N., De Wilde W.P., Hendrick H., 2009; McDonough, W., M. Braungart. 2002). Yapı bileşen ve elemanlarının sadece bir kez kullanıldığı '*doğrusal yaşam döngüsü*' anlayışı ile tasarlandıklarında çevreye zarar veren atıklar oluşur (Durmisevic, E., 2006, McDonough, W., M. Braungart. 2002; McDonough W., Braungart M., 2003, Rios F.C., 2018; De Angelis, R., M. Howard, And J. Miemczyk, 2018, Ellen Macarthur Foundation, 2015; Elia, V., Gnoni, M.G., Tornese, F., 2017; Osmani, M., Glass, J., Price, A.D.F., 2008). Döngüsel tasarım ile yapı malzemelerinin tekrar kullanımı ve geri dönüşümünün artırılması ile, mevcut yapıların gelecekteki binalar için kaynak stokları oluşturması, enerji tüketimi ve atık üretiminin en aza indirilmesi amaçlanmaktadır (Ness D., Field M., Pullen S., 2005; Braungart M., McDonough W., Bollinger A., 2007; Gorgolewski, M., 2017; Guy B., Shell S., 2006).

Hafif çelik yapıların verimli sökülebilmesi ve sökülen elemanların tekrar kullanılabilmesi için tekrar kullanıma uygun malzeme seçilmesi, yapı elemanlarının biçimlerinin söküme uygun tasarlanması, kolay erişim gibi çok sayıda kriterin göz önünde bulundurulması gereklidir. Her yapının sökümünden elemanların %100 tekrar kullanımı söz konusu değildir. Burada amaç tekrar kullanım oranını en üst düzeyde tutacak ürünler ve söküme yöntemi seçebilmektir. Her yapının sökümünde elemanların bozulma derecelerine bağlı olarak tekrar kullanım, geri dönüşüm ve atık miktarları belirlenebilir.

YÖNTEM

Çalışmanın ilk aşamasında döngüsel tasarım ve tekrar kullanım kavramlarına ilişkin akademik anlayışın mevcut durumunu belirlemek için araştırma makalelerinin sistematik bir incelemesi yapılmıştır.

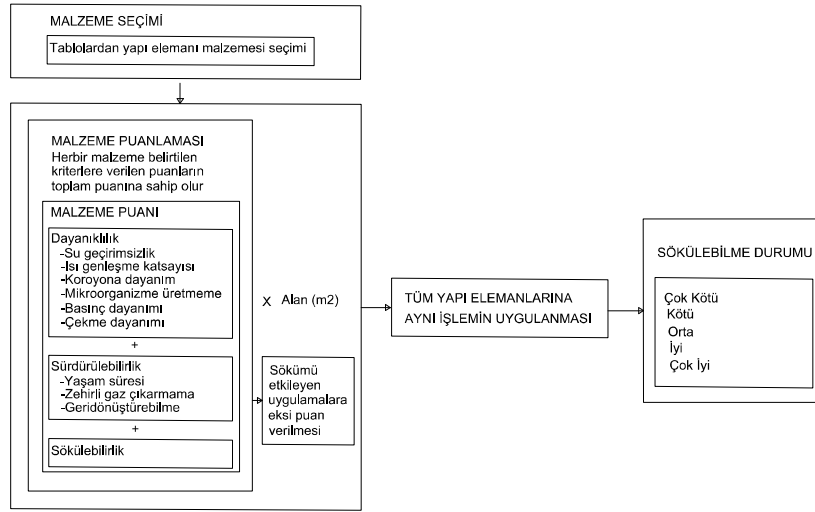
Hafif çelik yapının sökülebilirlik ve elemanların tekrar kullanılabilirlik düzeyini ölçebilmek için her alt sistemi oluşturan elemanlar belirlenen kriterlere göre ayrı ayrı değerlendirildiği puanlama sistemi oluşturulmuştur. Yapı alt sistemlerini oluşturan eleman ve bileşenlerine ait teknik bilgiler kapsamlı literatür taramasından elde edilerek puanlamaya veri oluşturulmuştur.

Türkiye'de hafif çelik yapıların sökümünden elde edilecek ürünlerin kullanılabilirlik düzeyini ölçmek, sökülebilirlik derecesini saptamak, önerilen puanlama sisteminde uygulayabilmek ve sektörün bu konuya yaklaşımını öğrenmek için Hafif çelik yapı üreten firmalar ile anket çalışması yapılmıştır.

Araştırmanın Modeli

Tablo 1' de önerilen modelin akış şeması gösterilmiştir. Hafif çelik yapı sökülebilirlik puanlama sistemi ve Türkiye'deki hafif çelik yapıların sökülebilirliğinin değerlendirilmesine yönelik çalışma aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır.

1. Kullanılan malzemelerin belirlenmesi ve elemanların belirlenen ana ve alt kriterlere göre literatürden alınan veriler doğrultusunda puanlanması
2. Türkiye'deki hafif çelik yapıların sökülebilirliğini belirleyebilmek için sektörde en çok kullanılan ürünlerin belirlenmesi ve bu konuya yaklaşımlarının belirlenmesi için anket soruları hazırlanması ve değerlendirilmesi
3. Anket sonuçlarından elde edilen malzemelerin, puanlama tabloları ile değerlendirilerek Türkiye'deki Hafif çelik yapıların sökülebilirlik ve elde edilen elemanların tekrar kullanılabilirlik durumunun sayısal değer ile bulunması

Tablo 1. Önerilen puanlama sisteminin işleyiş şeması**1. Aşama**

Çalışmanın 1. aşamasında literatürden edinilen bilgiler ile yapı elemanları ana ve alt kriterlere göre (Tablo 2) puanlama tabloları geliştirilmiştir. Bu kriterler yapının sökümünden elde edilecek elemanların tekrar kullanım düzeylerini belirlemeye yöneliktir. Önemli olan yapıyı sadece sökmek değil o yapıdan tekrar kullanılabilir eleman sayısının niteliği ve miktarıdır.

Tablo 2. Ana ve alt kriterler

Ana Kriter	Alt Kriter
Dayanıklılık	Su geçirimsizlik Isıl genleşme Basınç dayanımı Çekme dayanımı Mikroorganizma yetişmesi Korozyon oluşumu
Sökülebilirlik	
Sürdürülebilirlik Kriteri	Yaşam süresi Zehirli gaz çıkarmaması Geri dönüştürülebilirlik

Her ana kriter ve alt kriterler literatürden alınan değerlere göre 5'li Likert ölçeğine dönüştürülmesi ile puanlanmıştır. Buna göre hafif çelik yapı önerilen malzeme ve elemanlar kapsamında en çok **≥1078 PUAN** en az **≤864 PUAN** alabilmektedir. Bu değerler malzeme çeşitliliği ve eleman çeşitliliğine göre değişebilecektir (Tablo 3).

Tablo 3: Söküm puanlaması

Düzye	Puanlama	Tanım
Çok kötü	≤864	Sökme çok fazla çaba gerektirir
Kötü	865-930	Sökme işlemi büyük çaba gerektirir
Orta	931-1000	Yıkım orta düzeyde çaba gerektirir
İyi	1001-1077	Yıkım çok az çaba gerektirir (dolgu malzemesinin çıkarılması gibi)
Çok iyi	≥1078	Çok kolay sökülebilir

Her projede kullanılan ürünlerin miktarı değişeceğine göre aşağıdaki formülü uygulayarak o yapıdaki elemanların ne miktarda sökülebileceği ve sonrasında kullanım oranları tahmin edilebilir. Her ürün için 1)

1. $\Sigma_{\text{alan veya adet}} \times \text{Dayanıklılık puanı} = \text{Yapıda kullanılan elemanın toplam dayanıklılık puanı}$ (Σ_{TDP})

2. $\Sigma_{\text{alan veya adet}} \times \text{Sökülebilirlik puanı} = \text{Yapıda kullanılan elemanın toplam sökülebilirlik puanı}$ ($\Sigma_{\text{TSÖP}}$)

3. $\Sigma_{\text{alan veya adet}} \times \text{Sürdürülebilirlik puanı} = \text{Yapıda kullanılan elemanın toplam sürdürülebilirlik puanı}$ ($\Sigma_{\text{TSÜP}}$)

4. $(\Sigma_{\text{TDP}}) + (\Sigma_{\text{TSÖP}}) + (\Sigma_{\text{TSÜP}}) = \text{YEYSP (Yapı Elemanının Yapı Söküm Puanı)}$

2) Yapı elemanının söküm puanı bulunduğundan sonra bu işlem tüm alt sistemlere uygulanarak yapının toplam sökülebilirlik puanı yapı elemanı seçimine göre belirlenir. 3) Her elemanın kullanıldığı alan ile YEYSP çarpılır. Bu şekilde her elemanın kullanıldığı alana bağlı olarak genel söküm puanı elde edilmiş olur. 4) Tüm elemanlar bu şekilde puanlanır, en son tüm yapı elemanları toplanarak yapının toplam sökülebilirlik puanı (YSP) elde edilir.

YEYSP x Alan (m²) = YSP (Yapı Söküm Puanı)

2.Aşama

Türkiye’de Hafif Çelik Yapılarda Kullanılan Eleman Seçimlerine Yönelik Anket

Yapılan anket çalışması Türkiye’de en çok tercih edilen ürünleri ve bu ürünlerin sökülebilirlik derecesi ile tekrar kullanım oranlarının belirlenmesinde kullanılmıştır. “Hafif Çelik Yapıların Söküm Haritası” başlıklı anket çalışmasına, sektördeki firmalarda çalışan toplam 36 kişi katılmıştır. Anketin ilk bölümünde, ankete katılanların meslekleri ile ilgili ve mimari açıdan firmalara ait bilgiler içeren sorular yer almaktadır. Anket çalışması Temmuz 2021- Ocak 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Anketin ikinci bölümünde, yapı sökümüne yönelik sorular, üçüncü bölümünde ise yapı malzeme ve elemanlarının seçimine yönelik sorular sorulmuştur. Son bölümde ise söküm aşaması ile ilgili sorular ile toplamda 45 soru ile anket tamamlanmıştır. İkinci, üçüncü ve dördüncü bölümdeki sorularda, ankete katılanlara çoklu yanıt seçeneği sunularak ilgili sorularda birden fazla şık işaretleyebilmeleri sağlanmıştır. Çoklu yanıtın tercih edilmesinin nedeni, yapı sökümüne ilişkin sektörün daha iyi anlaşılmasının sağlanmasıdır. Anket uygulaması SPSS paket programında gerçekleştirilmiştir. 2., 3. ve 4. bölümlerde Multiple response analysis ile sorulara ilişkin frekans ve yüzdeler belirlenip raporlanmıştır. Tabloların satır kısmında ilgili sorunun şıkları ve toplam satırı yer almaktadır. Sütunlarda ise frekans, diğer bir değişle, ilgili şıkkın (seçeneğin) ankete katılanlar tarafından kaç kez seçildiği/ işaretlendiği gösterilmektedir. Aşağıda ankette sorulan sorular ve yanıtları verilmiştir. Sektörde en çok tercih edilen malzemelere yönelik sorular, alınan cevaplar aşağıda verilmiştir.

*Çatı kaplaması olarak hangi ürünleri kullanıyorsunuz?***Tablo 4:** Çatı kaplaması olarak hangi ürünleri kullanıyorsunuz? Çoklu yanıtların frekans tablosu

	Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)	
	Frekans	Yüzde (%)		
	Marsilya Kiremit	11	4,3	30,6
	Alaturka Kiremit	7	2,8	19,4
	Düz Kiremit	5	2,0	13,9
	Oluklu Kiremit	8	3,1	22,2
	Roman Kiremit	2	0,8	5,6
	Çinko	6	2,4	16,7
	Bakır	2	0,8	5,6
	Titanyum	4	1,6	11,1
	Alüminyum	9	3,5	25,0
	Paslanmaz çelik	5	2,0	13,9
	Corten çeliği	1	0,4	2,8
	Metal Kiremit	27	10,6	75,0
Çatı kaplaması olarak hangi ürünleri kullanıyorsunuz?	Sandviç panel Poliüretan yalıtımlı	20	7,9	55,6
	Sandviç panel Taş yünü yalıtımlı	23	9,1	63,9
	Sandviç panel Camyünü yalıtımlı	15	5,9	41,7
	Sandviç panel EPS	17	6,7	47,2
	Lifli çimento esaslı oluklu levha	6	2,4	16,7
	Beton kiremit	3	1,2	8,3
	Bitümlü örtü çatı kaplamaları	15	5,9	41,7
	Oluklu bitümlü çatı kaplama	7	2,8	19,4
	Asfalt shingle	18	7,1	50
	Cam Elyaf Takviyeli Polyester CTP	5	2,0	13,9
	Polikarbonat -PC Esaslı Çatı k.	4	1,6	11,1
	Akrilik esaslı çatı kaplamaları	4	1,6	11,1
	Polivinil Klorür-PVC Esaslı kap	6	2,4	16,7
	Plastik esaslı kiremit	5	2,0	13,9
	Lamine cam	4	1,6	11,1
	Arduvaz	15	5,9	41,7
	Toplam	254	100,0	705,6

Tablo 4 incelendiğinde, çatı kaplaması olarak hangi ürünleri kullanıyorsunuz? Sorusuna ankete katılanların verdikleri çoklu yanıtlar incelendiğinde, firmalardan 11'i (%30,4) marsilya kiremit, 7'si (%19,7) alaturka kiremit, 5'i (%13,9) düz kiremit, 8'i (%22,2) oluklu kiremit, 2'si (%5,6) roman kiremit, 6'sı (%16,7) çinko, 2'si (%5,6) bakır, 4'ü (%11,1) titanyum, 9'u (%25) alüminyum, 5'i (%13,9) paslanmaz çelik, 1'i (%2,8) corten çeliği, 27'si (%75) metal kiremit, 20'si (%55,6) sandviç panel poliüretan yalıtımlı, 23'ü sandviç panel taş yünü yalıtımlı (%63,9), 15'i (%41,7) sandviç panel camyünü yalıtımlı, 17'si sandviç panel eps (%47,2), 6'sı (%16,7) lifli çimento esaslı oluklu levha, 3'ü (%8,3) beton kiremit, 15'i (%41,7) bitümlü örtü çatı kaplamaları, 7'si (%19,4) oluklu bitümlü çatı kaplama ürünleri, 18'i (%50) asfalt shingle, 5'i (%13,9) cam elyaf takviyeli polyester-CTP çatı kaplaması, 4'ü (11,1) polikarbonat-PC esaslı çatı kaplamaları ve akrilik esaslı çatı kaplamaları, 6'sı (%16,7) polivinil klorür- PVC esaslı çatı kaplamaları, 5'i (%13,9) plastik esaslı kiremit, 4'ü (%11,1) lamine cam ve 15'i (%41,7) arduvaz malzemesini kullanmaktadır. Anket verilerine göre, firmalar, bu malzemeler arasından en çok metal kiremit malzemesini (%75'i) , en az ise corten çeliği malzemesini (%0,4) kullanılmaktadır.

*Çatı oluklarında hangi elemanları ve malzemeleri kullanıyorsunuz?***Tablo 5:** Çatı oluklarında hangi elemanları ve malzemeleri kullanıyorsunuz? Sorusuna ait çoklu yanıtların frekans tablosu

	Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)	
	Frekans	Yüzde (%)		
Çatı oluklarında hangi elemanları ve malzemeleri kullanıyorsunuz?	Asma oluk-Bakır	5	6,2	13,9
	Asma oluk-Çinko	10	12,3	27,8
	Asma oluk- Galvanizli çelik	32	39,5	88,9
	Gizli oluk- Galvanizli çelik	27	33,3	75,0
	Gizli oluk- Çinko	6	7,4	16,7
	PVC	1	1,2	2,8
Toplam	81	100	225,0	

Firmalardan 5'i (%13,9) asma oluk- bakır, 10'u (%27,8) asma oluk- çinko, 32'si (%88,9) asma oluk- galvanizli çelik, 27'si (%75,0) gizli oluk- galvanizli çelik, 6'sı (%16,7) gizli oluk- çinko ve 1'i PVC (%2,8) malzemesini çatı oluklarında kullanmaktadır. Araştırmada yer alan firmaların büyük çoğunluğu (%88,9) asma oluk- galvanizli çelik en az ise PVC malzemesini tercih etmektedirler (**Tablo 5**).

Tablo 6: Çatı oluklarında kullanılan malzemeler ile firmaların yaptıkları proje türlerine göre oluşturulan çapraz tablo frekansı

	Hangi tür Projeler Yapıyorsunuz?			Toplam	
	Her Türlü Yapı	Kamu yapısı	konut		
Çatı oluklarında hangi elemanları ve malzemeleri kullanıyorsunuz?	Asma oluk-Bakır	4	0	1	5
	Asma oluk-Çinko	9	0	1	10
	Asma oluk- Galvanizli çelik	25	1	6	32
	Gizli oluk- Galvanizli çelik	22	0	5	27
	Gizli oluk- Çinko	5	0	1	6
	PVC	1	0	0	1
Toplam	29	1	6	36	

Tablo 6 incelendiğinde, her türlü yapı ve konut inşa eden firmaların çoğu asma oluk- galvanizli çelik malzemesini çatı oluklarında kullanmaktadır. Kamu yapısı inşa eden firmada bu malzemeyi çatı oluklarında kullanmaktadır. Asma oluk- galvanizli çelik malzemenin yanı sıra gizli oluk- galvanizli çelik malzemedede çoğunlukla her türlü yapı ve konut inşa eden firmalar tarafından tercih edilmektedir.

Su yalıtım katmanı olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?

Tablo 7: Su yalıtım katmanı olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz? Sorusuna ait çoklu yanıtların yüzdesi

	Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)	
	Frekans	Yüzde (%)		
Su yalıtım katmanı olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?	Organik Taşıyıcı Bitümlü Ürünler	7	5,6	20,0
	Sentetik Taşıyıcı Bitümlü Ürünler	9	7,1	25,7
	Polietilen (PE) Plastik kökenli yalıtım	12	9,5	34,3
	Polivinilklorür (PVC) Plastik kökenli yalıtım	6	4,8	17,1
	Sentetik kauçuk- Etilen propilen dien terpolimer (EPDM)	6	4,8	17,1
	Geotekstil-Ayırıcı Tabaka	7	5,6	20,0
	Polipropilen veya Polyesterden	7	5,6	20,0
	Drenaj Levhaları	7	5,6	20,0
	Polimer Buhar kesici	11	8,7	31,4
	Bitümlü Buhar kesici	12	9,5	34,3
	Buhar dengeleyici- Bitüm esaslı ürünler	22	17,5	62,9
	Buhar dengeleyici- Polimer bitüm esaslı ürünler	16	12,7	45,7
	Buhar dengeleyici- Plastik esaslı ürünler	11	8,7	31,4
	Toplam	126	100,0	360,0

Tablo 7 incelendiğinde, su yalıtım katmanı olarak firmaların 7'si (%20,0) organik taşıyıcı bitümlü ürünler, 9'u (%25,7) sentetik taşıyıcı bitümlü ürünler, 12'si (%34,3) polietilen (pe) plastik kökenli yalıtım, 6'sı (%17,1) polivinilklorür (PVC) plastik kökenli yalıtım, 6'sı (%17,1) sentetik kauçuk- etilen propilen dien terpolimer (epdm), 7'si (%20,0) geotekstil-ayırıcı tabaka polipropilen veya polyesterden ve drenaj levhaları, 11'i (%31,4) polimer buhar kesici, 12'si (%34,3) bitümlü buhar kesici, 22'si (%62,9) buhar dengeleyici- bitüm esaslı ürünler, 16'sı (%45,7) buhar dengeleyici- polimer bitüm esaslı ürünler ve 11'i (%31,4) buhar dengeleyici- polimer bitüm esaslı ürünler malzemelerini su yalıtım katmanı olarak kullanmaktadır.

Kaba kaplama olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?

Tablo 8: Kaba kaplama olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz? Sorusuna ait çoklu yanıtların frekans tablosu

	Frekans	Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)
		Yüzde (%)	(%)	
Kaba kaplama olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?	OSB	30	44,1	88,2
	Kontraplak	11	16,2	32,4
	Alçı plak	22	32,4	64,7
	Lifli çimento	2	2,9	5,9
	Betopan	2	2,9	5,9
	Yonga levha	1	1,5	2,9
Toplam	68	100,0	200,0	

Tablo 8 incelendiğinde, firmalardan 30'u (%88,2) OSB, 11'i (%32,4) kontraplak, 22'si (%64,7) alçı plak, 2'si (%5,9) lifli çimento ve betopan ve 1'i (%2,9) ise yonga levha kullanmaktadır.

*Isı yalıtım malzemesi olarak hangi ürünleri kullanıyorsunuz?***Tablo 9:** Isı yalıtım malzemesi olarak hangi ürünleri kullanıyorsunuz? Sorusuna ait çoklu yanıtların frekans tablosu

	Yanıtlar	Gözlemlerin yüzdesi (%)	
		Frekans	Yüzde (%)
Isı yalıtım malzemesi olarak hangi ürünleri kullanıyorsunuz?	Selüloz	1	0,9
	Ahşap yün levha	4	3,7
	Cam Yünü	26	24,1
	Taş Yünü	33	30,6
	Genleştirilmiş Perlit	1	0,9
	Cam köpüğü	1	0,9
	Ekspandad Polistren Köpük (EPS)	12	11,1
	Ekstrude Polistren Köpük (XPS)	11	10,2
	Poliüretan köpük (PUR)	17	15,7
	Polietilen Köpük (PE)	2	1,9
	Toplam	108	100,0

Tablo 9 incelendiğinde, firmalardan 1'i (%2,9) Selülozu, 4'ü (%11,4) ahşap levhayı, 26'sı (%24,1) cam yünü, 33'ü (%30,6) taş yünü, 1'i (%0,9) Genleştirilmiş Perliti ve Cam köpüğünü, 12'si (%11,1) Ekspandad Polistren Köpüğü (EPS), 11'i (%10,2) Ekstrude Polistren Köpüğü (XPS), 17'si (%15,7) Poliüretan köpük (PUR), 2'si (%1,9) ise Polietilen Köpüğü (PE) kullanmaktadır.

*Tavan kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?***Tablo 10:** Tavan kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz? Sorusuna ait çoklu yanıtların frekans tablosu

	Yanıtlar	Gözlemlerin yüzdesi (%)	
		Frekans	Yüzde (%)
Tavan kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?	OSB plaka	15	12,4
	Ahşap panel	11	9,1
	Alçı panel	29	24,0
	PVC tavan kaplaması	7	5,8
	Sıva	6	5,0
	Metal Tavan	15	12,4
	Taş yünü tavan	20	16,5
	Fiberglass tavan	4	3,3
	Plastik asma tavan	5	4,1
	Akustik tavan	9	7,4
Toplam	121	100,0	

Tablo 10 incelendiğinde, ankette yer alan firmalardan 15'i OSB plakayı, 11'i ahşap paneli, 29'u alçı paneli, 7'si PVC tavan kaplamasını, 6'sı sıvayı, 15'i Metal tavanı, 20'si Taş yünü tavanı, 4'ü Fiberglass tavanı, 5'i plastik asma tavanı ve 9'u ise akustik tavanı, tavan kaplama malzemesi olarak kullanmaktadır. Sektörde, firmalar tavan kaplaması olarak en çok alçı paneli tercih ettikleri çıkarımı yapılabilir.

*Hangi tespit elemanlarını kullanıyorsunuz?***Tablo 11:** Hangi tespit elemanlarını kullanıyorsunuz? Frekans tablosu

	Yanıtlar	Gözlemlerin yüzdesi (%)	
		Frekanslar	Yüzde (%)
Hangi tespit elemanlarını kullanıyorsunuz?	Harç ile tespit	11	16,4
	Doğal Yapıştırıcılar	5	7,5
	Yarı Sentetik Yapıştırıcılar	4	6,0
	Sentetik Yapıştırıcılar- Termoset yapıştırıcılar	2	3,0
	Sentetik Yapıştırıcılar- Akrilik polimerler	8	11,9
	Sentetik Yapıştırıcılar- Termoplastik Yapıştırıcılar	2	3,0
	Sentetik Yapıştırıcılar- Vinil polimerler	2	3,0
	Vida, Çivi	33	49,3
	Toplam	67	100,0

Tablo 11 incelendiğinde, firmalardan 11'i (%31,4) harç ile tespiti, 5'i (%14,3) doğal yapıştırıcıları, 4'ü (%11,4) yarı sentetik yapıştırıcıları, 2'si (%5,7) sentetik yapıştırıcılar- termoset yapıştırıcıları, 8'i (%22,9) sentetik yapıştırıcılar- akrilik polimerleri, 2'si (%5,7) sentetik yapıştırıcılar-termoplastik yapıştırıcıları ve sentetik yapıştırıcılar- vinil polimerleri, 33'ü ise vida, çivi tespit elemanı olarak kullanılmaktadır. Sektörde en çok vida, çivi tespit elemanı kullanılmaktadır.

Duvar kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?

Tablo 12: Duvar kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz? Frekans tablosu

	Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)
	Frekans	Yüzde (%)	
	14	7,1	41,2
Sıva	20	10,1	58,8
Lifli Çimento Levha	12	6,1	35,3
Cam Elyaf Takviyeli Beton Panel	3	1,5	8,8
Kurşun	2	1,0	5,9
Çinko	1	0,5	2,9
Titanyum	4	2,0	11,8
Alüminyum	3	1,5	8,8
Paslanmaz çelik	1	0,5	2,9
Corten çeliği	4	2,0	11,8
Metal kiremit	10	5,1	29,4
Kompozit kaplama	10	5,1	29,4
Yerinde yapma Sandviç paneller	1	0,5	2,9
Vinil polimer cephe kaplaması-PVC	2	1,0	5,9
PC Levha	5	2,5	14,7
Duvar kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?	8	4,0	23,5
Cam Elyaf Takviyeli Polyester Levha	4	2,0	11,8
Tuğla Kaplama	10	5,1	29,4
Prese Kaplama Tuğlaları	6	3,0	17,6
Seramik karo	3	1,5	8,8
Teracotta kaplama	5	2,5	14,7
Cam kompozit PVB	2	1,0	5,9
Lamine cam	5	2,5	14,7
Öngermeli cam	6	3,0	17,6
Temperli cam	11	5,6	32,4
Granit	7	3,5	20,6
Mermer	3	1,5	8,8
Traverten	2	1,0	5,9
Kumtaşı	2	1,0	5,9
Kireçtaşı	14	7,1	41,2
Ahşap kompozit	18	9,1	52,9
Yalı baskısı	2	1,0	5,9
Fibercement			
Toplam	198	100,0	582,4

Tablo 12 incelendiğinde, firmalardan 14'ü (41,2) sıva, 20'si (%58,8) lifli çimento levha, 12'si (%35,3) cam elyaf takviyeli beton panel, 3'ü (%8,8) kurşun, 2'si (% 5,9) çinko, 1'i (%2,9) titanyum, 4'ü (%11,8) alüminyum, 3'ü (%8,8) paslanmaz çeliği, 1'i (%2,9) corten çeliği, 4'ü (%11,8) metal kiremit, 10'u (%29,4) kompozit kaplama ve yerinde yapma sandviç paneller, 1'i (%2,9) vinil polimer cephe kaplaması-pvc, 2'si (%5,8) pc levha, 5'i (%14,7) cam elyaf takviyeli polyester levha, 8'i (%23,5) tuğla kaplama, 4'ü (%11,8) prese kaplama tuğlaları, 10'u (%29,4) seramik karo, 6'sı (%17,6) teracotta kaplama, 3'ü (%8,8) cam kompozit pvb, 5'i (%14,7) lamine cam ve temperli cam, 2'si (%5,9) öngermeli cam, 6'sı (%17,6) granit, 11'i (%32,4) mermer, 7'si (%20,6) traverten, 3'ü (%8,8) kumtaşı, 2'si (%5,9) kireçtaşı, 14'ü (%41,2) ahşap kompozit, 18'i (%52,9) yalı baskı ve 2'si (%5,9) fibercement malzeme duvar kaplaması olarak kullanılmaktadır. Ankette yer alan firmalardan hareketle, sektörde duvar kaplama malzemesi olarak en çok lifli çimento levha, en az titanyum, corten çeliği vinil polimer cephe kaplaması-pvc kullanıldığı çıkarımı yapılabilir.

*Döşeme kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?***Tablo 13:** Döşeme kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz? Sorusuna ait çoklu yanıtların frekans tablosu

	Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)
	Frekans	Yüzde (%)	
Mermer	15	6,0	44,1
Granit	17	6,8	50,0
Traverten	5	2,0	14,7
Pişmiş toprak karolar	4	1,6	11,8
Seramik karo	27	10,8	79,4
Porselen karo	12	4,8	35,3
Seramik mozaik	10	4,0	29,4
Beton	15	6,0	44,1
Dökme mozaik(terazzo)	2	0,8	5,9
Karo mozaik	5	2,0	14,7
Ahşap döşeme levhası	10	4,0	29,4
Döşeme kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?			
Masif parke	13	5,2	38,2
Lamine parke	21	8,4	61,8
Laminant parke	29	11,6	85,3
PVC kaplama	20	8,0	58,8
Poliüretan kaplama	6	2,4	17,6
Epoksi	12	4,8	35,3
Halı(yapay lifli)	6	2,4	17,6
Linolyum	4	1,6	11,8
Kauçuk	2	0,8	5,9
Cam parke	1	0,4	2,9
Cam mozaik	2	0,8	5,9
Lamine cam	1	0,4	2,9
Izgara kaplama	2	0,8	5,9
Metal saç kaplama	5	2,0	14,7
Metal seramik ve mozaik	1	0,4	2,9
Toplam	250	100,0	735,3

Tablo 13 incelendiğinde, firmalardan 15'i mermer, 17'si granit, 5'i traverten, 4'ü pişmiş toprak karolar, 27'si seramik karo, 12'si porselen karo, 10'u seramik mozaik, 15'i beton, 2'si dökme mozaik(terazzo), 5'i karo mozaik, 10'u ahşap döşeme levhası, 13'ü masif parke, 21'i lamine parke, 29'u laminant parke, 20'si PVC kaplama, 6'sı poliüretan kaplama, 12'si epoksi, 6'sı halı (yapay lifli), 4'ü linolyum, 2'si kauçuk, cam mozaik ve ızgara kaplama, 1'i cam parke, lamine cam ve metal seramik ve mozaik ve 5'i metal saç kaplama malzemelerini duvar kaplaması olarak kullanmaktadır. firmalar, duvar kaplamasında en çok laminant parke, en az ise cam parke, lamine cam ve metal seramik ve mozaik kullanmaktadır.

*Süpürgelik olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?***Tablo 14:** Süpürgelik olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz? Sorusuna ait çoklu yanıtların frekans tablosu

	Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)
	Frekans	Yüzde (%)	
Süpürgelik olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?			
Ahşap	29	47,5	87,9
Plastik	18	29,5	54,5
Metal	14	23,0	42,4
Toplam	61	100,0	184,8

Tablo 14 incelendiğinde, firmalardan 29'u (%87,9) Ahşap, 18'i (%54,5) Plastik ve 14'ü (%42,4) Metal malzemeyi süpürgelik olarak kullanmaktadır.

*Merdiven kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?***Tablo 15:** Merdiven kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz? sorusuna ait çoklu yanıtların frekans tablosu

	Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)
	Frekans	Yüzde (%)	
Merdiven kaplaması olarak hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?			
Ahşap	29	43,9	85,3
Seramik	15	22,7	44,1
Taş	11	16,7	32,4
Cam	4	6,1	11,8
Halı	2	3,0	5,9
Mermer	3	4,5	8,8
Granit	2	3,0	5,9
Toplam	66	100,0	194,1

Tablo 15 incelendiğinde, firmalardan 29'u (%85,3) ahşap, 15'i (%44,1) seramik, 11'i (%32,4) Taş, 4'ü (%11,8) cam, 2'si (%5,9) halı ve granit ve 3'ü (%8,8) mermeri merdiven kaplaması olarak kullanmaktadır.

Merdivenin korkuluklarında hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?

Tablo 16: Merdivenin korkuluklarında hangi malzemeleri kullanıyorsunuz? sorusuna verilen çoklu yanıtların frekans tablosu

		Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)
		Frekans	Yüzde (%)	
Merdivenin korkuluklarında hangi malzemeleri kullanıyorsunuz?	Metal Korkuluk	33	48,5	94,3
	Ahşap Korkuluk	20	29,4	57,1
	Cam panel korkuluk	13	19,1	37,1
	Alüminyum Küpeşte	2	2,9	5,7
Toplam		68	100,0	194,3

Tablo 16 incelendiğinde, merdiven korkuluklarında firmalardan 33'ü (%94,3) metal korkuluk, 20'si (%57,1) ahşap korkuluk, 13'ü (%37,1) cam panel korkuluk ve 2'si (%5,7) alüminyum küpeşte malzemesini kullanmaktadır.

Pencerelerde hangi malzemeyi kullanıyorsunuz?

Tablo 17: Pencerelerde hangi malzemeyi kullanıyorsunuz? sorusuna verilen çoklu yanıtların frekans tablosu

		Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)
		Frekans	Yüzde (%)	
Pencerelerde hangi malzemeyi kullanıyorsunuz?	Ahşap	7	9,6	20,0
	Metal- Alüminyum	31	42,5	88,6
	PVC	35	47,9	100,0
	Toplam	73	100,0	208,6

Tablo 17 incelendiğinde, pencerelerde, firmalardan 7'si (%20,0) ahşap, 31'i (%88,6) metal-alüminyum ve 35'i (%100) PVC malzemesini kullanmaktadır. Firmaların hepsi pencerelerde PVC malzemesi kullanmaktadır.

Dış kapılarda hangi malzemeyi kullanıyorsunuz?

Tablo 18: Dış kapılarda hangi malzemeyi kullanıyorsunuz? sorusuna verilen çoklu yanıtların frekans tablosu

		Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)
		Frekans	Yüzde (%)	
Dış kapılarda hangi malzemeyi kullanıyorsunuz?	Ahşap	13	19,1	37,1
	Metal- Alüminyum	34	50,0	97,1
	PVC	17	25,0	48,6
	İzolasyon	1	1,5	2,9
	Çelik	3	4,4	8,6
Toplam		68	100,0	194,3

Tablo 18 incelendiğinde, dış kapılarda firmalardan 13'ü (%37,1) ahşap, 34'ü (%97,1) metal-alüminyum, 17'si (% 48,6) PVC, 1'i (%2,9) izolasyon ve 3'ü (%8,6) çelik malzeme kullanılmaktadır.

İç kapılarda hangi malzemeyi kullanıyorsunuz?

Tablo 19: İç kapılarda hangi malzemeyi kullanıyorsunuz? Sorusuna verilen çoklu yanıtların frekans tablosu

		Yanıtlar		Gözlemlerin yüzdesi (%)
		Frekans	Yüzde (%)	
İç kapılarda hangi malzemeyi kullanıyorsunuz?	Ahşap	32	45,7	91,4
	Metal	19	27,1	54,3
	PVC	17	24,3	48,6
	Panel	1	1,4	2,9
	Laminant	1	1,4	2,9
Toplam		70	100,0	200,0

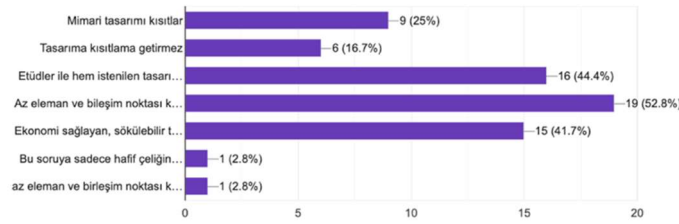
Tablo 19 incelendiğinde, iç kapılarda firmalardan 32'si (%91,4) ahşap, 19'u (%54,3) metal, 17'si PVC, 1'i ise panel ve laminant malzeme kullanmaktadır.

Türkiye'deki hafif çelik sektöründe çalışanlar ile hafif çelik yapıların sökülebilirliğine yönelik sorular

Yapı sökümüne yönelik sorular aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir.

Tasarımda az eleman ve birleşim noktası kullanımına dikkat edilmesinin mimari tasarımlara etkisi ne/neler olabilir?

Bu soruya 36 kişi cevap vermiştir. Tasarımda az eleman ve birleşim noktası kullanımına dikkat edilmesinin mimari tasarımı kısıtlayacağını düşünenler %25, tasarıma kısıtlama getirmeyeceğini düşünenler ise %16.7'dur. Tasarımda az bileşen ve birleşim noktası kullanımının tasarıma kısıtlama getireceğini düşünenlerin oranının fazla olması dikkat çekici olmasına rağmen bu sorunun şıkları arasındaki az eleman ve birleşim noktası kullanımının ekonomi sağlayacağını işaretleyenlerin %52.8 ve etütler ile hem istenilen tasarım hem de az eleman ve birleşim noktası elde edilebilir şikkı %44.4'lik oran ile en yüksek ikinci cevap olması, ekonomi gözönüne alındığında az eleman ve birleşim noktası kullanımının etütler ile mümkün olabileceği kanaatinin yaygın olduğunu ortaya koymuştur. Üçüncü en yüksek oran %41.7'lik oran ile ekonomi sağlayan, sökülebilir tasarım yaklaşımı tasarıma ayrıcalık kazandırır şikkı olmuştur. Katılımcıların %2.8'i hafif çelik yapılarda az eleman ve birleşim noktası kullanımının bu sisteminin doğasına aykırı olduğunu belirtmişlerdir (**Şekil 1**).

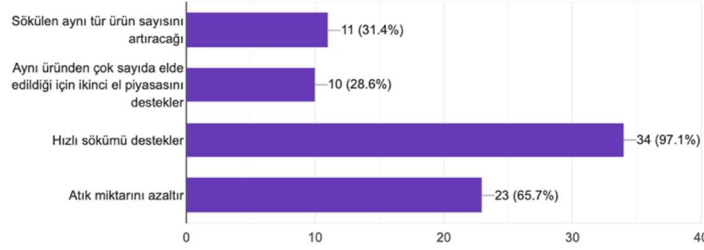


Şekil 1: Tasarımda az eleman ve birleşim noktası kullanımına dikkat edilmesinin mimari tasarımlara etkisi ne/neler olabilir? Sorusunun cevap grafiği

Bu soru değerlendirildiğinde katılımcıların çoğunluğu az yapı elemanı ve birleşim noktası kullanımının ekonomi sağlayacağı, tasarım aşamasında etütler ile bunun mümkün olabileceği ve tasarıma ayrıcalık kazandıracığı görüşüne sahiptir. Buna karşın katılımcıların çoğunluğu bu uygulamanın tasarıma kısıtlama getireceğini düşünmektedir. Bir katılımcı hafif çelik yapının kendi doğal yapısından dolayı çok sayıda bağlantıya sahip olduğunu az birleşim sayısı kullanmanın mümkün olmadığını belirtmiştir.

Tasarımda az bileşen ve birleşim noktası kullanımı hakkında ne düşünüyorsunuz?

Bu soruya 35 kişi cevap vermiştir. Katılımcıların %97.1'i hızlı sökümü destekleyeceğini, %65.7'u atık miktarını azaltacağını, %31.4'ü sökülen aynı tür ürün sayısını artıracığını, %28.6'sı aynı üründen çok sayıda elde edildiği için ikinci el piyasasını destekleyeceğini düşünmektedir (**Şekil 2**).

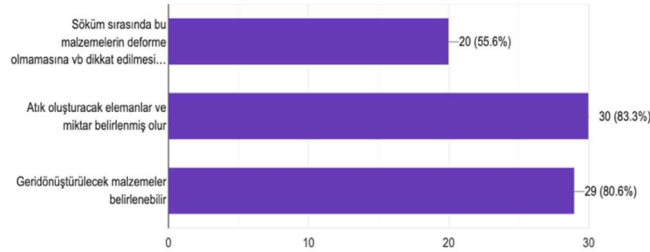


Şekil 2: Tasarımda az bileşen ve birleşim noktası kullanımı hakkında ne düşünüyorsunuz? Cevap grafiği

Bu soru değerlendirildiğinde katılımcıların büyük çoğunluğu, tasarımda az bileşen ve birleşim noktasının yapının ortadan kolaylıkla kısa süre ve az atık ile kaldırılabilmesinde etkili olduğunu kabul etmekte buna karşın ikinci el piyasasını destekleme konusunda etkili olmadığını düşünmektedir.

Tekrar kullanılmayacak malzemelerin projede belirtilmesi ne/neler sağlar?

Bu soruya 36 katılımcı cevap vermiştir. Proje aşamasında tekrar kullanılacak ve kullanılmayacak elemanların belirtilmesi, ürünlerin bu hususlar göz önünde bulundurularak seçilmesi yapının sökümü sonrasında oluşacak atık miktarı ile tekrar kullanılacak malzemelerin belirlenmesi/ tahmin edilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda sorulan yukarıdaki sorunun şıklarından atık oluşturacak elemanlar ve miktar belirlenmiş olur %83.3, geri dönüştürülecek malzemeler belirlenir şıkkı % 80.6 oranında işaretlenmiştir. Bu sonuç katılımcıların tasarım aşamasında atık oluşturacak ve geri dönüştürülecek malzemelerin miktarının belirlenmesinin önemli olduğunu düşündüklerini ortaya koymuştur. %55.6' lük katılımcı görüşü ise söküm sırasında bu malzemelerin deforme olmamasına vb dikkat edilmesi gerektiğini düşünmektedirler (Şekil 3).

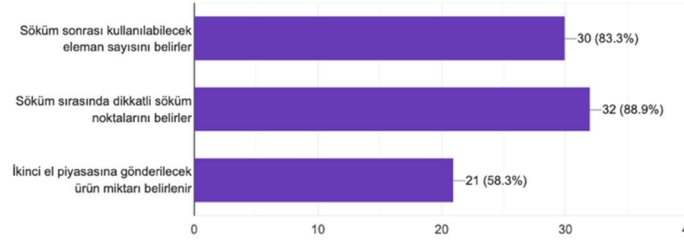


Şekil 3: Tekrar kullanılmayacak malzemelerin projede belirtilmesi ne/neler sağlar? Sorusunun cevap grafiği

Bu soru değerlendirildiğinde tekrar kullanılmayacak malzemelerin projede belirlenmesi atık miktarının ve geri dönüştürülecek malzeme miktarını belirlemede önem taşıyacağı kanaatinin yaygın olduğu belirlenmiştir.

Tekrar kullanılacak malzemelerin projede belirtilmesi ne/neler sağlar?

Bu soruya 36 katılımcı cevap vermiştir. Tekrar kullanılabilir elemanların projede belirtilmesine katılımcıların %88.9'u söküm noktalarını belirtmenin gerekli olduğunu, %83.3'ü söküm sonrası kullanılabilir eleman sayısını belirleyeceğini, %58.3'ü ikinci el piyasasına gönderilecek ürün miktarını belirleyeceğini düşünmektedir (Şekil 4).

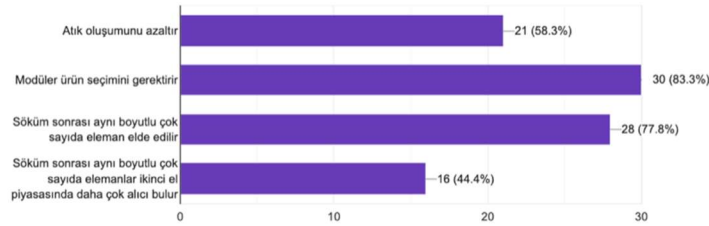


Şekil 4: Tekrar kullanılacak malzemelerin projede belirtilmesi ne/neler sağlar? Cevap grafiği

Bu soru değerlendirildiğinde ise katılımcılar birbirleri ile ilişkili olan elemanların zarar verilmeden sökülebilmesi için söküm noktalarının belirtilmesini önemli bulmalarına karşın bu işlemin ikinci el piyasasına gönderilecek ürün miktarının belirlenmesinde etkili olmadığını düşünmektedirler.

Tasarımın boyutsal koordinasyona-modüler koordinasyona göre yapılması ne/neler sağlar?

Bu soruya 36 katılımcı katılmıştır. Bu soruya katılımcıların %83.3'ü modüler ürün seçimini gerektirdiğini, %77.8'i söküm sonrası aynı boyutlu çok sayıda eleman elde edileceğini işaretlemiştir. Atık oluşumunu azaltacağını ise %58.3'lik kesim düşünmektedir. Söküm sonrası aynı boyutlu çok sayıda ikinci el piyasasında daha çok alıcı bulur şikkını ise %44.4'lik katılımcı işaretlemiştir (Şekil 5).

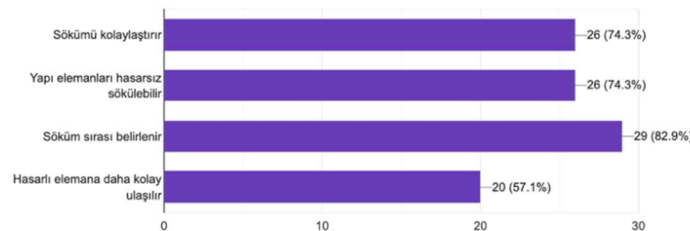


Şekil 5: Tasarımın boyutsal koordinasyona-modüler koordinasyona göre yapılması ne/neler sağlar? Cevap grafiği

Bu soru değerlendirildiğinde katılımcıların büyük çoğunluğunun modüler koordinasyon ilkelerinin modüler ürün gerektirdiğini ve bu tür ürün kullanımının da söküm sonrasında çok sayıda aynı ürüne sahip olunacağını dolayısıyla atık oluşumunun azalacağını düşündüklerini buna karşılık ikinci el piyasasına çok sayıda aynı ürünün gönderileceği kanaatini daha az katılımcının taşıdığı görülmüştür.

Yapı alt sistemlerinin katmanlaşma teorisine göre tasarlanması ne/neler sağlar?

Bu soruya 35 katılımcı cevap vermiştir. Anket katılımcıları yapı alt sistemlerinin katmanlaşma teorisine göre tasarlanması sorusuna %82.9'u yapı elemanlarının hasarsız sökülebileceği, %74.3'sü sökümü kolaylaştıracağı, %74.3'sü söküm sırasını belirleyeceği, %57.1'si hasarlı elemana daha kolay ulaşılacağı şikkını işaretlemiştir (Şekil 6).

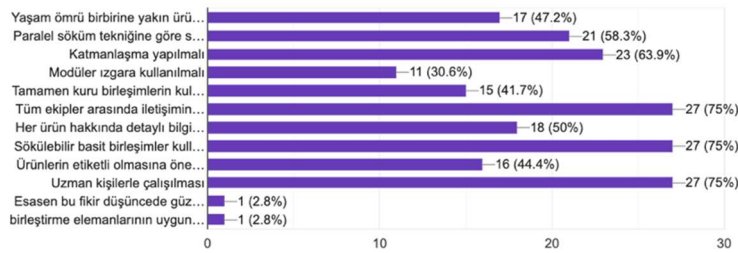


Şekil 6: Yapı alt sistemlerinin katmanlaşma teorisine göre tasarlanması ne/neler sağlar? Cevap grafiği

Bu soru değerlendirildiğinde en yüksek tercih yapı elemanlarının hasarsız sökülebileceği yönünde yapılmıştır. Birbirine yakın değerler olması açısından sökümü kolaylaştırması ve söküm sırasının belirlenmesi de katmanlaşmanın sağladığı avantajlar arasında eşit derecede önemli görülmüştür.

Verimli hafif çelik yapı sökümü için hangi stratejiler uygulanmalıdır?

Bu soruya 36 katılımcı cevap vermiştir. Bu sorunun değerlendirmesi için çok sayıda işaretlenebilen 9 şık verilmiştir. 3 şık %75'er oranında işaretlenmiştir. Bunlar; tüm ekipler arası iletişimin olması (tesisat mühendisi vb), sökülebilir basit birleşimler kullanmak, uzman kişilerle çalışılmasıdır. Katılımcıların %63.9'u katmanlaşma yapılmalı, %58.3'ü paralel söküm tekniğine göre söküm yapılacak şekilde planlama yapılmalı, %47.2'ü yaşam ömrü birbirine yakın ürünler seçilmeli, %44.4'ü ürünlerin etiketli olmasına önem verilmeli, %41.7'si tamamen kuru birleşimler kullanılmalı, %30.6'ü modüler ızgara kullanılmalı şıklarını işaretlemiştir. %2.8'i esasen bu fikri düşünse de bunun fiiliyatta bir ütopya olduğu, %2.8'i birleştirme elemanlarının uygun seçeneklerini işaretlemiştirler (Şekil 7).

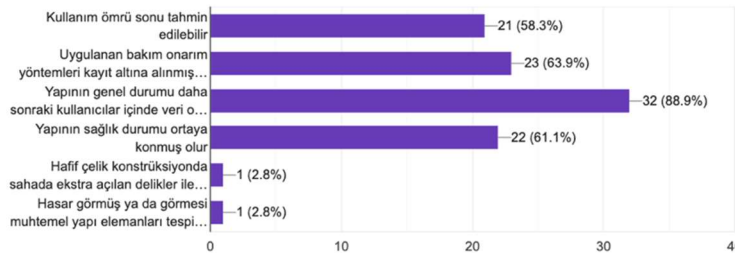


Şekil 7: Verimli hafif çelik yapı sökümü için hangi stratejiler uygulanmalıdır? Cevap grafiği

Katılımcılar verimli hafif çelik yapı sökümünde, ekipler arasındaki iletişimin, sökülebilir basit birleşimlerin kullanılmasının ve uzman kişilerle çalışılmasının eşit derecede önemli olduğunu düşünmektedirler. Daha önceki soruda modüler koordinasyon ilkelerini uygulamanın atık oluşumunu önleyeceği, aynı sayıda çok sayıda elemana sahip olunacağı yönünde cevap alınmış olsa da soru başka açıdan sorulduğunda modüler ızgara kullanımının en düşük değeri olarak aslında katılımcıların modüler ızgara kullanmayı tercih etmedikleri görülmüştür. Çok az bir kesimde olsa bu anlayışı ütopya olarak görmektedir.

Yapı elemanlarının durumunun kayıt altına alınması ne sağlar?

Bu soruya 36 katılımcı cevap vermiştir. En çok %88.9'lık oran ile yapının genel durumu daha sonraki kullanıcılar içinde veri oluşturur şikkını işaretlenmiştir. Daha sonra sırasıyla katılımcıların %61.1'i yapının sağlık durumu ortaya konmuş olur, %63.9'i uygulanan bakım onarım yöntemleri kayıt altına alınmış olur, %58.3'i kullanım ömrü sonu tahmin edilebilir şıklarını işaretlemiştir. %2.8'i hafif çelik konstrüksiyonda sahada ekstra açılan delikler ilerleyen yıllarda profillerde korozyona sebep olur maddesini işaretlemiştir. %2.8'i hasar görmüş ya da görmesi muhtemel yapı elemanları tespit edilebilir cevaplarını diğer seçenek altına eklenmiştir (Şekil 8).

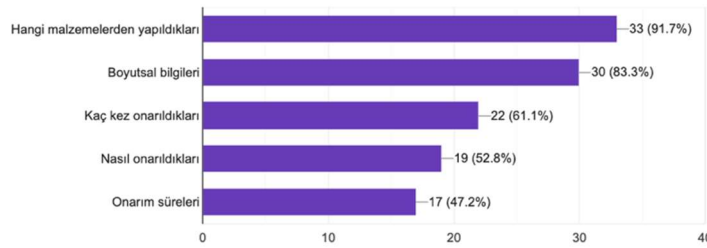


Şekil 8: Yapı elemanlarının durumunun kayıt altına alınması ne sağlar? Cevap grafiği

Genel bir değerlendirme yapıldığında yapı elemanlarının durumunun kayıt altına alınması yapının genel durumunun daha sonraki kullanıcılar için veri oluşturacağı, diğer deyişle sonraki kullanıcılarına veri oluşturmanın önemi üzerinde durulduğu ortaya çıkmıştır. Az bir ise katılımcı ikinci el ürünlerin birebir aynı şekilde kullanılmasının mümkün olmadığını fakat bu uygulamanın hasar görmüş ve hasar görmesi muhtemel yapı elemanlarının tespit edilebileceğini düşünmektedir.

Yapı elemanlarının durumları kayıt altına alınırken hangi bilgi/bilgiler yazılmalıdır?

Bu soruya 36 katılımcı cevap vermiştir. Yapı elemanlarının kayıt altına alınmasında %91.7 hangi malzemelerden yapıldıkları, %83.3 boyutsal bilgileri, %61.1 kaç kez onarıldıkları, % 52.8 nasıl onarıldıkları, % 47.2'si onarım süreleri bilgilerinin yazılması ankete katılanlar arasında sıralanmıştır (Şekil 9).

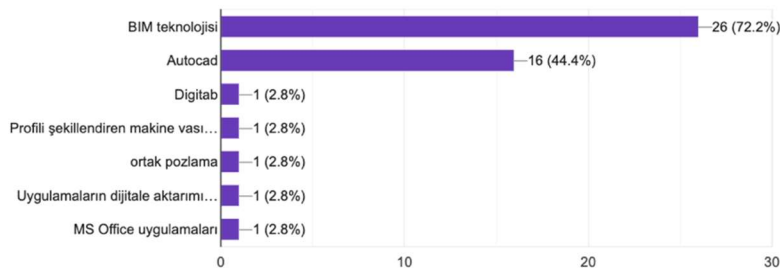


Şekil 9: Yapı elemanlarının durumları kayıt altına alınırken hangi bilgi/bilgiler yazılmalıdır? Cevap grafiği

Soru değerlendirildiğinde yapı elemanlarının kayıt altına alınmasında malzeme bilgisi verilmesinin en önemli konu olduğu, ikinci en önemli konunun boyutsal bilgi verilmesinin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu da veri bankasına malzeme ve aynı boyutların tasnifinin yapılabilmesine imkan veren bilgilerdir. Yapı elemanlarının kaç kez onarıldıklarının da bilinmesi önemli üçüncü değerdir. Katılımcılar yapı elemanlarının kaç kez onarıldığının o elemanın sağlık durumu hakkında bilgi verdiğini düşünse de nasıl onarıldıklarına önem vermemektedir.

Yapı elemanlarının durumları nasıl kayıt altına alınmalı?

Bu soruya 36 katılımcı cevap vermiştir. Yapı elemanlarının nasıl kayıt altına alınacağı, bilgilerin saklanması ve ihtiyaç durumunda kolay ulaşılabilirliği açısından önemli bir konudur. Bu soruya katılımcıların % 72.2'i BIM teknolojisi, %44.4 Autocad, % 2.8 MS Office, % 2.8 Digitab, % 2.8 Ortak pozlama şıkları işaretleri işaretlemiştir (Şekil 10).

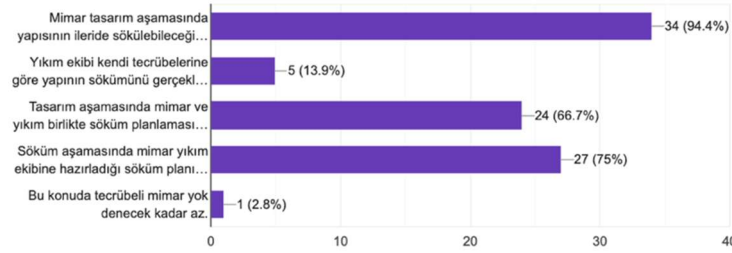


Şekil 10: Yapı elemanlarının durumları nasıl kayıt altına alınmalı? Cevap grafiği

Alınan cevaplara göre katılımcıların büyük çoğunluğu yapı elemanlarının kayıt altına alınmasında BIM teknolojisi kullanımının gerektiğini, ikinci büyük çoğunluk Autocad seçeneğini işaretlemiştir. Verilen cevaplarda BIM teknolojisinin etkinliğinin öne çıktığı, bu bağlamda da ofislerin BIM teknoloji kullanımındaki etkinliklerini artırmaları gerektiği ortaya çıkmıştır

Mimar ve yıkım ekibi yapı sökümüne yönelik çalışmalarını nasıl yapmalıdır?

Bu soruya yönelik verilen cevaplardan katılımcıların %94.4'ü mimar tasarım aşamasında yapısının ileride sökülebileceğini düşünerek söküm planı hazırlar, % 75'i söküm aşamasında mimar yıkım ekibine hazırladığı söküm planı ile yardımcı olur , % 66.7'i tasarım aşamasında mimar ve yıkım ekibi birlikte söküm planlaması yapar, %13.9'i yıkım ekibi kendi tecrübelerine göre yapının sökümünü gerçekleştirir seçeneklerini işaretlemiştir. %2.8'i bu konuda tecrübeli mimar yok denecek kadar az cevabı diğer seçenek olarak işaretlemiştir (Şekil 11).



Şekil 11: Mimar ve yıkım ekibi yapı sökümüne yönelik çalışmalarını nasıl yapmalıdır? Cevap grafiği

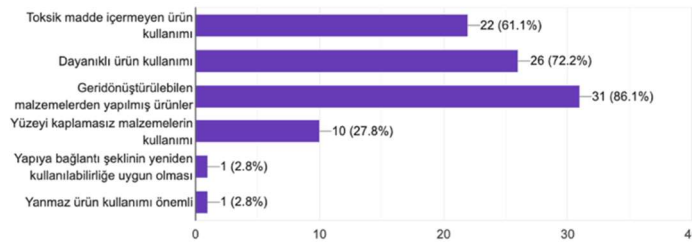
Soru değerlendirildiğinde en önemli konunun mimarın tasarım aşamasında yapısının ileride sökülebileceğini düşünerek yapmasının gerektiği olduğu buna bağlı olarak tasarım aşamasında bir söküm planı hazırlamaları gerektiği, bu söküm planının söküm ekibine verildiğinde yıkım ekibinin daha etkili bir söküm gerçekleştirebileceği, tasarım aşamasında da yıkım ekibinin de mimarın söküm planına katkı sağlayabileceği anlaşılmıştır. Verilen cevaplar ile bu işin yıkım ekibinin kendi tecrübelerine bırakılmasının doğru olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Bu düşüncenin desteklenmesi için etkili bir söküm planı nasıl olması gerektiği, ürün seçiminin sökülebilirliği ne oranda etkilediği, sökümde elde edilen kullanılabilir ürün miktarının oranının ne kadar fazla olursa o kadar kazanç sağlanacağı yönünde etkili bilgilendirmeler yapılmalıdır. Katılımcıların az bir bölümü kendi görüşü olarak bu konuda tecrübeli mimarın yok denecek kadar az olduğunu belirtmiştir.

Yapı malzeme ve elemanlarının seçimine yönelik sorular

Bu başlık altında sorulan sorulara alınan cevaplar ile önerilen yapıların değerlendirildiği tablolar ile Türkiye'deki hafif çelik üreten firmaların malzeme seçim bilgileri ile değerlendirme yapılarak yapının genel olarak sökülebilirlik düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Burada malzeme seçiminde genel eğilimin ölçülmesi için soru sorulmuştur.

Sökülebilir yapı tasarımında ürün seçiminde nelere dikkat edilmelidir?

Bu soruya 36 katılımcı cevap vermiştir. Ürün seçiminde katılımcıların %86.1'i geri dönüştürülebilir malzemelerden yapılmış ürünler, % 72.2'si dayanıklı ürün kullanımı, %61.1'i toksik madde içermeyen ürün kullanımı, %27.8'i yüzeyi kaplamasız malzemelerin kullanımı şıklarını, %2.8'i yanmaz ürün kullanımı, %2.8'i yapıya bağlantı şeklinin tekrar kullanıma uygun olması seçeneklerini işaretlemiştir (Şekil 12).



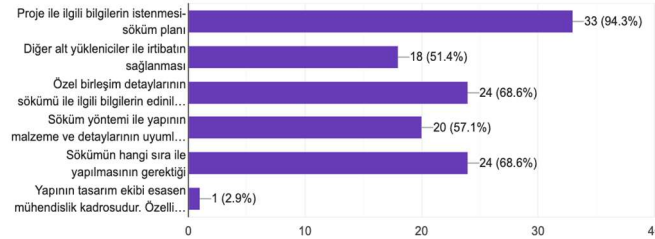
Şekil 12: Sökülebilir yapı tasarımında ürün seçiminde nelere dikkat edilmelidir? Cevap grafiği

Alınan cevaplara göre sökülebilir yapı tasarımında ürün seçiminde en çok geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılması ve dayanıklı ürün kullanılması gerektiği bunları takiben toksik madde içermeyen ürünler kullanılması geri dönüşümü desteklemesi açısından önem taşımaktadır. Yüzeyi kaplamasız ürünlerin kullanımı orta ölçekli önemli görülmüştür. Halbuki geri dönüşümde kaplamalı ürünler sorun teşkil etmektedir. Bu konuda bilgi eksikliği olduğu için bu konuya önem verilmediği düşünülmektedir. Katılımcılar tarafından yanmaz ürün kullanımının neredeyse çok önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Söküm aşamasına yönelik sorular

Yapı sökümü aşamasına yapının tasarım ekibinin katkısı ne/neler olabilir?

Bu soruya 35 katılımcı cevap vermiştir. Katılımcıların % 94.3'ü proje ile ilgili bilgilerin istenmesi-söküm planı, %68.6'ü özel birleşim detaylarının sökümü ile ilgili bilgilerin edinilmesi, %68.6'ü sökümün hangi sıra ile yapılmasının gerektiği, %51.4'ü diğer alt yükleniciler ile irtibatın sağlanması, %2.9'u yapının tasarım ekibi esasen mühendislik kadrosudur. Özellikle hafif çeliğin bağlantı detaylarını mühendis ve tekniker ekibi kurgular, bu nedenle mimari tasarımcının bu aşamada çok söz söyleme şansı yoktur, ifadesini diğer şık olarak yazmışlardır (**Şekil 13**).

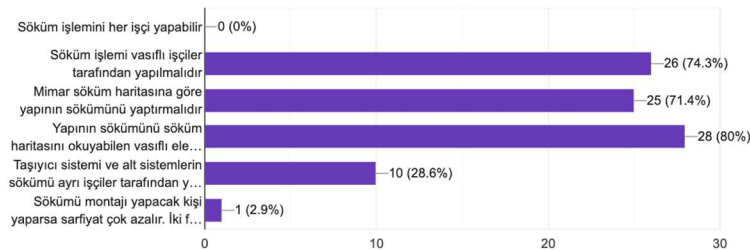


Şekil 13: Yapı sökümü aşamasına yapının tasarım ekibinin katkısı ne/neler olabilir? Cevap grafiği

Bu soru değerlendirildiğinde, söküm aşamasına tasarım ekibinin söküm planını iletmesi katılımcılar tarafından önemli bulunmuştur. Aynı oranda işaretlenen diğer şıklar özel birleşim detaylarının sökülebilirliği etkileyeceğini ve söküm sırasının belirtilmesinin önemli olduğu ortak kanaatini ortaya çıkarmıştır. Yine katılımcıların yarıdan çoğunun verdiği cevap ile söküm yöntemi ile yapının malzeme ve detayların uyumluluğunun söküm aşamasında önemli olduğu belirlenmiştir.

Söküm işlemi vasıflı işçiler tarafından yapılmalıdır.

Bu soruya 35 katılımcı cevap vermiştir. %80 katılımcı yapının sökümünü söküm haritasını okuyabilen vasıflı eleman yaptırabilir, %74.3'ü söküm işlemi vasıflı işçiler tarafından yapılmalıdır, %71.4'ü mimar söküm haritasına göre yapının sökümünü yaptırmalıdır, %28.6'sı taşıyıcı sistemi ve alt sistemlerin sökümü ayrı işçiler tarafından yapılmalıdır, %2.9'u sökümü montajı yapacak kişi yaparsa sarfiyat çok azalır, şıklarını işaretlemişlerdir. (**Şekil 14**).



Şekil 14: Söküm işlemi vasıflı işçiler tarafından yapılmalıdır? Sorusunun cevap grafiği

Genel olarak bu soru değerlendirildiğinde yapının sökümünü söküm planını okuyabilen vasıflı işçiler tarafından yapılması gerektiği sonucu çıkmıştır. Katılımcılar bu işlem için mimar olma gerekliliği bulunmadığını belirtmişlerdir.

3. Aşama

Türkiye'deki hafif çelik yapı sektöründe çalışanlar ile yapılan anket cevaplarına göre, firmaların tercih ettikleri malzemelere göre, Türkiye'deki hafif çelik yapıların en yüksek 1040 puan alarak İYİ düzey, 999 puan alarak ORTA düzeyde sökülebilirlik derecesine sahip olabildikleri tespit edilmiştir. Harç ile tespit kullanımı ve kompozit döşeme kullanımı sökümü ve yapı elemanlarının tekrar kullanımını büyük ölçüde etkileyecektir. Türkiye'de kompozit döşeme kullanım düzeyinin belirlenmesi bu açıdan önem taşımaktadır. Yapılan anket çalışmasına göre %91.4 oranında vida, çivi ile tespit, %31.4 oranında harç ile tespit cevabı gelmiştir. Buradan anlaşıldığına göre %31.4 oranında sökümü etkileyen bir tespit yöntemi mevcuttur. Çalışma kapsamındaki kriterlere göre değerlendirme yapıldığında, elde edilen bu veriler ışığında Türkiye'deki hafif çelik yapıların söküm işlemlerinin orta ve az çaba ile sökülebileceği ortaya çıkmıştır. Bu düzeyin çok iyi düzeye getirilmesi için malzeme seçimlerinin daha dayanıklı malzemelerden seçilmesi gereklidir. Yapılan çalışmalarda harç kullanımı puanlamaya dahil edilmemiştir. Harç kullanımı ve ağırlık betonu sökümü olumsuz etkileyecek uygulamalardır. Bundan sonra yapılması planlanan çalışmada daha detaylı bir proje ile sökümü etkileyen bu uygulamaların kullanım oranları belirlenmeye çalışılacaktır.

SONUÇ

Yapılar işlevlerini yitirdikten veya kullanılamaz hale geldikten sonra ortadan kaldırılmaları için yıkılmaları veya sökülmeleri gerekmektedir. Yıkım yapının büyük oranda geri dönüşüme veya atık oluşturması anlamına gelirken söküm işlemi yapı elemanlarının büyük oranda kullanılabilmesi fırsatını vermektedir. Sökme, monte edilmiş bir ürünün bileşenlerine tahribatsız veya az tahribat ile ayrılmasıdır. Bu doğrultuda gerçekleştirilen çalışmada hafif çelik yapıların sökülebilirlik derecesini belirlemek için yapıldıkları elemanlara ve malzemeye, malzemelerin dayanıklılıklarına ve tekrar kullanılabilir yapı elemanı düzeyine göre puanlama sistemi oluşturulmuştur. Önerilen puanlama sistemi Türkiye'deki durumun belirlenmesinde kullanılabilmek ve durum tespiti yapabilmek için anket çalışması yapılmıştır. Yapılan anket çalışmasından elde edilen sonuçlara yanıtlara göre Türkiye'de Hafif çelik yapıların sökümüne yönelik olumlu ve geliştirilmesi gereken görüşler **Tablo 20'** de listelenmiştir.

Yapılan çalışma aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Hafif çelik yapıların taşıyıcı sisteminin kaynak kullanılmadan sökülebilir birleşimler ile birleştirildiğinde yapısal elemanların büyük bir kısmının tekrar kullanılabilirliği, geri kalan kısmının geri dönüşüme gönderilerek atık oluşumunu ortadan kaldırmanın mümkün olduğu, yapılan literatür araştırmaları, anket çalışması ortaya konmuştur.
2. Kapı, pencere gibi elemanları yaygın olarak tekrar kullanılmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda bu elemanların dışındaki tüm yapı eleman ve bileşenlerine ait ikinci el piyasasının nasıl düzenlenmesi gerektiği araştırılması gereken ikinci konu olduğu anlaşılmıştır.
3. Hafif çelik yapıların sökümünden min atık/sıfır atık hedefine yönelik öneriler sunmak için hazırlanan bu çalışmada kullanılan malzemelerin özelliklerinin bilinmesi, yapımda toksik madde içermeyen, geri dönüştürülebilir malzemelerden üretilen elemanların kullanılmasının önemi, yapı elemanlarının son katının hava koşullarına bağlı olarak daha dayanıklı hale getirilmesi veya estetik nedenler ile sentetik malzemelerle kaplanması o yapı elemanının tekrar kullanımını ve geri dönüşümünü etkilediği, malzeme seçiminde göz önünde bulundurulması gerektiği belirlenmiştir.
4. Sökülebilir yapı sistemi olan hafif çelik yapıların söküm düzeyini artırmak, geleceğin yapıları için malzeme stoku oluşturarak ekonomik ve çevresel faydalar sağlayacaktır. Elemanların tekrar kullanılabilmesinde yeterli miktarda aynı elemandan bulunması önem taşımaktadır.

Bu fikrin desteklenmesi ile malzemelerin kaynaklardan elde edilmesi sürecinden başlayarak üretim süreçlerinde harcanan enerji miktarından kazanç sağlanır.

5. Yüzeyden kolayca ayrılabilen kaplamalar ile korunması da bir sonraki kullanım için o malzemenin kolay temizlenmesi açısından önemlidir.

6. Sökümden elde edilen malzemelerin tekrar kullanılabilirlik düzeyinin artırılmasında tasarım aşamasında söküm planı hazırlanması, kullanım aşamasında her türlü müdahalenin kayıt altına alınması, ikinci el piyasası için veri bankası oluşturulması gerekmektedir.

7. Yapının kolay sökülebilmesi için katmanlara ayrılması, bu katmanların birbirinden bağımsız olması, yaşam sürelerine göre mümkünse katmanlaşması önemlidir. Her katmanın zamana bağlı olarak hızlı veya yavaş yıpranan elemanlar olarak farklı zaman seviyelerine göre de ayrılması gereklidir. Cephe kaplamasının dış yüzeyi ile alt katmanları arasında da farklı seviyelerde dayanıklılık söz konusudur. Yapılan tüm teknik işlemlerin ne zaman yapıldığı da belirtilerek kayıt altına alınması gereklidir. Aynı tür elemanların bir kısmı değiştirilmiş diğerleri daha uzun zamandır kullanılıyor olmalarına göre de tasnif edilebilmelidir. Bu durum yapı elemanlarının daha sonraki kullanımlarını etkileyecek önemli bir husustur.

8. Her projenin fonksiyonuna, yapım yerine vb gibi farklı koşullara sahip olması nedeni ile uygun yaşam sonu alternatiflerinin belirlenmesi için söküm uzmanlarının da tasarım aşamasında tasarımcı ile birlikte çalışmalı, birbirlerini yönlendirmelidir.

9. Bu sistemin işleyebilmesi için bu elemanların stoklanmasında listeleme yöntemi için dijital ortamda veri bankasının oluşturulması gereklidir.

10. Yapılan anket sonucunda Türkiye’de hafif çelik yapıların sökümüne çok az bir kesim ütopik olarak bakmaktadır. Büyük çoğunluk sökülebilirliğin mümkün olduğunu düşünse de sektör paydaşları sökülen elemanların daha sonraki kullanımları konusunda olumlu düşünmemektedir. Tasarımlarında modüler ürün kullanımının sökümden sonra çok sayıda aynı ürüne sahip olunacağını düşünmelerine rağmen planlama aşamasında modüler ızgara kullanma yönünde az sayıda olumlu cevap alınmıştır. Halbuki modüler ürün kullanımı atık miktarını azaltmaktadır. Tasarım esnekliğini kısıtlamadan modüler anlayışa yönlendirmenin yolları araştırılmalıdır.

Elde edilen bu veriler sonucunda Türkiye’de sökümüne yönelik tasarım anlayışının geliştirilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır. Yapının sökülebilirliği ile elde edilen ürünlerin maksimum düzeyde tekrar kullanılabilirliğinin sağlanabilmesi için verimli bir öntasarım ve sökülebilirlik haritası oluşturmak gerekmektedir. Bu anlayışın yaygınlaşması için lisans eğitiminde bu konu ile ilgili derslerin verilmesi, yerel yönetimler ve devletin vereceği teşvikler, vergi indirimleri vb. gibi kolaylaştırıcı mekanizmaların devreye girmesi gerekmektedir. Her yapı sisteminin yaşam ömrü sonunda çevreye atık oluşturmayacak veya oluşturacağı atık miktarının en az düzeyde olacak şekilde tasarlanması gerçeği yapı tasarımcılarının misyonu olmalıdır. Bu sadece ekonomik değer elde etmek için değil, gezegenimizin tükenmekte olan kaynaklarından gelecek nesillerinde faydalanabilmesi, gezegenimizin yaşanabilir çevresel koşullarını sürdürebilmesi için yapı sektöründeki tüm paydaşların sorumluluğu olmalıdır.

Tablo 20: Anket çalışması Hafif Çelik Yapının sökülmesine ilişkin görüşler

Sökülebilirlik Yönünde Olumlu görüşler	Sökülebilirlik Yönünde Geliştirilmesi Gereken Görüşler
Söküm noktalarının projede belirlenmesi -Sökümü kolaylaştırır -Tekrar kullanılacak eleman sayısını belirler	Söküm noktalarının belirlenmesi -İkinci el piyasasına gönderilecek ürün miktarının belirlenmesine etkisi yoktur
Tasarım aşamasında tekrar kullanılacak elemanların belirlenmesi -Elde edilecek ürün sayısını belirler -Piyasaya aynı üründen ne kadar temin edilebileceğini belirler	-Söküm sırasında elemanlar zarar göreceği için ikinci kez tekrar kullanılamaz -Kalite düşer
Modüler koordinasyon ilkelerine göre tasarım yapımı - Modüler ürünler gerektirdiği için aynı üründen çok sayıda elde edilebilir	Modüler ızgara kullanımına olumlu görüş sayısı modüler koordinasyona verilen cevaplara göre beklenenin altında olmuştur.
Sökümde söküm sırası ve sökümün kolay olması önemlidir. Özel birleşimler bağlantıların sökülebilirliğini etkiler	Bağlantı şeklinin tekrar kullanıma uygun olacak şekilde olması gerektiği az bir katılımcı tarafından ilave görüş olarak belirtilmiştir. Az sayıda katılımcı söküm işlemi ile tekrar kullanılabilir ürün elde etmenin mümkün olmadığını düşünmektedir.
Yapı elemanlarının kayıt altına alınması -Yapının genel durumu daha sonraki kullanıcılar için veri oluşturur -Az sayıda katılımcı ikinci el ürünlerin birebir aynı şekilde kullanılmasının mümkün olmadığını düşünmektedir.	
Veri bankasına malzeme ve aynı boyutlu ürünlerin tasnifinin yapılabilmesine imkan veren bilgiler -Malzeme bilgisi verilmesi - Boyutsal bilgi verilmesi - Yapı elemanlarının kaç kez onarıldıklarının da bilinmesi	Veri bankasına bilgilerin girilmesi -Yapı elemanı kaydı -Yapı elemanlarının nasıl onarıldıkları
Yapı elemanlarının kayıt altına alınmasında -BIM teknolojisi -Autocad -Revit kullanımı	
Mimarın tasarım aşamasında -Yapısının ileride sökülebileceğini düşünerek yapmasının gerektiği -Tasarım aşamasında bir söküm planı hazırlamaları gerektiği -Söküm planının söküm ekibine verildiğinde yıkım ekibinin daha etkili bir söküm gerçekleştirebileceği - Tasarım aşamasında da yıkım ekibinin mimarın söküm planına katkı sağlayabileceği	

-Sökümün tecrübeli kişiler tarafından kontrol altında yapılması - Etkili bir söküm planının yapılması -Ürün seçiminin sökülebilirliği ne oranda etkilediği -Sökümden elde edilen kullanılabilir ürün miktarının oranının ne kadar fazla olursa o kadar ekonomi sağlanacağı yönünde etkili bilgilendirmelerin yapılması	Katılımcıların az bir bölümü kendi görüşü olarak bu konuda tecrübeli mimarın yok denecek kadar az olduğunu belirtmiştir
Geri dönüşümü desteklemek için - Yapı tasarımında geri dönüştürülebilir malzemelerin seçilmesi -Dayanıklı ve toksik madde içermeyen ürünler kullanılması	Yüzeyi kaplamasız ürünlerin kullanımı orta ölçekli önemli görülmüştür. Geri dönüşümde yüzey kaplamaları, ürünlerin dönüşümünde sorun teşkil etmektedir.
Yanmaz ürün kullanımı	
Söküm ekibine tasarım ekibinin söküm planını iletmesi	
Yapının sökümünü söküm planını okuyabilen vasıflı işçiler tarafından yapılması gerektiği	Söküm işleminde mimar olma gerekliliği bulunmasının gerekli olmadığı uzman kişinin bu işi yapabileceği görüşü
Kaliteli yapı	
Tasarım aşamasındaki kararların önemi	
Hafif çelik yapıda, herhangi bir yerdeki deformasyonun değiştirilebilir/onarılabilir olması	
Döşemede kuru sistem kullanımı	Döşemede kompozit sistem
Korozyona karşı galvaniz kalınlığının önemi	
Çelik karkas ile birlikte, diğer malzemelerin geri dönüştürülebilmesi	Çelik karkas dışındaki diğer malzemelerin atık olacağı

DESTEKLEYEN KURUM

Bu makale Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi tarafından desteklenen 2021/05 numaralı 'Hafif Çelik Konstrüksiyon Sistem Atık Yönetimi Planlama Haritası' başlıklı projeden üretilmiştir.

REFERANSLAR

Braungart M., McDonough W., Bollinger A. (2007). Cradle-To-Cradle Design: Creating Healthy Emissions E A Strategy For Eco-Effective Product And System Design, Journal Of Cleaner Production 15, 1337-1348.

Buildings And Infra Structure, Conference: 'Fabricating Sustainability': Conference Of Architectural Science Association Wellington, New Zealand, Ss.1-8.

De Angelis, R., M. Howard, And J. Miemczyk, 2018, Supply Chain Management And The Circular Economy: Towards The Circular Supply Chain, Production Planning And Control 29(6), Ss.425-437.

Debacker W., Manshoven S., (2016), D1 Synthesis Of The State Of The Art: Key Barriers And Opportunities For Materials Passports And Reversible Building Design In The Current System, BAMB Horizon 2020, [Http://www.bamb2020.eu/Wp-Content/uploads/2016/03/D1_Synthesis-Report-On-State-Of-The-Art_20161129_FINAL.Pdf](http://www.bamb2020.eu/Wp-Content/uploads/2016/03/D1_Synthesis-Report-On-State-Of-The-Art_20161129_FINAL.Pdf), Ss.1-102.

Durmisevic, E., 2006, Transformable Building Structures, Design For Disassembly As A Way To Introduce Sustainable Engineering To Building Design & Construction, Netherlands, ISBN-10: 90-9020341-9, Doktora Tezi, Ss.17-190

Durmisevic E. (2003). *Re-Use Potential of Steel In Building Construction*, Deconstruction And Materials Reuse, CIB Publication 287, Proceedings Of The 11th Rinker International Conference May 7-10, 2003 Gainesville, Florida, USA, Edited By Abdol R. Chini, University Of Florida, Ss.351-361.

Elia, V., Gnoni, M.G., Tornese, F., 2017, Measuring Circular Economy Strategies Through Index Methods: A Critical Analysis. *J. Clean. Prod.* 142, Ss.2741–2751.

Ellen Macarthur Foundation, 2015, *Delivering The Circular Economy: A Toolkit For Policymakers*, Ellen Macarthur Foundation, Cowes, UK. www.ellenmacarthurfoundation.org
Environment, A Dissertation Presented In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Doctor Of Philosophy, Arizona State University, Ss.1-161.

Gorgolewski, M. (2017). *Resource Salvation: The Architecture Of Reuse*, John Wiley & Sons Ltd., Ss.10-292.

Guy B., Shell S., 2006, *Design For Deconstruction And Materilas Reuse*, [Http:// Citeseerx. Ist. Psu.Edu](http://citeseerx.ist.psu.edu)

McDonough W., Braungart M. (2003). *Towards A Sustaining Architecture For The 21 St Century: The Promise Of Cradle-To-Cradle Designing Industry And Environment*, s.15.

McDonough, W., M. Braungart. 2002, *Cradle To Cradle: Remaking The Way We Make Things*. New York: North Point, Ss.3-187.

McDonough, W., M. Braungart. 2002, *Cradle To Cradle: Remaking The Way We Make Things*. New York: North Point, Ss.3-187.

Ness D., Field M., Pullen S., 2005, *Making Better Use Of What We Have Got: Stewardship Of Existing*

Osmani, M., Glass, J., Price, A.D.F., 2008, *Architects' Perspectives On Construction Waste Reduction By Design*. *Waste Manage.* 28 (7), S.1147–1158.

Paduart A., Debacker W., Henrotay C., De Temmerman N., De Wilde W.P., Hendrick H., (2009), *Transforming Cities: Introducing Adaptability In Existing Residential Buildings Through Reuse And Disassembly Strategies For Retrofitting Lifecycle Design Of Buildings, Systems And Materials, Construction Materials Stewardship Lifecycle Design Of Buildings, Systems And Materials Conference Proceedings Edited By Elma Durmisevic, Conference Proceedings Of CIB W115 Construction Material Stewardship*, <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB14274.pdf>, Ss.1-6,

Rios F.C., 2018, *Beyond Recycling: Design For Disassembly, Reuse, And Circular Economy In The Built Environment*, A Dissertation Presented In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Doctor Of Philosophy, Arizona State University, Ss.1-161.