

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPI ÜRÜNLERİNİN ÜRETİM ENERJİLERİNİN EKOLOJİK TASARIMA
YÖNELİK OLARAK TÜRKİYE BAĞLAMINDA İNCELENMESİ**

ZEYNEP YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
BİNA ARAŞTIRMA VE PLANLAMA PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR.AYŞEN CİRAVOĞLU**

İSTANBUL, 2011

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPI ÜRÜNLERİNİN ÜRETİM ENERJİLERİNİN EKOLOJİK TASARIMA
YÖNELİK OLARAK TÜRKİYE BAĞLAMINDA İNCELENMESİ**

ZEYNEP YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
BİNA ARAŞTIRMA VE PLANLAMA PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR AYŞEN CİRAVOĞLU**

İSTANBUL, 2011

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPI ÜRÜNLERİNİN ÜRETİM ENERJİLERİNİN EKOLOJİK TASARIMA
YÖNELİK OLARAK TÜRKİYE BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Zeynep YILMAZ tarafından hazırlanan tez çalışması 13.10.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Ayşen CİRAVOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Ayşen CİRAVOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr Gökçe Tuna TAYGUN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç.Dr. Ayşin SEV
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

ÖNSÖZ

“Yapı Ürünlerinin Üretim Enerjilerinin Ekolojik Tasarıma Yönelik Olarak Türkiye Bağlamında İncelenmesi” adlı çalışmam boyunca araştırmalarımı değerli fikirleri ile yönlendiren ve çalışmayı birlikte tamamlamak için büyük uğraşlar veren tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ayşen Ciravoğlu’na, sadece öğrenim hayatımda değil, her zaman yanımda olarak benden desteklerini esirgemeyen anneme, babama, kardeşime ve dostlarıma, son olarak dört yılı aşkın süredir okul ile iş hayatımı beraber devam ettirebilmemde bana verdikleri destek için System İnşaat Genel Müdürleri Erkan Özmen ve Burak Başlılar başta olmak üzere, müdürlerim Füsun Göven, Leman Ufuk Tan, Şamil Kumuk, Kürşad Hacıhamzaoğlu ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ekim, 2011

Zeynep YILMAZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	2
1.2 Tezin Amacı , Kapsamı ve Sınırlılıkları	4
1.2.1 Tez Kapsamında Kullanılan Terimler Üzerine	4
1.3 Bulgular	5
BÖLÜM 2	
YAPI ÜRÜNLERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	7
2.1 Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü	7
2.2 Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsünün Değerlendirmesi ve Sertifika Programları	10
2.3 Yapı Ürünlerindeki Yaşam Döngüsünde Enerji Konusu	12
2.3.1. Üretim Enerjisi	13
2.3.1.1 Üretim Enerjisinin Hesaplanma Yöntemleri.....	17
2.3.2. Yapı Ürünlerinin Geridönüşümü.....	22
2.3.3. Yapı Ürünlerinin Yeniden Kullanımı	22
2.4 Yenileme ve Mevcut Binaların Yeniden İşlevlendirilmesi	24
2.5 Yapı Ürünlerinde Çevresel Etiketleme	24
2.6 Bölüm Değerlendirmesi	25

BÖLÜM 3

TÜRKİYE’DE MİMARLARIN YAPI ÜRÜNLERİ TERCİHLERİ	26
3.1 Mimarların Yapı Ürünü Tercihleri Konulu Soruşturmanın Yöntemi Üzerine	27
3.2 Mimarların Yapı Ürünü Tercihleri Konulu Soruşturmanın Sonuçları	27
3.3.1 Soruşturmanın Bulguları.....	30
3.3.1.1 Taşıyıcı Sistemde Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine	30
3.3.1.2 İç Duvarda Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine	31
3.3.1.3 Dış Duvarda Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine	33
3.3.1.4 Cephe Sisteminde Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine	35
3.3.1.5 Cephedeki Doğramalarda Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine ..	39
3.3.1.6 Döşeme Kaplamalarında Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine	41
3.3.1.7 Çatı Kaplamalarında Kullanılan Ürünün Seçimi Üzerine	43
3.3.2 Mimarların Yapı Ürünü Seçimlerinde Ekolojik Duyarlılıkları	46
3.3.2.1 Üretim Enerjisi.....	47
3.3.2.2 Ürün Seçiminde Geridönüşüm ve Bakım Maliyetleri Üzerine	47
3.3 Soruşturma Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi ve Yorumlar	49

BÖLÜM 4

ÜRÜN SEÇİMLERİNİN ÜRETİM ENERJİSİNE ETKİSİ ve TASARIMCILAR İÇİN ÖNERİLER	51
4.1 Konutlarda Kullanılan Ürün Miktarları; Örnek Bir Bina Üzerinden Hesaplamalar	52
4.1.1 Seçilen Örnek Konut Binaları ve Seçim Nedenleri Hakkında Bilgiler .	52
4.1.2 Örnek Binalar Metraj Hesaplanması	54
4.2 Ürün Seçiminin Üretim Enerjisine Etkisi	58
4.3 Hesaplamalarda Kullanılan Üretim Enerjisi Değerleri.....	60
4.4 Yapıdaki Ürün Seçimine göre Üretim Enerjisi Değerlerinin Değişimleri ..	65
4.4.1 Taşıyıcı Sistemde Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler	66
4.4.2 İç ve Dış Duvarda Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler	69
4.4.3 Döşeme Kaplamalarında Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler	70
4.4.4 Çatı Kaplamasında Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler	72
4.4.5 Cephe Kaplamasında Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler	74
4.4.6 Cephedeki Doğramalarda Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler.....	75
4.5 Ürün Seçimindeki Değişimlere Göre Değişen Üretim Enerjileri ve Değerlendirmeler	79
4.6 Tasarım Sürecinde Ürün Seçiminin Üretim Enerjisine Etkisi Üzerine Öneriler	82

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR	90

EK-A

MİMARLARIN YAPI ÜRÜNLERİ TERCİHLERİNİ SORUŞTURMAK ÜZERE UYGULANAN ANKET FORMU	93
EK-B	
ÖRNEK BİNA ÇİZİMLERİ	100
B-1 Örnek Bina Plan	100
B-2 Örnek Bina Kesiti	101
EK-C	
ÖRNEK BİNA METRAJ TABLOSU	102
C-1 1 Katlı Bina Metraj Tablosu.....	102
C-2 2 Katlı Bina Metraj Tablosu.....	103
C-3 5 Katlı Bina Metraj Tablosu.....	104
C-4 10 Katlı Bina Metraj Tablosu	105
C-5 15 Katlı Bina Metraj Tablosu	106
EK-D	
YAPI ÜRÜNÜ ÜRETİM ENERJİSİ BİLGİ FORMU	108
EK-E	
YAPI ÜRÜNLERİ VE YAPI BÖLÜMLERİNİN BİRİM HACİM AĞIRLIKLARI	110
ÖZGEÇMİŞ	114

SİMGE LİSTESİ

cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit gazı
GJ	Gigajoule
kg	Kilogram
MJ	Megajoule
mm	Milimetre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BM	Birleşmiş Milletler
BRE	Building Research Establishment (Bina Araştırma Kuruluşu)
BREEAM	BRE Environmental Assessment Method (Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Yöntemi)
C2C	Cradle to Cradle (Beşikten Beşiğe)
CSIRO	Australian Commonwealth Scientific and Research Organization (Avustralya Milletler Topluluğu Bilimsel ve Araştırma Kurumu)
GEi	Gömülü İlk Enerji
GEyin	Yinelenen Gömülü Enerji
HBD	Hayat Boyu Değerlendirme
ITU	İstanbul Teknik Üniversitesi
LEED	Leadership in Energy and Environment Design (Enerji ve Çevre Tasarımında Lider)
OE	Operasyonel Enerji
PVC	Polivinil klorür (Polyvinyl chloride- Polychloroethene)
YDD	Yaşam Döngüsü Değerlendirme (Life Cycle Assessment –LCA)
YDT	Yaşam Döngüsü Tasarımı (Life Cycle Design –LCD)
YDE	Yaşam Döngüsü Evreleri
YDEA	Yaşam Döngüsü Enerjisi Analizi
YDEn	Yaşam Döngüsü Enerjisi
YEM	Yapı Endüstri Merkezi
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
YTU	Yıldız Teknik Üniversitesi

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Geleneksel bina yaşam döngüsü modeli 7
Şekil 2.2	Sürdürülebilir bir binanın yaşam döngüsü 8
Şekil 2.3	Yapı ürünlerinin yaşam süreçleri..... 9
Şekil 2.4	Yaşam döngüsü enerjisi denklemi 13
Şekil 2.5	Kaynak ekonomisi stratejiler ve yöntemler 16
Şekil 2.6	Ürün üretim enerjisi aşamaları 19
Şekil 2.7	Yapı ürününün hammadde edinimi sürecinde girdiler ve çıktılar 20
Şekil 2.8	YDD' de yapı ürününün üretim, paketlenme ve dağıtım süreci..... 21
Şekil 2.9	Yapı ürününün üretim sürecinde girdiler ve çıktılar 21
Şekil 2.10	Yeniden üretim süreci 23
Şekil 3.1	Soruşturmayı yanıtlayanların çalıştıkları iş yerlerindeki çalışan sayıları 28
Şekil 3.2	Seçilen bina türleri 29
Şekil 3.3	Taşıyıcı sistem çözümünde kullanılan ürünler 30
Şekil 3.4	Taşıyıcı sistem çözümünde betonarme kullananların ürünü seçim nedeni 31
Şekil 3.5	İç duvarlarda kullanılan ürünler 32
Şekil 3.6	Duvarlarda tuğla kullananların ürünü seçim nedeni..... 32
Şekil 3.7	İç duvarlarda gazbeton kullananların ürünü seçim nedeni 33
Şekil 3.8	Dış duvarlarda kullanılan ürünler 34
Şekil 3.9	Dış duvarlarda tuğla kullananların ürünü seçim nedeni 34
Şekil 3.10	Dış duvarlarda gazbeton kullananların ürünü seçim nedeni 35
Şekil 3.11	Cephe sisteminde kullanılan ürünler 36
Şekil 3.12	Cephe sisteminde kullanılacak ürün olarak diğer seçeneğini seçenlerin tercih nedeni 36
Şekil 3.13	Cephe sisteminde kullanılacak ürün olarak alüminyum seçenlerin ürünü seçim nedeni 37
Şekil 3.14	Cephe sisteminde kullanılacak ürün olarak plastik seçenlerin ürünü seçim nedeni 38
Şekil 3.15	Cephe sisteminde kullanılacak ürün olarak doğaltaş seçenlerin ürünü seçim nedeni 38
Şekil 3.16	Dış mekâna açılan açıklıklar (cephedeki doğramalar) için kullanılan ürünler..... 39
Şekil 3.17	Cephedeki doğramalar için plastik ve cam kullananların ürünü seçim nedeni 40

Şekil 3.18	Cephedeki doğramalar için alüminyum+cam kullananların ürünü seçim nedeni	40
Şekil 3.19	Cephedeki doğramalar için ahşap +cam kullananların ürünü seçim nedeni	41
Şekil 3.20	Döşeme kaplamaları için kullanılan ürünler	42
Şekil 3.21	Döşeme kaplamaları için ahşap kullananların ürünü seçim nedeni	42
Şekil 3.22	Döşeme kaplamaları için seramik kullananların ürünü seçim nedeni	43
Şekil 3.23	Çatı kaplamaları için kullanılan ürünler	44
Şekil 3.24	Çatı kaplaması için kil esaslı (kiremit) kullananların ürünü seçim nedeni ..	44
Şekil 3.25	Çatı kaplaması için bitüm esaslı (shingle) kullananların ürünü seçim nedeni	45
Şekil 3.26	Çatı kaplaması için metal esaslı kullananların ürünü seçim nedeni	46
Şekil 3.27	Ürün seçerken üretim enerjisi, geridönüşüm ve bakım maliyetleri hakkında sorulan soruların yanıtları oranları.	48
Şekil 3.28	Ürün seçim nedenleri.....	50
Şekil 4.1	1, 2, 5, 10 ve 15 katlı binalarda bulunan yapı ürünlerinin hacimsel büyüklüklerinin oranı	57
Şekil 4.2	Betonarmenin yaşam döngüsü	67
Şekil 4.3	Bir konut biriminde taşıyıcı sistemde kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri	68
Şekil 4.4	Bir konut biriminde iç ve dış duvarlarda kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri	70
Şekil 4.5	Bir konut biriminde döşemelerde kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri	72
Şekil 4.6	Bir konut biriminde çatı kaplamasında kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri	73
Şekil 4.7	Bir konut biriminde cephe kaplamasında kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri	75
Şekil 4.8	PVC doğramaların yaşam döngüsü	76
Şekil 4.9	Ahşap doğramaların yaşam döngüsü.....	77
Şekil 4.10	Bir konut biriminde cephedeki doğramalarda kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri	78
Şekil 4.11	Bir konut biriminde kullanılabilecek yapı ürünlerinin hacim ve üretim enerjisi değerleri	79
Şekil 4.12	Bir konut biriminin inşaat sonucuna göre, en yüksek ve en düşük üretim enerjisi harcama miktarı	81

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Yapı sektöründeki aktörlerin rol aldığı farklı yaşam döngüsü evreleri 9
Çizelge 2.2	Avustralya evlerinde kullanılan yapı ürünlerinin üretim enerjisi 14
Çizelge 3.1	Ürün seçim nedenleri 29
Çizelge 4.1	Türkiye İstatistik Kurumu 2000 yılı genel nüfus sayımına göre hane halkı sayısı 53
Çizelge 4.2	Örnek konut birimi mahal büyüklükleri..... 54
Çizelge 4.3	1, 2, 5, 10 ve 15 katlı binalarda bulunan yapı ürünlerinin hacimsel büyüklükleri 55
Çizelge 4.4	1, 2, 5, 10 ve 15 katlı binalarda bulunan yapı ürünlerinin hacimsel büyüklüklerinin oranı..... 56
Çizelge 4.5	Bir birim daire için gerekli yapı ürünü miktarı 58
Çizelge 4.6	'Canadian Architech' yapı ürünleri üretim enerjileri 62
Çizelge 4.7	Dr.Lawson'a göre yapı ürünleri üretim enerjileri 63
Çizelge 4.8	GreenSpec yapı ürünleri üretim enerjileri..... 64
Çizelge 4.9	Taşıyıcı sistem ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması 68
Çizelge 4.10	İç ve dış duvar ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması 70
Çizelge 4.11	Döşeme kaplamalarında kullanılmak üzere seçilen ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması..... 71
Çizelge 4.12	Çatı kaplamalarında kullanılmak üzere seçilen ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması..... 73
Çizelge 4.13	Cephe kaplamalarında kullanılmak üzere seçilen ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması..... 74
Çizelge 4.14	Cephedeki doğramalarda kullanılmak üzere seçilen ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması..... 78

YAPI ÜRÜNLERİNİN ÜRETİM ENERJİLERİNİN EKOLOJİK TASARIMA YÖNELİK OLARAK TÜRKİYE BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Zeynep YILMAZ

Mimarlık Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ayşen CİRAVOĞLU

Doğal kaynakların hızla tükendiği günümüzde yapı sektörünün, çevreye, insanlara ve doğal kaynakların kapasitesine uygunluğu düşünülmeden üretilen yapılarla, çevre sorunlarına neden olduğu açıkça bilinmektedir. Yapıların oluşturduğu çevre kirliliğini ve yapıda kullanılan ürünlerin doğal kaynak kullanımının boyutlarını araştırmak amacıyla; yapı ürünlerinin yaşam döngüleri ve üretim enerjileri bu çalışmanın konusu olarak belirlenmiştir. Yaşam döngüsü kaynaktan çıkarılan ürünlerin, üretim, inşaat, yıkım ve yok olma aşamalarında geçirdikleri süreci kapsamaktadır. Bu konuda yapılan araştırmaların sonucu, yapının tasarım aşamasındaki ürün seçimlerinin ekolojik bir geleceğe katkı yaptığı yönündedir. Dahası tasarım aşamasındaki ürün seçiminin, uygulama sürecinde, harcanan enerji miktarını da azalttığı araştırmaların bulguları kapsamındadır. Bu da tasarım aşamasında yapım için seçilen ürünlerin yaşam döngüsü açısından değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu araştırmanın hedefi çevreye duyarlı bir yapıyı çevre için tasarımcıya ürün seçimi konusunda yönlendirici bir bakış sağlayabilmektir.

Tezin birinci bölümünde, amaç, kapsam, sınırlılıklar, literatür özeti ve bulgular açıklanırken, ikinci bölümde yapı ürünlerinin yaşam döngüleri ve bu döngüde üretim enerjisinin tanımı ve önemi açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, Türkiye'deki mimarların yapı ürünü tercihlerini ortaya koymak üzere Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi'nin desteğiyle yapılan soruşturmaya yer verilmektedir. Yapılan çalışma Türkiye'de 2009 yılında büro tescil belgesi alan mimarların yapı ürünleri seçimlerini ve bu ürünleri neden seçtikleriyle ilgili bilgileri

içeren soruşturma sonuçlarından oluşmaktadır. Bu bölümün sonunda soruşturmanın sonuçları değerlendirilmiş ve tartışılmıştır.

Dördüncü bölümde ürün tercihlerinin yapı bütünündeki etkilerini araştırmak hedefiyle örnek bir konut planı üzerinden binada kullanılan ürünlerin hacimsel ve ağırlık olarak hesabı yapılmıştır. Burada her ürün grubunun toplam ağırlık ve hacme oranı da araştırılmıştır. Buna göre binalarda kullanılan taşıyıcı sistem ürünlerinin; iç ve dış duvar ürünleri, zemin, cephe ve çatı kaplamaları ve cephedeki doğramaların ürünlerine göre ağırlık ve hacimsel olarak en yüksek oranda olduğu bulunmuştur. Daha sonra soruşturma sonucunda seçilen ürünlerin birim konuttaki kullanım miktarlarına göre üretim enerjileri hesaplanmak istenmiştir. Üretim enerjisi ile ilgili Türkiye’de yeterli çalışma bulunmadığından üreticilerden bilgi alınmak istenmiş fakat geri dönüş olmamıştır. Bu nedenle Türkiye dışındaki ülkelerde yapılan çalışmalarda elde edilen üretim enerjileri değerleri kullanılarak, soruşturma sonucundaki ürün seçimlerine göre değişen üretim enerjisi miktarları tablolarla sunulmuştur. Bu tablolara göre soruşturma formunda belirtilen ürünlerden mimarların yapacağı seçimlerle birim konutta 465,20 GJ’ dan 8.802,87 GJ’a kadar değişen miktarda üretim enerjisi harcanabileceği bulunmuştur.

Mimarların henüz tasarım aşamasında seçecekleri ürünler ile doğal kaynakların tüketimine etkileri, tüm yapı ürünleri ile ilgili hesaplamaların mimari tasarımda ürün seçimine etkileri belirtilmiştir. Bu bağlamda Türkiye’deki mevcut durum ve yasal çerçeveye ilişkin öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü, üretim enerjisi, mimarların ürün seçimi

ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE EMBODIED ENERGY OF BUILDING MATERIALS: SUGGESTIONS FOR TURKEY

Zeynep YILMAZ

Department of Architecture
MSc. Thesis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Ayşen CİRAVOĞLU

The buildings, constructed without considering environment, humans and the capacity of the natural resources, are known to cause the environmental problems. In order to investigate the environmental pollution created by structures and natural resource usage of building materials, life cycle and embodied energy of building materials determined as the subject of this study. The life cycle process of building materials include; extraction of raw materials from the source, production, construction, usage, demolition and after demolition phases. As the result of the researches on this subject, the building material preference in the design stage contributes to an ecological future and decrease the amount of energy in the implementation process. This requires the terms of life cycle assessment of building materials in the design stage. The goal of this research is to provide an overview to the designer about the material preferences for a friendly environmental design.

In the first part of the thesis, the purpose, scope, limitations, literature survey and results of the work are described. In the second section, life cycle of building materials and the definition and importance of embodied energy in this cycle are explained.

In the third section, the survey, made with the support of İstanbul Büyükkent Branch of The Chamber of Architects, is declared. The survey aims to reveal the building materials preferences of architects in our country. Besides these results about building material preferences of architects, the reasons of these preferences are also held in

the survey. At the end of this chapter, the research results are evaluated and discussed.

In the fourth section, to investigate the effects of material preferences in the overall structure, the volume and weight of materials, used in a sample house building, are calculated. In these calculations, the rate of each material's weight and volume to the total, are also investigated. According to these calculations, the structural system materials used in the building are found in the highest rates of weight and volume, against interior and exterior wall materials, floor and roof coverings, joinery and facade system materials. Later, embodied energy of the materials, selected as a result of the survey, are calculated according to a housing unit. Related to this survey, when manufacturers were asked to get some information, there was no feedback, because of the insufficient study about the embodied building materials in our country. For this reason, the embodied energy values, obtained in studies abroad, are presented by using the tables of embodied energy. According to these tables and the materials, chosen in the survey, the embodied energy in a housing unit is found between the ranges of 456,20 GJ and 8.802,87 GJ.

In the conclusion, the ecological effects of the building material preference of the architects are described. Also, as the results of these selections, the effects to the natural resources are specified. In this context, the recommendations regarding the current situation in our country and legal framework of this topic is presented.

Key words: Life cycle of building materials, embodied energy, building material preferences of architects,

GİRİŞ

“Dünyada çıkarılan bütün hammaddelerin yüzde 40’ının inşaatlarda kullanıldığını, insan üretimi atıkların yüzde 40’ının inşaat sektöründe üretildiğini, üretilen bütün enerjinin yüzde 40’ının binalar tarafından tüketiliyor olduğunu ve CO₂ salınımlarının yüzde 30’unun yaşadığımız yapılardan kaynaklandığını, dolayısıyla dünya kaynaklarının en büyük kullanıcısı konumunda olan yapı sektörünün ve insan yapımı çevrenin bu soruna katkısının çok büyük olduğunu duymayamız kaldı mı?”(Özdil [1])

Kendini yenileme kapasitesi sınırlı olan gezegenimizin her 40 yılda bir nüfusu, her 20 yılda bir ürün kullanımı iki kat artmaktadır. Artan nüfusun gereksinim duyduğu barınma, çalışma, dinlenme ve sosyalleşme mekânları yapı sektörünün büyümesine neden olmaktadır. Çevreye, insanlara ve doğal kaynakların kapasitesine uygunluğu düşünülmeden üretilen yapılar, dünyada üretilen enerjilerin neredeyse yarısına yakınıncı harcayarak çevre kirliliği yaratmaktadır. Artan enerji sorunları ve çevre kirliliği yapıları çevrenin ekolojik sürdürülebilirliğini ülkelerin gündeminden düşmeyen bir konu haline getirmiştir.

Kuşkusuz çevre sorunları insanlık tarihi kadar eskidir, fakat son iki yüzyılda insanların doğaya giderek artan etkileri sonucu enerji ve çevre konuları, yüzyılımızın hatta gelecek yüzyılların en önemli sorunlarından biri haline gelmiş ve mimarların en önemli sorun ve sorumluluklarından biri olmuştur.

Artan çevre kirliliği ve enerji sorunları nedeniyle çevre bilinci zorunlu bir biçimde gelişmeye başlamıştır. Çevre bilincinde yapı sektörünün temel hedefleri insanların sağlıklı olarak yaşamlarını sürdürebilmesi için harcanan enerji ve oluşan atıkların yönetimini sağlaması

olmalıdır. ABD’li yazar ve çevreci Henry David Thoreau’nın dediği gibi [2] “Bir ev neye yarar ki, onu üzerinde oturabileceğin bir gezegen olmazsa”. Üzerinde halen oturacağı bir gezegen olma şansına sahip binaları tasarlayan mimarların, verecekleri tasarım kararları, gezegenin daha uzun süre yaşabilmesi için çok büyük önem taşımaktadır. Bu kararları doğru verebilmek için kullanılan, en bilinen yöntem “Yaşam Döngüsü Değerlendirme –YDD (Life Cycle Assessment –LCA)’dir. Bu yöntemle, yapı ve yapı ürünlerinin harcadıkları enerjiler ve çevresel etkileri yaşamları boyunca değerlendirilmektedir. Henüz tasarım aşamasında böyle bütünsel bir bakışla yapı ürün seçimi gerçekleştiğinde, dünya kaynaklarına etkileri değerlendirmek, enerji harcamasını yönetmek ve diğer ürünlere göre karşılaştırmalar yapmak gibi birçok fayda sağlanabilmektedir.

Yapı ürünlerinin yaşam döngülerinin ve bu döngüye göre tasarımın önem kazandığı 2000li yıllarda mimarların ürün seçimi çok önem kazanmaktadır. Öte yandan Türkiye’de mimarların sahip olmaları gereken bu bilgilere ulaşabilecekleri kaynaklar; yapı ürünleri fuarları ve katalogları, firma broşür ve katalogları, firma web siteleri ve TSE standartları ile sınırlıdır. Bu kaynaklar firmaların ticari kaygılarla hazırladığı ve deklare ettiği bazı teknik bilgiler ve uygulama detaylarından fazlasını içermemektedir.

Küresel bir sorun olan yapıların sürdürülebilirliği konusunda, hızlı ve dinamik değişim sürecinde olan Türkiye’de büyük adımlar atılma potansiyeli bulunmaktadır. Ancak nüfus artışı nedeniyle kontrolsüz büyüyen kentlerde, önemli değişimler sağlanabilmesi için mimarların bilimsel çalışmalarla doğruluğu kanıtlanmış bilgiler içeren, tüm yapı ürünlerinin yaşam döngülerinin incelenmesi sonucunda ortaya çıkarılmış çevresel etkilerine ilişkin nicel ve nitel bilgileri bulduran bir veri tabanı gereksinimi bulunmaktadır. Mimarların bu bilgilere sahip olması, sürdürülebilir mimari tasarım ölçütlerinin geliştirilmesi ve belirlenmesi açısından oldukça önemlidir.

1.1 Literatür Özeti

Türkiye’de yapıda kullanılan ürünlerin üretim enerjisinin, yapının kullanımında harcanan enerji kadar gündemde olan bir konu olmadığı ve yapı ürünlerinin üretim enerjisi ile ilgili Türkiye dışındaki birçok ülkede araştırmalar yapılmış olmasına rağmen, Türkiye’de yeterli

çalışma yapılmamış olduğu belirlenmiştir. Bu konudaki literatür gözden geçirilirken, incelenen yayınlar içerisinde seçilen bazı önemlilerine ilişkin özetler aşağıdaki gibidir.

Kim ve Rigdon [3,4]'un Michigan Üniversitesinde yaptıkları çalışmalar ve Çelebi ve Aydın [5]'in "Sürdürülebilir Mimarlık ve Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüleri Kapsamında İrdelenmesi" adlı makalesindeki bilgiler, yapı ürünlerinin yaşam döngüsü ve dünya genelinde konunun ele alınışı özetlenmiştir.

Yaşam döngüsü değerlendirme sistemleri ile ilgili Demirel ve Özeler [6]'in "Önleyici Çevre Yönetiminde Ürün ve Proses Optimizasyonu için Yeni Bir Yöntem Hayat Boyu Değerlendirme" adlı çalışmasından ve Sev [7] 'in Sürdürülebilir Mimarlık adlı kitabındaki değerlendirme sistemleri, tarihçesi, türleri ve özellikleri bilgilerinden yararlanılmıştır.

Roaf [8]'un "Ecohouse: A Design Guide" isimli kitabında yapı ürünlerinin üretim enerjisi konusu yaklaşımına değinmiş, üretim enerjisinin hesaplanmasındaki etkenler hakkında bilgi verilmiştir.

Üretim enerjilerinin hesaplanabilmesi için Türkiye'de oluşturulan kapsamlı model önerilerinden olan Gökçe Tuna Taygun'un [9] "Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi" adlı doktora tezindeki formlardan yararlanarak özet bir form oluşturulmuştur. Fakat bu formlara ilişkin yanıtlar üreticilerden sağlanamamıştır. Bu nedenle Türkiye dışında başka ülkelerde yapılmış olan Lawson [10], GreenSpec [11] ve CanadianArchitect [12]'e ait çalışmalar, üretim enerjilerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Tez çalışmasında yapılan hesaplamaların yöntemi hakkında 2005 yılında İTÜ'de Erdoğan [13] tarafından yapılan, yapı ürünlerinin üretim enerjilerini örnek binalar üzerinden hesaplayan tez çalışmasından yararlanılmıştır. İlgili çalışmada ele alınan örnek binalardan farklı olarak bu çalışmada üzerinde hesaplamalar yapılan bina, üçüncü bölümde ayrıntılarıyla açıklanan soraştırmanın bulgularına göre oluşturulmuştur.

1.2 Tezin Amacı , Kapsamı ve Sınırlılıkları

Çalışmanın amacı, Türkiye’de yapı ürünlerinin üretim enerjisinin mimari tasarıma etkilerini araştırmaktır. Bunun için öncelikle bir soruşturma (EK-A) yaparak Türkiye’deki mimarların yapılarındaki ürün seçimlerinin ortaya konması planlanmıştır. Daha sonra soruşturma sonuçlarına göre örnek bir bina (EK-B-1,B-2) üzerinden, binada bulunan yapı ürünlerinin tüm ürünlere göre değişen hacim ve ağırlıklarının hesaplanması hedeflenmiştir.

Bu hesaplamalardan (EK-C) sonra birim konuttaki kullanım miktarlarına göre ürünlerin üretim enerjileri hesaplanmak istenmiştir. Üretim enerjisi ile ilgili Türkiye’de yeterli çalışma bulunmadığından üreticilerden bilgi alınmak istenmiş bunun için bir bilgi formu (EK-D) oluşturulup üreticilere dağıtılmıştır. Ancak üretim enerjisinin gerek saptanması gerekse de üretilen verilerin paylaşılmasına yönelik bir kültür oluşmadığı için üreticilerden geri dönüş alınamamıştır. Bu nedenle Türkiye dışındaki başka ülkelerde yapılan çalışmalarda elde edilen üretim enerjileri değerleri kullanılarak, soruşturma sonucundaki ürün seçimlerine göre değişen üretim enerjisi miktarları tablolarla sunulmuştur. İleride yapılacak çalışmalarda bu konunun Türkiye’ye özgü verilerle yeniden ele alınması yararlı olacaktır.

Hesaplamalarda kullanılan üretim enerjileri kapsamında geridönüştürülmüş hammadde içermeyen ürünler tercih edilmiştir. Tez kapsamındaki hesaplamalara geridönüşüm ve yeniden kullanım konuları dâhil edilmemiştir. Benzer biçimde, ileride yapılacak çalışmalarda ürünlerin tüm yaşam döngüsünde belirleyici konular olan geridönüşüm ve yeniden kullanım konularının çalışmaya dâhil edilmesi önemlidir.

Çalışmada yapılan tüm araştırmalar sonucunda mimarların yapılarını tasarlarken, yapı ürünlerini üretim enerjilerine göre seçmelerinin, harcanan enerji miktarını hangi oranda değiştirebileceklerini araştırmak ve mimari tasarıma etkilerini bulmak amaçlanmaktadır.

1.2.1 Tez Kapsamında Kullanılan Terimler Üzerine

Tez kapsamında sıklıkla kullanılan ürün, parça, bileşen, öge, eleman tanımlarının kullanım biçimleri aşağıda verilmiştir.

Malzeme ve eş anlamlı olarak kullanılan gereç sözcükleri Türk Dil Kurumu sözlüğüne göre “Bir fabrikada, bir iş yerinde, bir işletmede veya bir faaliyette üretime giren ve üretilenlerin maddesini oluşturan nesne veya araçların tümünü” ifade eder.

Ulkay’a göre [14] de her türlü bina ve inşaatla ilgili üretimde kullanılan doğal veya yapay orijinli madde ve bunların karışım veya alaşımları yapı malzemesi ya da inşaat malzemesi olarak tanımlanır. Yazara göre, yapı malzemelerinin özel bir işlev için biçimlendirilmesi sonucu üretilen, birkaç tanesi bir araya getirilmek suretiyle bir bütünü oluşturacak olan ürünlerin her biri (kiremit, tuğla, karo (karo fayans, karo mozaik), boru, levha vb.) parça olarak; yapı malzeme ve parçalarının birleştirilmesi ya da fonksiyonu gereği biçimlendirilmiş ve yapı bütünü içinde belirli bir yeri ve işlevi olan (pencere, kapı kaplama (lambri vs.), lavabo vb.) ürünler bileşen olarak; yapının iç ve dış mekânlarından bir veya daha çoğunu oluşturma, bağlama, örtme amaçlarıyla şantiyede ya da fabrikada malzeme, parça ve bileşenlerin çeşitli yöntemlerle bir araya getirilmesiyle oluşturulan (duvar, merdiven, çatı, döşeme vb.) bütünlükler öge (eleman) olarak; öğelerin birleştirilmesiyle oluşturulan ve bağımsız olarak kullanılacak yerleri (mekânları) oluşturan yapı bölümleri (oda, mutfak, banyo, derslik vb.) birim olarak nitelendirilir.

Ürün kelimesi ise yine Türk Dil Kurumu’na göre ilk anlam olarak “doğadan elde edilen, üretilen yararlı şey, mahsul.”, ikinci anlam olarak ise “endüstri alanlarında ham maddelerin işlenmesiyle elde edilen şey” anlamını ifade eder.

Yukarıdaki bilgilere dayanarak İngilizce kaynakların neredeyse tamamına yakınında tüm yapı malzeme, parça, bileşen ve öğeleri “building materials” olarak adlandırılrsa da, tez içerisinde birden çok malzemeden oluşmuş ürünlere “yapı bileşeni” ya da “yapı ürünü” adı verilmesine özen gösterilmeye çalışılmıştır.

1.3 Bulgular

Tez kapsamında erişilen bulguları birbirine bağlı olmakla birlikte ikiye ayırmak mümkündür. Bunlardan ilki mimarların yapı ürünü tercihleridir. Türkiye’deki mimarların yapı ürünü tercihlerini ortaya koymak için soruşturma yapılmıştır. Bu soruşturmaya göre mimarların, konutların taşıyıcı sistemlerinde betonarme, iç ve dış duvarlarında tuğla, döşemelerde ahşap,

çatı kaplamalarında kiremit, cephe kaplamalarında boya ve cephedeki doğramalarında PVC kullanmayı tercih ettikleri bulunmuştur.

Soruşturma sonucuna göre mimarların yapılar da en çok tercih ettiği yapı ürünlerinin üretim enerjilerinin etkisini saptamak için örnek bir bina üzerinden ürünlerin hacim ve ağırlıkları araştırılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumunun hane büyüklüğü verilerine [15] göre seçilen 1, 2, 5, 10 ve 15 katlı konutlara göre yapılan hesaplamalar sonucunda 114 m²'lik örnek bir konut biriminde 65 m³ betonarme-taşıyıcı sistem, 21 m³ tuğla-dış duvar, 6 m³ kiremit-çatı kaplama, 14 m³ ahşap-döşeme kaplama, 11 m³ tuğla-iç duvar, 1 m³ boya-cephe kaplama, 1 m³ PVC-cephedeki doğrama olduğu saptanmıştır. Hesaplamalar seçilen diğer yapı ürünlerine göre de yapılmıştır.

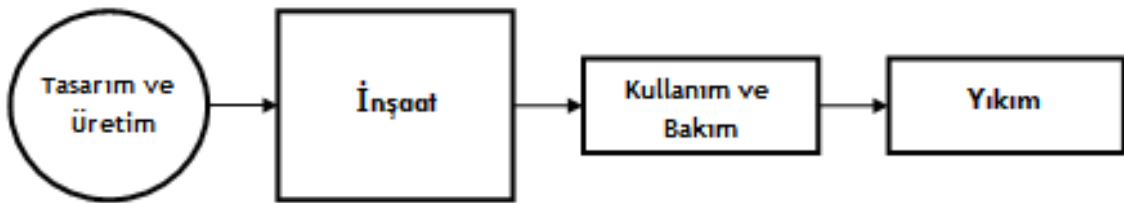
Tercih edilen ve alternatif yapı ürünlerinin üretim enerjisine etkilerini saptamak için soruşturma sonucunda seçilen ürünlerin örnek konut dairesindeki hacim ve ağırlık bilgileri dikkate alınarak ürünlerin üretim enerjisi de hesaplanmıştır. Hesaplamalara göre bir birim konutta bulunan, taşıyıcı sistemde kullanan betonarmenin üretim enerjisi 203 GJ, iç ve dış duvarlarda bulunan tuğlaların üretim enerjisi 145 GJ, döşemelerde kullanılan ahşabın üretim enerjisi 23 GJ, cephede kullanılan boyanın üretim enerjisi 151 GJ, çatıda kullanılan kiremitin üretim enerjisi 66 GJ ve cephedeki doğramalarda kullanılan PVC'nin üretim enerjisi ise 68 GJ olarak hesaplanmıştır.

Buna göre Türkiye'deki mimarların soruşturma sonucuna göre konutlarda en çok kullandıkları yapı ürünlerine göre hesap yapıldığında, örnek bir konut birimindeki yapı ürünlerinin üretim enerjisi 656 GJ olarak bulunmuştur. Mimarların henüz tasarım aşamasında seçecekleri ürünler ile doğal kaynakların tüketimine etkileri, tüm yapı ürünleri ile ilgili hesaplamaların mimari tasarımda ürün seçimine etkileri belirtilmiştir. Bu bağlamda Türkiye'deki mevcut durum ve yasal çerçeveye ilişkin öneriler sunulmuştur.

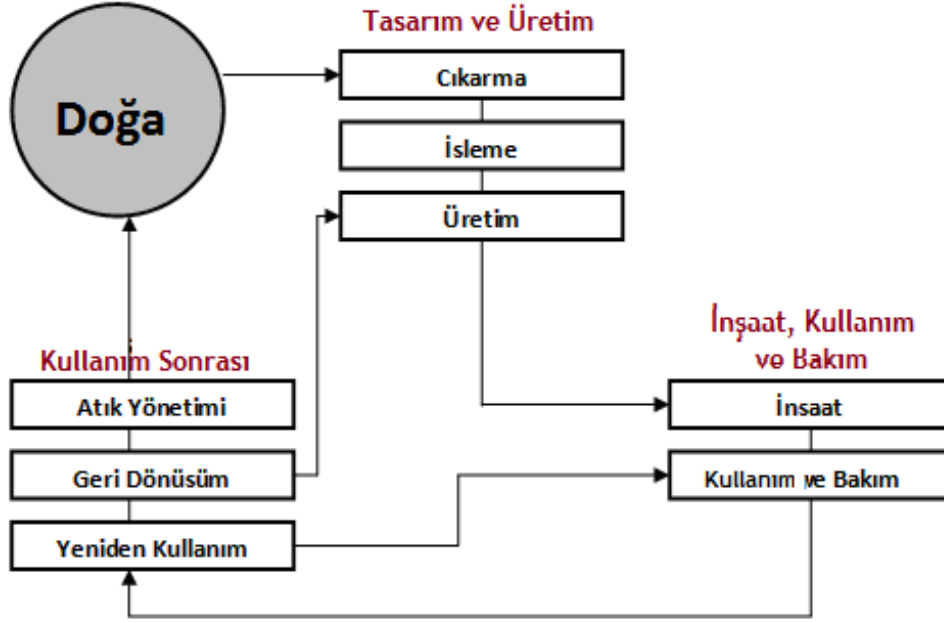
YAPI ÜRÜNLERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**2.1 Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü**

Yapıyı oluşturan her bir ürünün, ürünü oluşturan hammaddelerin elde edilmesinden başlayarak, yok olmasına kadarki süreçlerini kapsayan bütüne 'yapı ürünlerinin yaşam döngüsü' denilmektedir. Türk Standartları Enstitüsü'nün TS EN ISO 14040 [16] Çevre Yönetim Sistemleri – Hayat Boyu Değerlendirme standardında "hayat boyu" olarak tanımlanan yaşam döngüsü; "bir ürün sisteminin (dönemi); hammadde elde edilmesinden veya tabii kaynaklardan üretilmesinden atılmasına kadar birbirini takip eden ve birbiriyle bağlantılı olan safhaları" olarak ifade edilmiştir.

Yaşam döngüsü, geleneksel biçimiyle tasarım ve üretim, inşaat, kullanım ve bakım, yıkım olarak dört aşamadan oluşan doğrusal bir süreçtir (Şekil 2.1). Oldukça basit bir yapıya sahip olan ve çevresel sorunları (üretim ve tedarik süreci) ya da atık yönetimini (yeniden kullanım ve geridönüşüm) içermeyen bu model, sürdürülebilir bir yapı açısından bakıldığında ve kavramsal netlik kazanması için Kim ve Ringdon [3] tarafından Şekil 2.2'de görüldüğü üzere alt kategorileri ile ifade edilmiştir.



Şekil 2.1 Geleneksel bina yaşam döngüsü modeli (Kim ve Rigdon [3])



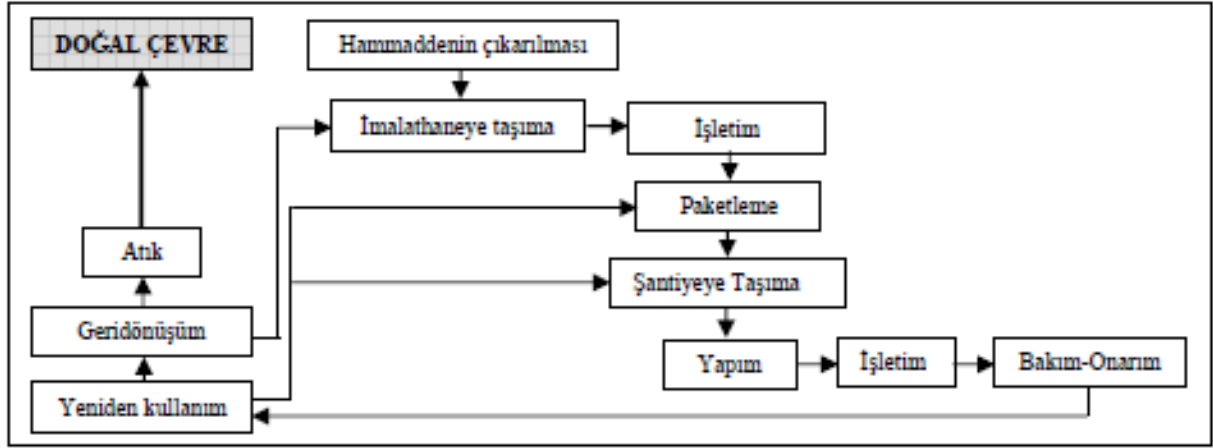
Şekil 2.2 Sürdürülebilir bir binanın yaşam döngüsü (Kim ve Rigdon [3])

Üç aşamadaki bina süreçleri incelendiğinde, şekilde de görüldüğü üzere, binanın tasarımı, yapımı, kullanımı ve yıkımının bütün ekosistemi doğrudan ya da dolaylı olarak etkilediği daha iyi anlaşılmaktadır. Bina tasarımında kullanılacak ürünlerin tüm yaşam döngüsünün bilinmesinin, doğru karar verebilmek için çok önemli olduğu görülmektedir (Taygun [9]).

Yapı ürünleri yaşam döngüsü süreçleri;

- Hammadde edinimi,
- Yapı ürününün üretimi,
- Yapı ürününün yapıya uygulanması,
- Yapı ürününün kullanımı, bakımı ve onarımı, kullanımının yinelenmesi,
- Yapı ürününün geridönüşümü,
- Yapı ürününün yok edilmesidir.
- Ve tüm süreçlerde oluşan atıkların yönetimidir (Taygun ve Balanlı [17]).

Bu süreçler birbirine bağlıdır ve aralarındaki sınırlar belirgin değildir. Yaşam Döngüsü Tasarım (YDT) stratejileri içinde binanın çevresel etkilerini aza indirmek için ilgili süreçler geliştirilebilir.



Şekil 2.3 Yapı ürünlerinin yaşam süreçleri (Çelebi ve Aydın [5])

Ürüne göre değişkenlik göstermekle beraber, yukarıdaki süreçlere Şekil 2.3'teki tabloda belirtilmiş olan ambalajlama ve üretim alanına taşıma kalemleri de eklenebilir. Onlarca farklı süreçten geçen yapı ürünlerinin yaşam döngüsü sürecinde Çizelge 2.1'de belirtildiği gibi üreticiden, mimara, mühendisten kullanıcıya değin pek çok aktör görev yapmaktadır.

Çizelge 2.1 Yapı sektöründeki aktörlerin rol aldığı farklı yaşam döngüsü evreleri (Gültekin [18])

		YAŞAM DÖNGÜSÜ EVRELERİ (YDE)					
		Ham maddenin çıkarılması evresi	Üretim evresi	Yapım evresi	Kullanım evresi	Yıkım evresi	Yıkım sonrası evre
YAPI SEKTÖRÜ AKTÖRLERİ	Üretici	•	•	•		•	•
	Geridönüşüm firması					•	•
	Yıkım firması					•	•
	Yapı malzemesi firması	•	•	•	•	•	•
	Teknisyen (onarım personeli)	•	•	•	•	•	•
	Mimar	•	•	•	•	•	•
	Mühendis	•	•	•	•	•	•
	İşçi	•	•	•	•	•	•
	Temizlik (bakım) personeli			•	•		
	Yüklenici			•		•	•
	Mal sahibi			•	•		
	Kiracı				•		
	Kullanıcı				•		
	Yönetici	•	•	•	•	•	•
	Mali destek sağlayan kuruluş	•	•	•	•	•	•
	Devlet kuruluşu	•	•	•	•	•	•

2.2 Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsünün Değerlendirmesi ve Sertifika Programları

Türk Standartları Enstitüsü'nün kaynak [13] TS EN ISO 14040 Çevre Yönetim Sistemleri / Hayat Boyu Değerlendirme standardında "Hayat Boyu Değerlendirme (HBD)" olarak tanımlanan yaşam döngüsü değerlendirmesi, "Bir ürün sisteminin; hayatı boyunca kullandığı girdilerle, ürettiği ve hâsıl ettiği çıktılarının ve muhtemel çevre etkilerine ait verilerin toplanması ve değerlendirilmesi" olarak ifade edilmiştir.

Düşünce olarak temeli 1960lardaki enerji ve hammadde sınırlamalarına dayanan yaşam döngüsü değerlendirmeleri, 1963'te Harold Smith tarafından Dünya Enerji Konferansı'nda aktarılan kimyasal ürün ve ara ürünlerin üretimi sırasında gereken enerjilerin hesaplanması ile ilgili çalışmayla hız kazanmıştır. 1960'ların sonlarına doğru yapılan modelleme çalışmalarında, değişen dünya nüfusundan ve artan endüstriyel tüketimden kaynaklanan hızlı kaynak kullanımı ve çevresel etkileri ile ilgili tahminler yürütülmüş, 1969 yılında ise Coca - Cola Şirketinin uyguladığı bir HBD çalışmasında, farklı içecek kapları karşılaştırılarak, hangisinin çevreye ve doğal kaynaklara daha az zarar verdiğinin bulunması amaçlanmıştır. 1979 yılında Dr.Ian Boustead tarafından yayımlanan "Endüstriyel Enerji Analizi El Kitabı (Handbook of Industrial Energy Analysis)" kitabında cam, plastik, çelik ve alüminyum gibi çeşitli içecek kaplarının üretiminde kullanılan toplam enerjinin hesaplamalarına değinilmiştir. 1983 yılında yapılan Birleşmiş Milletler Genel Kurul Toplantısı'nın sonucunda "Ortak Geleceğimiz (Our Common Future)" raporu açıklanmış ve rapora göre gelecek nesillerin kendi gereksinmelerini karşılayacak yetiden yoksun bırakmadan tüketim yapması ana kararı bulunmaktadır. 1985 yılında Avrupa Komisyonu Çevre Grubu tarafından yayımlanan yönerge ile üye şirketlerin sıvı besin kaplarından kaynaklanan enerji ve ham madde kullanımları ile katı atık üretim ve bertarafını izleme zorunluluğu getirilmiştir (Demirer [6]).

1988 yılında Kuzey Amerika ve Avrupa'da yeniden gündeme gelen HBD, geri kazanım ve kompostlaştırma yaklaşımlarını da içine alarak geliştirilmiş, 1992 yılında ise gerçekleştirilen BM Dünya toplantısında en yaygın çevre yönetim sistemi olarak nitelendirilmiştir. En bilinen ve anlaşılır bulunan uluslararası HBD çalışması ise 1993 senesinde "YDD Kaynak kitap; Avrupa için Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Rehberi (The LCA Sourcebook; A European Guide to Life Cycle Assessment)" olarak yayımlanmıştır (Demirer [6]).

1994 Kahire Nüfus ve Kalkınma konferansı 1995'te yapılan Kopenhag Sosyal Kalkınma Konferansı, 1996 yılındaki İstanbul Habitat III Kent Zirvesi ve bunları takip eden BM konferansları ve zirveleri yapı ürünleri yaşam döngüsü ve sürdürülebilirlik konularına dikkat çekmiştir.

2000li yıllar artık tüm ekolojik sorunların kabul gördüğü ve yapılan araştırmaların çok yoğun bir biçimde hayata entegre edildiği yıllar olmuştur (Sev [7]).

Zaman içinde yaşam döngüsü değerlendirme kriterleri oluşturulurken birçok farklı konu gündeme gelmiştir. Yapılması gereken, hesaplamada beşikten-mezara yaklaşımla "Binanın Yaşam Döngüsü" adı verilen sistemi kullanarak tüm evreleri göz önüne almaktır. Herhangi bir binanın toplam etkisini değerlendirmek için binanın ömrünün önemi görülmektedir. Ömrünü tamamlamış bir binanın mevcut ürünlerinin tekrar kullanılabilir olması, harcanan enerjinin etkisini ve çevre kirliliğini azaltabilir (Roaf [8]).

Yapı sektörünün başlıca konularından olan yapı ürünlerinin yaşam döngüsüne yönelik birçok yazılım, model, sertifika sistemleri bulunmaktadır. Yapıların çevresel etkilerinin somut bir şekilde ortaya koymayı amaçlayan YDD Yöntemleri iki gruba ayrılmaktadır.

Birinci grup YDD yöntemleri yapıların tasarım aşamasında ürün, ürün, servis sistemi seçimi seçeneklerini değerlendirmek olup sınırlı kapsama sahiptirler. Bunlardan en bilinenleri Bees (ABD), BEAT 2002 (Danimarka), EQUER, PAPOOSE ve TEAM (Fransa), EcoQuantum (Hollanda), ATHENA (Kanada), Envest 2 (İngiltere) ve LEGEP (Almanya)'dir.

Öne çıkan ikinci grup değerlendirme ve sertifika programları ise geniş kapsamları, somut verileri ve objektif değerlendirmeleriyle öne çıkmaktadır. Bu programlardan ilki olan ve İngiltere Yapı Araştırma Kurumu (BRE) tarafından oluşturulan BREEAM; yönetim, sağlık ve memnuniyet, enerji, ulaşım, su, ürün, atık, kirlilik ve arazi kullanımı ve ekoloji olmak üzere 9 grupta puanlamalar yapmaktadır. Geçer (pass) puan alabilmek için puanların en az %30'unun alınması gereken sistem, İngiltere dışındaki ülkeler için de (Türkiye dâhil) BREEAM International, BREEAM Europe ve BREEAM Gulf'u geliştirilmiştir.

BREEAM'dan sonra en çok kabul gören sertifika sistemlerinden LEED (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik), Amerika Yeşil Binalar Konseyi (USGBC) tarafından geliştirilmiştir. Tümüyle şeffaf bir puanlama sistemi bulunan LEED, Yeni Yapılar ve Büyük Onarımlar

sürümünde yenilik ve tasarım, iç mekân hava kalitesi, ürünler ve kaynaklar, sürdürülebilir arsalar, su etkinliği, enerji ve atmosfer kategorilerinde değerlendirme yapmaktadır.

Temeli 1998 yıllarında atılan SBtool (eski adı: GBtool) ise diğer sistemlerden farklı olarak, yapıların bulunduğu ülkesel ve bölgesel koşulları da değerlendirmektedir. Arsa seçimi, proje planlama ve geliştirme, enerji ve kaynak tüketimi, çevresel yükler, iç mekân çevre kalitesi, servis kalitesi, sosyal ve ekonomik esaslar, kültürel ve algısal esaslar olmak üzere yedi kategorisi bulunmaktadır. Bu değerlendirmeler sonucunda yapı, 0 ile 5 arasında bir puan kazanmaktadır (Sev [7]).

Dünya Yeşil Bina Konseyi (World Green Building Council-WGBSC) tarafından büyük oranda kabul edilen dört yöntemin sonuncusu Avusturalya Yeşil Bina Konseyi (GBCA) tarafından 2003 yılında geliştirilen ve BREEAM'a oldukça benzeyen GreenStar'dır. Bu programların dışında Japonya Sürdürülebilir Yapı Korsorsiyumu (JSBC) ve Yeşil Bina Konseyi (JaGBC) işbirliği ile 2001'de geliştirilen Binaların Çevresel Etkinliği için Detaylı Değerlendirme Sistemi (CASBEE), Canada'da oluşturulan R-200 Doğal Kaynaklar Kanada (Natural Resources Canada), EcoProfil (Norveç), PromisE (Finlandiya), Green Mark for Buildings (Singapur), HK-BEAM ve CEPAS (HongKong), SBAT (Güney Afrika) , Environmental Status (İsveç) gibi farklı modeller bulunmaktadır.

Tüm bu sistemlerde "enerji" ve "ürün" konuları değişen oranlarda etkilidir. BREEAM'ın puanlandırma sisteminin %19'u enerji, %12,5'i ürünler, LEED NC'nin (Yeni yapılar ve büyük onarımlar v.3.0) %13,2i ürün ve kaynaklar, %33ü enerji ve atmosfer, SBtool'da %21,6sı enerji ve kaynak tüketimi, GreenStar'da ise %18'i enerji, %18'i ürünleri hesaplamalarında dikkate almaktadır (Sev [19]).

2.3 Yapı Ürünlerindeki Yaşam Döngüsünde Enerji Konusu

İnşaat sektöründe son yıllarda oluşan enerji etkin bina anlayışının da etkisi ile oluşturulan ve bir önceki bölümde incelenen YDD yöntemlerinin Binalarda Yaşam Döngüsü Enerji Analizi (YDEA) bulunmaktadır. Yapı sektörünün küresel ısınma ve sera gazı emisyonlarına etkisinin önemli bir bölümünün harcadığı yüksek enerji miktarları nedeniyle olduğu düşünüldüğünde enerji analizlerinin önemi anlaşılmaktadır.

Bir binanın Yaşam Döngüsü Enerjisi (YDEn) o yapının ilk gömülü enerjisi, yinelenen gömülü enerjisi ve yaşam süresince kullanım enerjisinden oluşur. YDEn. ile bir binanın tahmin edilen yaşam süresi için, o binanın gömülü enerjisinin toplamı hesaplanır.

Özçuhadar'ın [20] tanımladığı yaşam döngüsü enerjisi denklemi Şekil 2.4'teki gibidir.

$$\text{YDE Yaşam Döngüsü Enerjisi} = \text{GEi Gömülü İlk Enerji} + \text{GEyin Gömülü Enerji Yinelenen} + \left[\text{OE Toplam Operasyonel Enerji} * \text{bina yaşam boyu} \right]$$

Şekil 2.4 Yaşam döngüsü enerjisi denklemi ¹

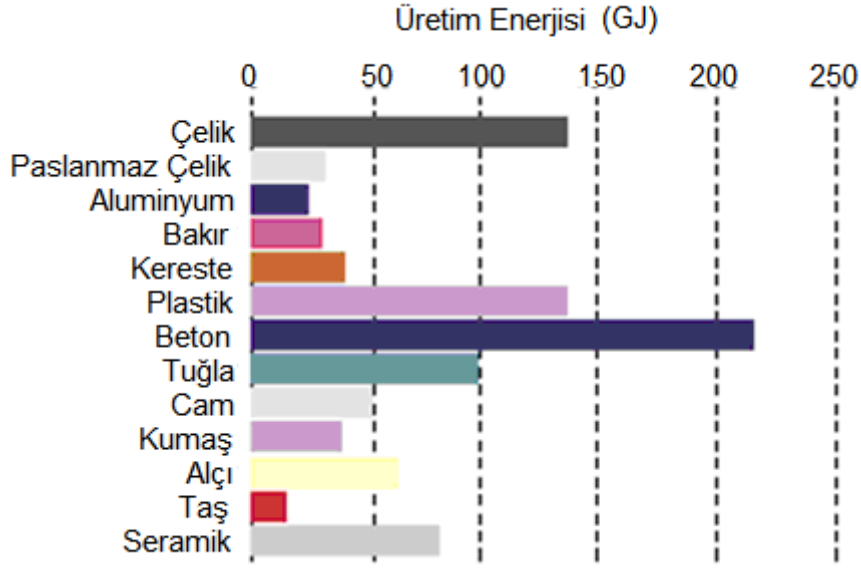
2.3.1. Üretim Enerjisi

“Gömülü enerji (embodied energy)”, yapı ürünlerinin üretimi için gerekli hammaddenin doğadan çıkarılmasından başlayarak, üretim yerine taşınması, üretilmesi, stoklanması, yapı alanına ulaştırılması, yapıdaki yerini alması, kullanım, bakım, onarım aşamalarında kullanılan enerjileri kapsamaktadır. Buna kullanılan ürünlerin yapı ömrünü tamamladıktan sonra yıkım, geridönüşüm ve yeniden kullanılabilme aşamalarını da eklediğimizde ürün yaşam döngüsü ortaya çıkmaktadır.

Yapı ürünlerinin kaynaktan çıkarılan üründen, üretim-inşaat-yıkım-yok olma aşamalarına kadarki süreci kapsayan yaşam döngülerinin incelenmesi ile ilgili yapılan çoğu araştırma, yapının tasarımındaki ürün seçimlerinin, inşaat aşamasında harcanan enerji miktarını da azaltacağı yönündedir. Böylelikle, ekolojik bir yapının gerçekleştirilmesine oldukça yarar sağlayacağı sonucu oluşmaktadır.

¹ Özçuhar'ın [20] metni, yazar tarafından görselleştirilmiştir.

Çizelge 2.2 Avustralya evlerinde kullanılan yapı ürünlerinin üretim enerjisi [20]



CSIRO (Australian Commonwealth Scientific and Research Organization- Avustralya Milletler Topluluğu Bilimsel ve Araştırma Kurumu) tarafından yapılan bir araştırmada ortalama bir evin gömülü enerjisi yaklaşık 1000 GJ olarak bulunmuştur, bu da 15 yıllık kullanım enerjisine eşdeğerdir. Bir başka deyişle, binanın ömrünün 100 yıl olduğu düşünüldüğünde, gömülü enerjisi yaşam döngüsünde kullanılan bütün enerjinin %10'undan fazladır (Özçuhadar [20]).

1 gigajoule enerjinin ortalama bir insanın 100 günlük yemeğine ya da 30.000 gigajoule enerjinin 5 kişisel bilgisayarın 1000 yıl boyunca durmadan çalışarak harcadığı enerji miktarına eşit olduğu düşünüldüğünde sözü geçen enerjinin önemi anlaşılmaktadır. (Battle ve Mc.Carthy, [21]). Bu veriler tasarım aşamasında yapım için seçilen ürünlerin yaşam döngüsü açısından değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bir yapıda bulunan ürünlerin üretim enerjisi, o ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca taşıyacağı enerjiyi gösterir. Üretim evresi, kaynağından çıkarılmış olan hammaddenin fabrikaya getirilmesiyle başlayıp işlenmesi, paketlenmesi ve inşaat alanına taşınmasıyla sona erer. Yapı ürünü, fabrikada ürün veya bileşen bazında üretilebildiği gibi inşaat alanında da farklı ürün-parça katmanlarıyla bir yapı bileşeni oluşturulabilir.

Günümüzde yapıların enerji ihtiyaçları çoğunlukla kullanım aşamasında yapılacak tasarruflarla sınırlandırılmış; binaların üretim enerjileri ve atık yönetimi ise çoğunlukla göz ardı edilmiştir. Oysa her inşaat ürününün üretilmesi için gerekli enerji miktarları farklıdır.

Örneğin, cevherinden çıkarılıp işlenmesi için çok fazla elektrik tüketilen alüminyumunun oldukça yüksek, geri dönüştürülmüş alüminyumun ise nispeten daha az üretim enerjisi vardır. Yeniden kullanılabilir ürünlerin çoğunluğu o haliyle olduğu gibi satılır, geri dönüştürülmüş ürünlerde ise hammaddeyi kullanılabilir hale getirmek için yine enerji harcamak gerekir. Alüminyumu hurda halinden tekrar kullanılabilir duruma getirmek için boksit cevherinden çıkarılması durumuna kıyasla üretim enerjisinin %6'sı kadarı yeterlidir (Kim ve Rigdon [3]).

Yeniden kullanılan ya da geri dönüştürülmüş ürünlerin yaşam döngüsü çöpten çıkar çıkmaz başlar. Bu ayırım, üretim enerjisinin önemli bir bölümünü ortadan kaldırır, fakat binaya monte edilmiş şekli ile daha yüksek enerji girişlerine neden olabilir. Örneğin kalıcı bir duvar formu olan "faswall" %90 atık tahta ürünler ve %10 portland çimentosundan oluşur. Faswall bloklar tek başına oldukça az üretim enerjisine sahiptirler fakat duvarı montaj için polistren yalıtım, çelik takviye ve beton harç (1 m² duvar alanının başına - 0,08 m³) kullanılmaktadır. Enerji zengini betonarme ve polistren, bu önemli oranlarından dolayı tasarımda önemle dikkate alınmalıdır. Betonarme yüksek üretim enerjisine sahip olsa da, dayanıklılığı ve uzun süreli kullanımı açısından olumlu özelliktedir. Tüm bu hesaplamalar yapılırken, yapının kullanım süresinde harcadığı enerji de göz ardı edilmemelidir. Örneğin, polistren yalıtım ürünü oldukça yüksek bir üretim enerjisine sahiptir, fakat bina kullanımında ısıtma ve ısı korumada sağladığı enerji kazanımı ile üretim enerjisini karşılayabilir. Özetle, üretim enerjisi ekolojik bilinci ve çevre sorumluluğunu geliştirmesine rağmen tek başına düşünülmemelidir (Kim ve Rigdon [4]).

Üretim enerjisi düşük ürünler seçerek bir binanın toplam üretim enerjisi azaltılabilir. Benzer şekilde yerel ürünler seçilerek de o ürün için harcanan taşıma enerjisi azaltılabilir. Üretim enerjisi düşük olan ve yeniden kullanılan ürünler, geri dönüştürülmüş ürün içeren ürünlere göre daha az üretim enerjisi harcamaktadır.

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı açısından üretim enerjisi çok önemlidir. Gereğinden fazla kullanılan hammaddeler ise çevresel bozulmaya sebep olmaktadır.

Çevresel bozulma ise iki önemli sonuca neden olur:

1. Atmosferik salınım, özellikle CO₂ salınımı, nedeniyle küresel ısınma,
2. Diğer salınımlar sonucu asit yağmuru, yâda henüz tanımlayamadığımız başka etkiler.

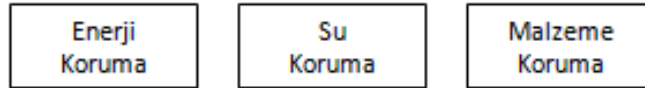
Bir ürünün üretim aşamasındaki salınımlar, o ürünün üretim enerjisiyle benzerdir. Örneğin bir pencere üretilirken kullanılan elektrik, CO₂ salınımına neden olur. Buna ek olarak, ürünlerin üretimi, özellikle kimyasal arıtma gerektiren üretimlerde, toksinlerin ürün tarafından emilmesine neden olabilir. Eğer üretimdeki emisyonlar doğru hesaplanacak olursa, üretim sürecinde kullanılan her bir yakıt türü, farklı emisyon kombinasyonlarını oluşturmaktadır (Roaf [8]).

SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM VE KİRLİLİK ÖNLEME

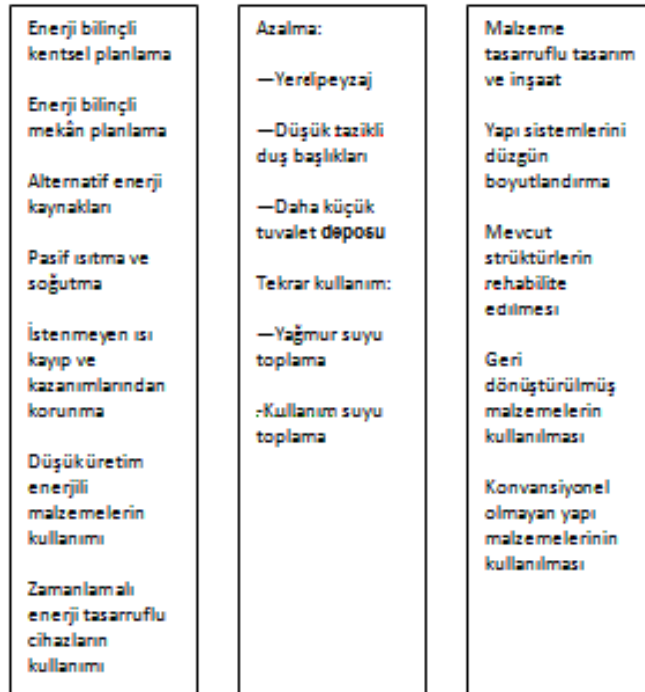
Prinsip 1:

Kaynak Ekonomisi

Stratejiler



Methodlar



Şekil 2 5 Kaynak ekonomisi stratejiler ve yöntemler (Kim ve Rigdon [3])

Sürdürülebilir tasarımın en önemli ilkesi, tüm ekolojik /sürdürülebilir kavramların asıl çıkış noktası olan “kaynak ekonomisi stratejileri”dir. Bu stratejilerden “enerji koruma”, düşük üretim enerjili ürünlerin kullanımının önemli bir yöntem olduğunu göstermektedir (Şekil 2.5).

2.3.1.1 Üretim Enerjisinin Hesaplanma Yöntemleri

Üretim enerjisi hesaplamak için birçok farklı yöntem vardır. Yöntemlerin çeşitliliği nedeniyle zaman içinde aynı ürün için pek çok farklı sonuç yayınlanmıştır. Bu farklı sonuçlar arasında bir yorum yapabilmek için sonuçlarla birlikte hesaplanmanın nasıl yapıldığı, kısaca yöntemi açıkça belirtilmelidir.

Enerji ölçülürken teslim edilen enerji ya da birincil enerji ele alınır. **Teslim edilen enerji**, bir bina ya da bölgeye kullanılmak üzere teslim edilen gerçek miktardır. Faturada yazılı olan elektrik miktarı buna örnektir. **Birincil enerji** ise, teslim edilmek üzere üretilen enerji miktarıdır. Elektrik santrallerindeki türbinleri çalıştırmak için yakılan gaz, bu tip enerjiye örnektir. Fakat jeneratörler %100 verimli çalışmadığından, üretilen enerji, yakılan gaz miktarından daha az olacaktır. Benzer şekilde, güç istasyonlarından kullanıcıya taşınırken enerji kayıpları olacaktır. Tüm bu kayıplar nedeniyle, kullanıcıya iletilen her elektrik birimi için büyük miktarlarda birincil enerji kullanılacaktır (Roaf [8]).

İngiltere’de, birincil ve teslim edilen enerji arasındaki oran, en çok elektriktir. Kabaca bir birim teslim edilen elektrik için üç birim enerji harcanmaktadır. Evlerde kullanılan petrol ve gaz çinse bu oran bire yakındır. Bu iki enerji tanımı nedeniyle, hesaplama yapılırken hangi enerji türünün temel alındığı belirtilmelidir (Roaf [8]).

Enerjinin birincil veya ikincil enerji türünde olması üretim enerjisinin hesaplanmasında önemlidir. Üretim enerjisi hesaplanmasında kabul edilen türlere göre sonuçlar değişmektedir. Ayrıca ürünlerin üretim enerjileri, listelerde birim ağırlık veya birim hacim üzerinden belirtilir. Fakat esas olan kullanılacak ürünün bina genelindeki ürünlere göre oranı ve toplam miktarıdır.

Bir ürünün üretim enerjisi, o ürünü üretmek için gereken tüm enerji anlamına gelir ve bu enerjilerde o bileşeni oluşturan tüm hammaddelerin üretim enerjilerini içerir. Bu enerjiye, hammaddeyi çıkarmak için kullanılan ekipmanlar ve yakıtları, hammaddeyi işlemek için kullanılan ekipmanlar ve yakıtları ve işleme tesisine götürmek için kullanılan ulaşım araçları

ve yakıtları dâhildir. Bu yakıtlar çoğunlukla sınırlı ve yenilemeyen kaynaklar olan fosil yakıtların yakılması ile oluşmaktadır. Fosil yakıtların kullanımının yerel oluşan duman bulutlarından asit yağmurlarına kadar uzanan birçok çevresel sonucu vardır. Dolayısıyla ürün yüksek miktarlarda kullanıldığında üretim enerji harcamasının muazzam olacağı ve bu durumun da çok fazla çevresel sonuca neden olacağını söyleyebiliriz.

Bugüne dek yapılan araştırmalardan yararlanarak tuğla, cam, beton veya ahşap gibi ürünler hakkında bilgi sahibi olabilmekteyiz. Bu bilgiler, bir konut tasarlarken stratejik kararlar verebilmemiz için yararlıdır. Ancak ürün seçimi yeterli değildir. Ahşap çerçeve ya da beton bloklar kullanarak inşaat yapılabilir fakat enerji koruması için bir tasarım geliştirilmediği takdirde, örneğin mekanik havalandırma kullanılması gerektiğine karar verilmediğinde, ürün seçiminden elde edilecek yarar yeterli olmayacaktır. Bu noktada hem beşikten mezara ya da beşikten beşiğe kullanılacak ürünlerin seçimi hem de ürünün yaşam döngüsü önem kazanmaktadır.

Burada birçok kaynakta “beşikten mezara” olarak adlandırılan yaklaşımın bugün artık değişerek beşikten beşiğe (cradle to cradle) olarak ele alındığını, 2002 yılında yayımlanmış Dr. Michael Braungart’ın [20] kitabı “Beşikten Beşiğe / Cradle to Cradle” ‘a göre geridönüşümün aslında, daha sonra kullanılmayan ve düzeltilemeyen biyolojik ve teknik karma “besinler” oluşturan bir “düşük döngü” (downcycling) ‘ olduğunu belirtmek gerekir. Braungart’a göre yaşamlarının sonunda yok edilecek “beşikten mezara” kullanılan ürünler yerine, kapalı döngüde sürekli dolaşan ürünlerin “beşikten beşiğe” kullanımı mümkündür [22].

Beşikten beşiğe sistemin değerlendirildiği C2C (cradle to cradle) değerlendirme sisteminde ürünler ve sistemler; enerji, ürün değerlendirme, kimyasal karşılaştırma, temiz üretim yeterliliği ve kalifikasyonu, sürdürülebilirlik yönetimi ve optimizasyon için kullanılan ürünler, ürünlerin yeniden kullanım özellikleri, enerji, su, sosyal sorumluluk kriterleri üzerinden değerlendirilmektedir [22].

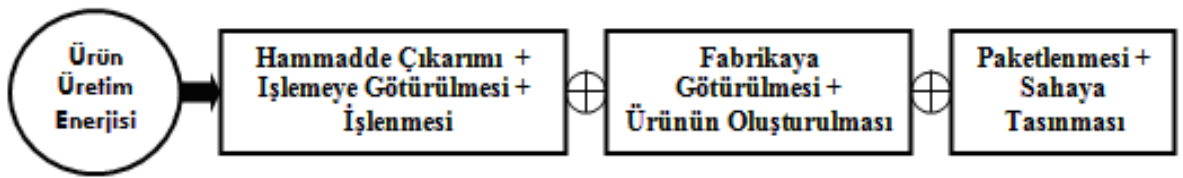
Beşikten beşiğe yaklaşımla ele alınan ürünlerin yanında, plastik ve metaller gibi oldukça yüksek üretim enerjileri olduğu bilinen fakat az miktarda kullanıldıklarında sanıldıkları kadar zararlı olmayabilen ürünlerde vardır. Örneğin keresteyi korumak için kullanılan plastik esaslı bir sürülen bir yalıtım ürünü, ürünün ömrünü uzatıp kalitesini artırmaktadır (Roaf [8]). Bu

nedenle tezin ilerleyen aşamalarında hem ürünlerin birim üretim enerjileri incelenmiş, hem de örnek bir bina üzerinden ürünlerin miktarları oranlanarak hesaplamalar yapılmıştır.

Yerel ürün kullanımı üretim enerjisi hesaplamalarını oldukça etkilemektedir. Doğal ürünlerin üretim enerjileri ve zehirliliği, genelde, insan yapımı ürünlere göre oldukça düşüktür. Daha az işlem gerektirir ve çevreye daha az zarar verirler. Çoğu, ahşap gibi, yenilenebilirdir. Doğal ürünler yapıdaki diğer ürünlerle birleştirildiğinde, oluşan bileşimi daha sürdürülebilir hale getirebilmektedir.

Yerel ürün kullanımı, ulaşım mesafelerini kısaltarak hava kirliliği yaratan araçların kullanımını azaltır. Çoğu zaman yerel ürünler iklim koşullarına daha uyumludur, ekonomiktir ve yerel piyasalarını desteklerler. Yerel ürün kullanabilmek her zaman mümkün değildir, bu durumlarda başka bölgelerden getirilecek ürünler düşük hacimli olmalıdır ve seçim yapılırken üretim enerjileri araştırılmalıdır. Örneğin dekoratif amaçlı kullanılan mermer, dünyanın yarısı için sürdürülebilir bir seçim değildir. Öte yandan yapısal güç ve dayanıklılık için çelik kullanılması gerekiyorsa, şantiyelerin yakınlarında üretilen çelik haklı bir kullanım olacaktır.

Enerji hesaplamalarında kesinleştirilmesi gereken noktalardan biri, hesaplama sınırlarının nereden başladığının belirtilmesidir. Örneğin çelik çerçeveli bir pencerenin üretim enerjisini düşünürsek, enerji hesaplamalarına pencere haline getirilen fabrikadan başlanırsa farklı sonuçlar, çeliğin işlenmesinden, ya da demir cevherinden çıkartılmasından başlanırsa farklı sonuçlar ortaya çıkacaktır. Dolayısıyla doğru bir hesaplama için, her aşama hesaba katılmalıdır. Bunun için hammadde çıkarımı, işlemeye götürülmesi, işlenmesi, fabrikaya götürülmesi, ürünün oluşturulması, paketlenmesi ve sahaya taşınması aşamalarının tümünde kullanılan enerji miktarı hesaplanmalıdır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Ürün üretim enerjisi aşamaları

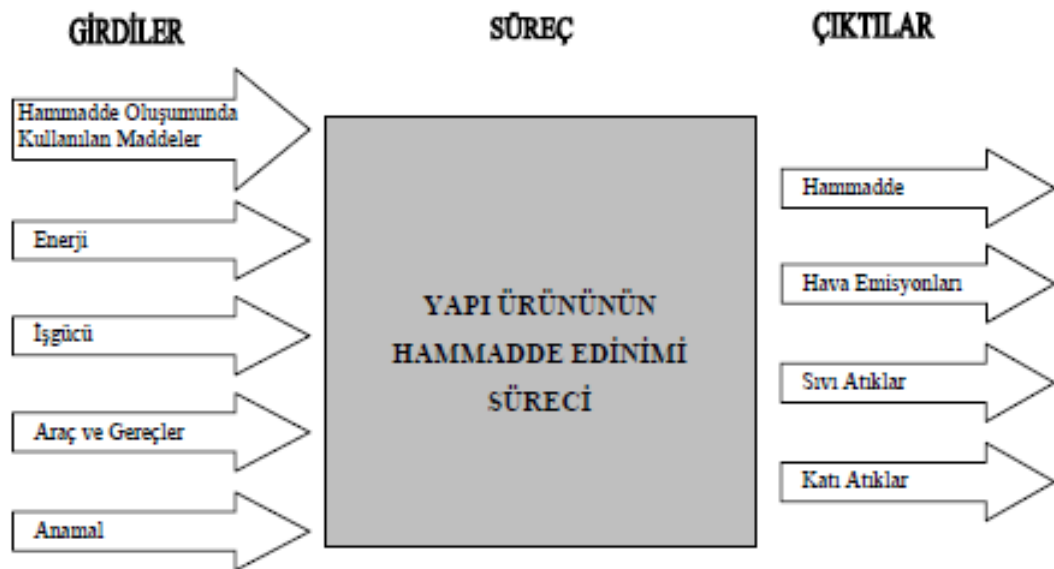
2.3.1.1.1 Hammadde Üretim Enerjisi

Hammadde üretiminde, önce gerekli hammadde edinilir. Hammadde edinildikten sonra ilk üretim işlemine kadar geçen süre hammadde üretimi enerjisinin harcadığı süredir. Bu

sürede edinilen hammadde işlenmesi için gerekli yere taşınır, işlenir ve ürün üretim yerine götürülmek üzere hazırlanır. Hammaddeler geridönüştürülmemiş olarak (birincil hammadde) ya da geridönüştürülmüş veya kullanımı yinelenen ürünlerden (ikincil hammadde) oluşabilir. İkincil hammaddeler kaynak tüketimini ve üretim enerjisini azaltacağından tercih edilmelidir.

YDD'de hammadde edinimi süreci (Şekil 2.7);

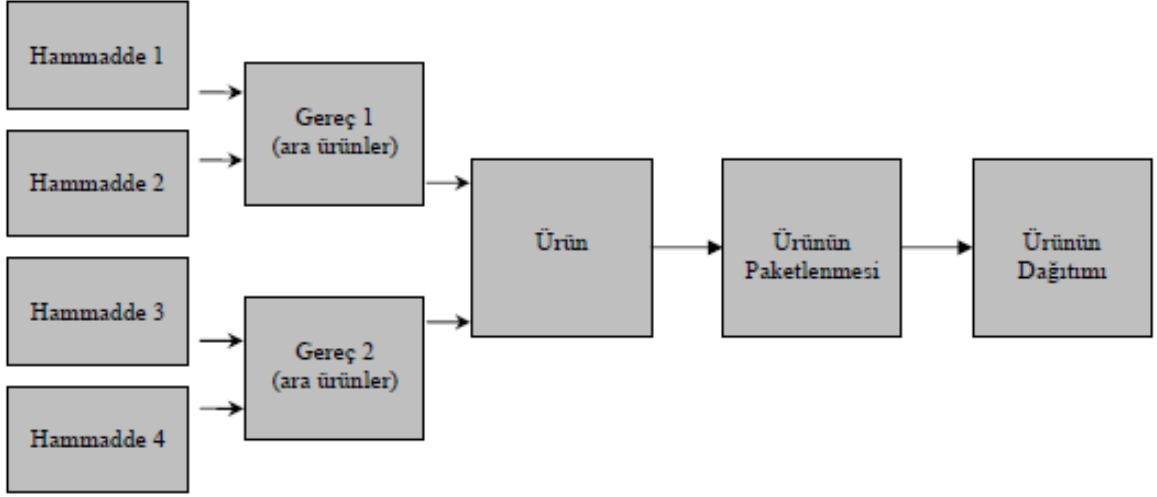
- Girdiler; hammadde oluşumunda kullanılan maddeler, enerji, işgücü, süreç boyunca kullanılan araç ve gereçler, anamal (para),
- Çıktılar; hammadde, hava emisyonları, sıvı ve katı atıklardan oluşmaktadır (Taygun [9]).



Şekil 2.7 Yapı ürününün hammadde edinimi sürecinde girdiler ve çıktılar (Taygun [9])

2.3.1.1.2 Ürün Üretim Enerjisi

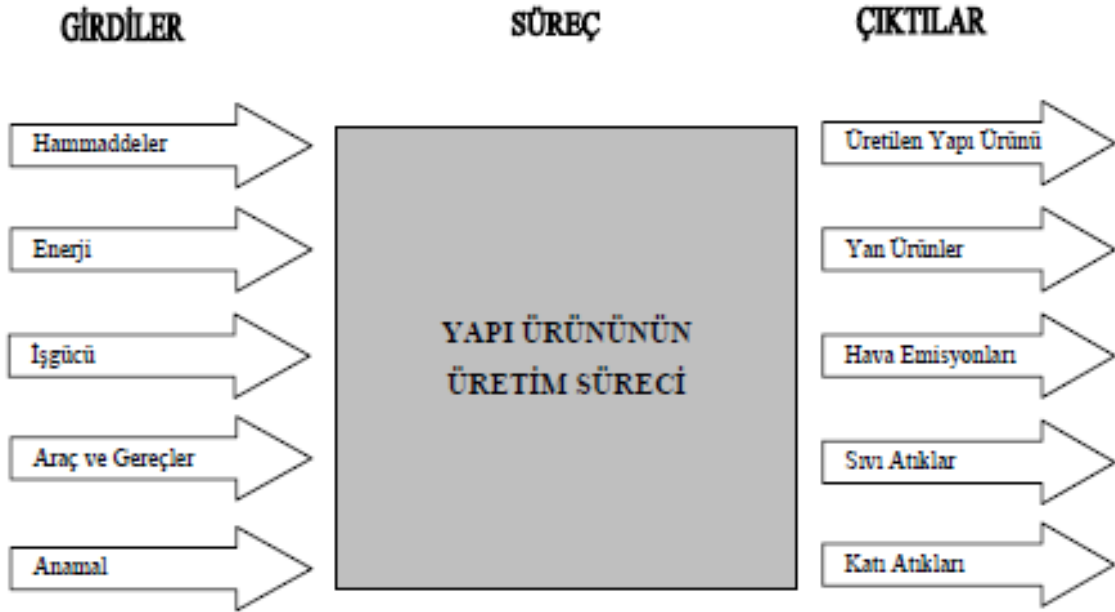
Yapı ürünü üretim süreci gerekli işlenmiş hammaddelerin tedarikinden sonra, gereçlerle birlikte yapıda kullanılacak bir ürünün elde edilmesi sürecidir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 YDD' de yapı ürününün üretim, paketlenme ve dağıtım süreci (Taygun [9])

YDD' de yapı ürününün üretim sürecinde (Şekil 2.9);

- Girdiler; hammaddeler, enerji, işgücü, süreç boyunca kullanılan araç ve gereçler, anamal,
- Çıktılar; üretilen yapı ürünü, yan ürünler, hava emisyonları, sıvı ve katı atıklardan oluşmaktadır (Taygun [9]).



Şekil 2.9 Yapı ürününün üretim sürecinde girdiler ve çıktılar (Taygun [9])

2.3.1.1.3 Paketleme- Taşıma Üretim Enerjisi

Yapı ürününün üretimi tamamlandıktan sonra paketlenmesi, depolanması ve sahaya taşınması süreçleri başlar. Tüm bu süreçlerde paketlemede kullanılan ambalaj tipinden, dağıtımda kullanılan araç ve yakıt tipine kadar tüm etkenler üretim enerjisini etkilemektedir. Ulaşım, üretim enerjisini etkileyen faktörler içinde çoğunlukla unutulmuş maddedir. Bir ürün ne kadar uzağa taşınırsa, taşıma için kullanılan enerji o kadar fazlalaşacaktır. Ayrıca taşınacak ürünün ağırlığı, taşıma için gerekli enerji miktarını artıracaktır.

2.3.2. Yapı Ürünlerinin Geridönüşümü

Geridönüşüm çevresel etkisi açısından oldukça dikkatli düşünülmesi gereken bir konudur. Geridönüşüm, eğer istenilen yeni işlev, küçük bir müdahaleyle düzeltilebiliyorsa kabul edilebilirdir.

Geridönüştürülmüş ürün kullanmak, israfı azaltır ve depolama yeri kazandırır. Geridönüşümlü ürünler aynı zamanda, ilk formundaki üretim enerjisinin kaybını engeller. Bu da doğal kaynaklardan yapılan tüketimi azaltır. Birçok yapı ürünü, özellikle çelik, daha kolay frezeleme sağladığından ve madencilik operasyonlarını ortadan kaldırdığından geri dönüştürülmektedir.

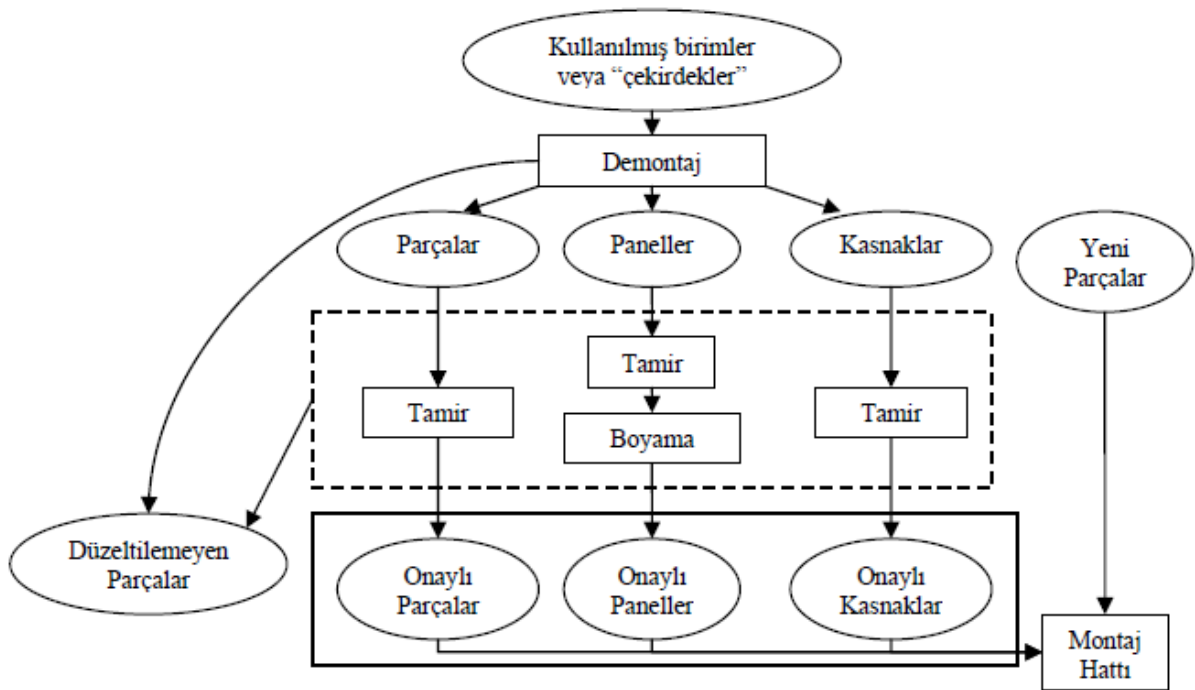
2.3.3. Yapı Ürünlerinin Yeniden Kullanımı

Yeniden üretim, fayda sağlama özelliklerini tamamen veya kısmen kaybetmiş olan ürünlerin ayrıştırma, tamir etme ve yenisi ile değiştirme gibi faaliyetleri gerçekleştirilmesi sonucunda yeni ürün özellikleri ile donatılması süreci olarak tanımlanmaktadır (Fleischman vd. [23]). Yeniden üretim süreci temel üç aşamada gerçekleşir. Birinci aşama olan ayrıştırmada, ürünlerin tamamen bileşenlerine ayrılması gerçekleşir. İkinci aşamada, yeniden üretim başlar ve ürün ve parçaların yeni ürünler için gerekli koşullara kavuşturulmak üzere işlenmesi gerçekleştirilir. Son aşamada ise yeniden üretilen parçaların ve gerektiğinde yeni parçaların montajı yapılır (Yüksel vd. [24]).

Bir ürünün yeniden üretilmiş ürün olarak kabul edilebilmesi için şu koşulları karşılaması gereklidir.

- Ana parçaların kullanılmış bir üründen alınmış olması
- Kullanılmış ürün/parçaların durumlarının belirlenebileceği gerekli seviyeye kadar sökülmüş (demonte edilmiş) olması.
- Kullanılmış ürün parçalarının temizlenmiş, toz ve pastan arındırılmış olması.
- Kayıp, hasarlı, kırılmış veya ciddi biçimde yıpranmış parçaların işlevsel olarak iyi bir duruma gelecek şekilde onarılmış ya da yeni/yeniden üretilmiş iyi durumdaki parçalarla yer değiştirilmiş olması.
- Ürünün istenen işlevselliğini sağlayabilmek üzere gerektiğinde makinede işleme, yenileme ve onarım, yeniden tamamlama veya diğer işlemlerin uygulanmış olması.
- Ürünün yeniden monte edilmiş olması ve yeni bir ürün olarak iş görür olması (Gözlü vd. [25]).

Yeniden üretim sürecinin genel yapısı Şekil 2.10'da görülmektedir.



Şekil 2.10 Yeniden üretim süreci (Ferrer [26])

Yıkılması gereken binalar, yeni binalar için kaynak olmalıdır. Birçok bina ürünü, ahşap, çelik ve cam gibi, kolayca yeni ürünlere dönüştürülebilmektedir. Tuğla ve pencere gibi bazı ürünlerse bütün olarak yeni yapılarda kullanılabilir. Mobilyalar, özellikle ofis bölme sistemleri ise kolayca bir binadan diğerine taşınabilir.

Alışılmadık kaynaklardan üretilen yapı ürünleri ise günümüzde oldukça fazla kullanılmakta ve dikkat çekmektedir. Geridönüşümlü lastikler, eskimiş konteynerler, şişeler, tarımsal atıklar vb. gibi alışılmışın dışında ürünler yapı ürünü olarak inşaatlarda kullanılmaktadır. Bu ürünler, yeni depolama ihtiyacını azaltmak ve daha düşük üretim enerjilerine sahip olmaları açısından tasarlanmış ve kullanılmaktadır.

2.4 Yenileme ve Mevcut Binaların Yeniden İşlevlendirilmesi

Düşük enerjili konuta (low enegy house) ulaşmak için, en iyisinin yeni bir bina inşa etmek mi, yoksa mevcut binayı yenilemek mi olduğu önemli bir sorundur. Çoğu durumda, binanın yıkımını gerçekleştirmeden tadilat yapmak, tercih edilen seçenektir. Tadilat aslında binanın geridönüşümüdür.

Bir ürünün korunması için en basit ve etkili yöntemlerden biri de mevcut bir binayı yeni işlevlerle kullanmaktır. Çoğu bina henüz ömrünü tamamlanmadan, onun için tasarlanan işlevi bitmiş olur. Yapılması uygun olan, binanın yeni kullanımlar için çok daha düşük maliyetlerle onarılması ve kullanılmasıdır.

2.5 Yapı Ürünlerinde Çevresel Etiketleme

İlk olarak 1978 yılında Alman hükümeti tarafından uygulanmaya başlayan “çevresel etiket”ler o günden bu yana birçok ülkede farklı alanlarda kullanılmaktadır. Günümüzde yapıda kullanılan ürünlerde bulunan “çevresel etiketler” “eko-etiket” olarak adlandırılmaktadır. Küresel Çevresel Etiketleme Ağı (GEN) 2004 yılında hazırladığı “Eko-Etiketlemeye Giriş” adlı çalışmaya göre [20] eko-etiketler temelde üç amaca hizmet ederler: doğayı korumak, çevreci yenilikler ve öncülüğü teşvik etmek ve tüketicinin çevre konusundaki bilincini arttırmak. Eko-etiketlerin oluşturulması için ürün kategorisinin seçilip tanımlanması, uygun ölçütlerin,

standartların ve rehberlerin ortaya çıkarılması ve sertifika/lisans verme işlemlerinin sırasıyla yapılması gerekmektedir (Enginözve Altan [27]).

Avrupa Birliği Eko-Etiketi (EU Ecolabel) artan sayıda ürün grubunu kapsayan bir çalışma olmakla beraber Türkiye’de verilmemektedir. Türkiye’de pilot proje aşamasında olan ve ön hazırlık çalışmaları süren çalışmaya rehberlik etmesi amacıyla Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yönetmelik hazırlanmaktadır (Enginsiz ve Altan [27]).

2.6 Bölüm Değerlendirmesi

Yapıyı oluşturan her bir ürünün, ürünü oluşturan hammaddelerin elde edilmesinden başlayarak, yok olmasına kadarki süreçlerini kapsayan yapı ürünlerinin yaşam döngüsü çeşitli değerlendirme yöntemleri ve sertifika programları kapsamında değerlendirilmektedir.

1960lı yıllardan günümüze kadar artan bir önemle ele alınan konu, Türkiye’de de araştırılmaktadır. Fakat yaşam döngüsünün önemli parçalarından biri olan üretim enerjisi konusu yeterince ilgi görmemektedir. Mimarların ürün seçiminde önemli bir yere sahip olması gereken konuyla ilgili kaynakların, yapı ürünleri fuarları ve katalogları, firma broşür ve katalogları, firma web siteleri ve TSE standartları ile sınırlı olması sebebiyle yeterli ve sağlıklı bilginin bulunmadığı söylenebilir.

Tespit edilen bilgi eksikliklerini araştırmak ve yapı ürünlerinin üretimi için gerekli enerjileri kapsayan “üretim enerjisi” ile ilgili Türkiye’deki mimarların ilgi ve bilgisini ölçmek için bir sonraki bölümde detaylıca ele alınan soruşturma ve sonuçlarına gerek duyulmuştur.

TÜRKİYE’DE MİMARLARIN YAPI ÜRÜNLERİ TERCİHLERİ

Üretilcek bir yapının belirlenen performansına ulaşması için, kullanılacak yapı ürünlerinin üretiminden yerine yerleştirilmesine kadar her aşamasında mimarın rolünün, görev ve sorumluluklarının oldukça etkin olduğu bilinmektedir. Ancak mimarların ürün seçimindeki davranışlarını ne tür önceliklerin yönlendirdiğine dair araştırma Türkiye’de bulunmamaktadır.

Konunun tüm önemine karşın, ürünlerin yaşam döngüsündeki çevresel davranışına ilişkin yeterli bilgilendirmeler yoktur. 1970lerden beri “sürdürülebilirlik” düşüncesinin yaygın olarak kabulüne paralel bir biçimde enerji tasarrufu sağladığı iddia edilen birçok ürün üretildiyse de, bu ürünlerin çevre sorunlarını azaltacak kadar etkili kullanılmadığı görülmektedir. Ürünlerin içeriklerinin, yaşam döngülerinin ve çevresel etkilerinin öğretilmesi için tek yol reklâmlar olduğundan ve söz konusu reklâmların, ürün üreticileri/pazarlayanları tarafından üretilmesi nedeniyle yetersiz ve etkisizdir (Kim ve Rigdon [28]).

Öte yandan mimarlar da meslek uygulamasında ürün tercih ederken etkili olduklarını kabul etmekte ancak bilgi düzeylerinin kısmen yeterli olduğunu düşünmektedirler. Bu durum çevresel açıdan olumlu sonuçlar doğurmamaktadır.

Yrd. Doç. Dr. Elçin Taş’ın [29] 2002 yılında YEM (Yapı Endüstri Merkezi) aracılığıyla yaptığı, çoğu İstanbul, Ankara ve İzmir illerinden 232 mimarın katıldığı soruşturma göre; mimarların %72’si yapı ürünleri seçiminde mimarların etkili olduğunu , %15’i kısmen etkili, %10’u ise işverenin daha etkili olduğunu düşünüyor. Aynı soruşturmaya göre mimarlardan 122si mimarların yapı ürünleri konusundaki bilgi düzeyini kısmen bilgili olarak değerlendirirken, 70 kişi bilgili, 22 kişi ise bilgisiz olduğunu belirtmiştir. Soruşturma sonuçlarına göre bilgisiz ve

kısmen bilgisiz olduğunu düşünen mimarların oranı %60'tan fazladır, fakat bilgilenebilecekleri bir sistem Türkiye'de bulunmamaktadır.

3.1 Mimarların Yapı Ürünü Tercihleri Konulu Soruşturmanın Yöntemi Üzerine

Yapı ürünleri ile ilgili yeterli bilgilendirmenin bulunmadığını düşündüğümüz Türkiye'de, mimarların ürün seçiminin ilkelerini ortaya koymak üzere bir soruşturma yürütülmüştür. Hazırlanan soruşturmada Türkiye'deki mimarlara yapılarında kullanmak üzere hangi ürünleri tercih ettikleri ve bu ürünleri tercih nedenleri sorgulanmıştır.

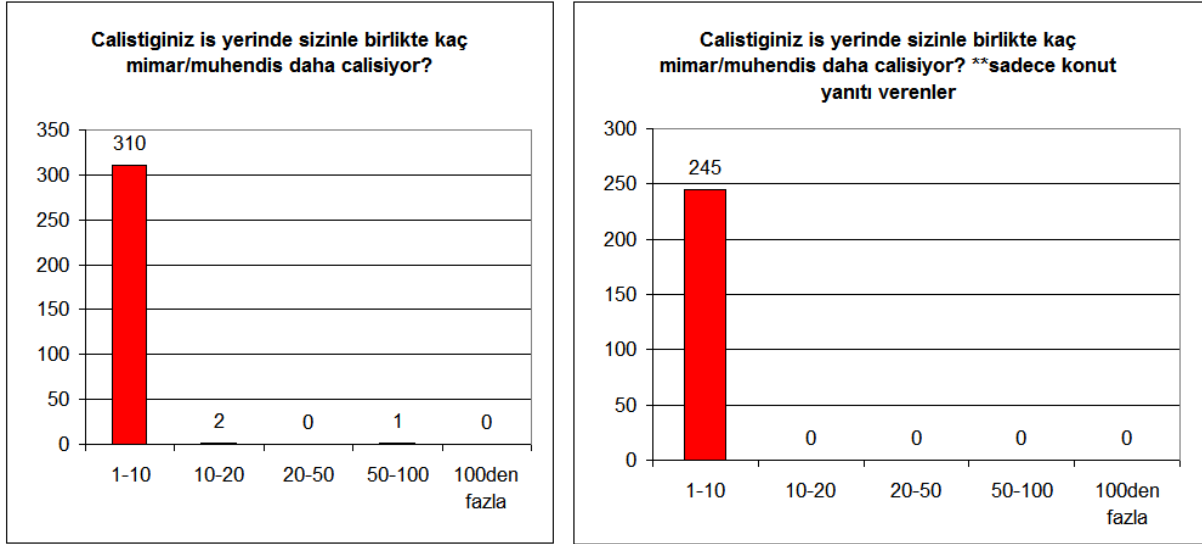
Soruşturmanın başlangıcında soruşturmayı yanıtlayanlarla ilgili bilgiler öğrenilmiştir. Daha sonra yapının belirlenmiş bölümleri için hangi ürünü en çok tercih ettikleri ve bu ürünü tercih nedenleri sorgulanmıştır. Soruşturmanın son bölümünde ise ürün tercihi yaparken üretim enerjisi, geridönüşüm ve bakım maliyetleri konularına önem verip vermedikleri araştırılmıştır.

Mimarların yapı ürünü tercihlerini, tercih nedenlerini, yapı ürünlerinin üretim enerjisi, geridönüşüm ve yeniden üretimleriyle ilgili bilgi ve ilgilerinin öğrenilmesi amaçlanan soruşturma formunun bulunduğu sayfanın internet adresi T.M.M.O.B. Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi tarafından Türkiye'de 2009 ve/veya 2010 yıllarında büro tescil belgesi almış olan 5655 mimara e-posta yoluyla iletilmiştir.

3.2 Mimarların Yapı Ürünü Tercihleri Konulu Soruşturmanın Sonuçları

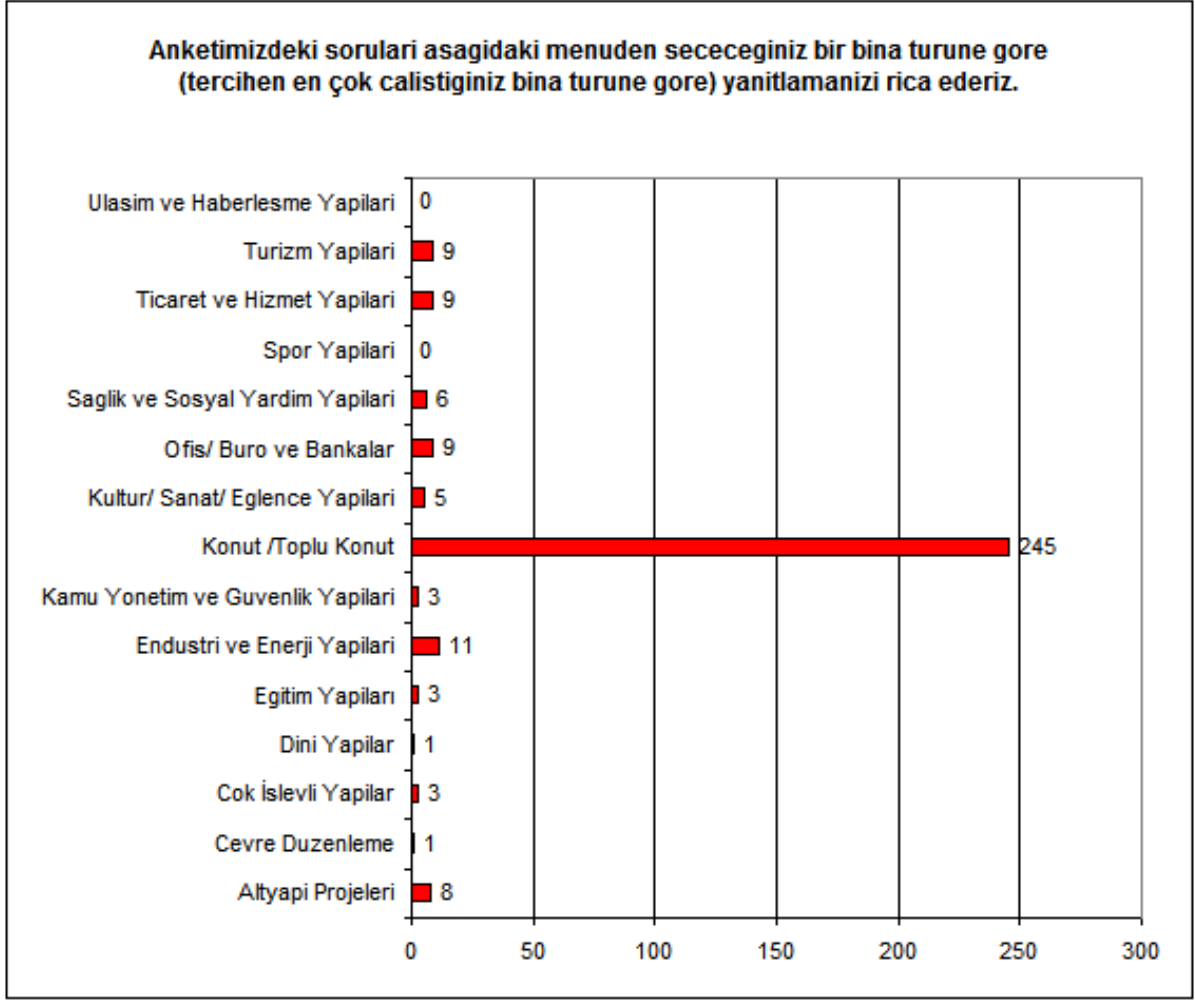
EK A'da bulunan soruşturmaya geri dönüşler 07-01-2010 ile 15-01-2010 tarihleri arasında olmuştur. Soruşturma formu 313 kez yanıtlanmıştır.

Soruşturmanın ilk sorusu çalışılan büroların ölçeğini kavramaya yöneliktir. Bu kapsamda soruşturmayı yanıtlayanların 310 kişisi 1-10 kişilik bürolarda, 2 kişisi 10-20 kişilik bürolarda, 1 kişisi ise 50-100 kişilik bürolarda çalışmaktadır. Bu soruya verilen yanıtlar Türkiye'deki mimarlık bürolarının ölçeklerine ilişkin de bilgi sunmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Soruşturmayı yanıtlayanların çalıştıkları iş yerlerindeki çalışan sayıları.

Soruşturmanın ikinci sorusu, soruşturmayı yanıtlayan mimarların bu cevapları hangi tür bina tipolojisi deneyimine dayanarak tercih ettiğidir. Buna göre altyapı projeleri, çevre düzenleme, çok işlevli yapılar, dini yapılar, eğitim yapıları, endüstri ve enerji yapıları, kamu yönetim ve güvenlik yapıları, konut /toplu konut, kültür/sanat/eğlence yapıları, ofis/büro ve bankalar, sağlık ve sosyal yardım yapıları, spor yapıları, ticaret ve hizmet yapıları, turizm yapıları, ulaşım ve haberleşme yapıları olarak verilen seçeneklerden 245 kişi soruşturmayı konut ve toplu konut projeleri üzerinden değerlendirmiştir. Öte yandan 11 yanıt endüstri ve enerji yapıları, 9 yanıt ofis/büro ve bankalar, 9 yanıt turizm yapıları ve 9 yanıt ise ticaret ve hizmet yapıları üzerinden verilmiştir. Soruşturmaya verilen yanıtların %78'i konut üzerine olduğu için ve farklı yapı türlerindeki ürün tercihlerinin değişik önceliklerden doğabileceğini düşünerek, soruşturmanın sonuçları sadece konut projeleri üzerinden verilen yanıtlar ile değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 3.2 Seçilen bina türleri

Yukarıda sözü edilen konut ve toplu konut projelerinde çalışan mimarların tümü 1 ile 10 kişinin çalıştığı mimarlık bürolarında çalışmaktadır. Bu anlamda soruşturmata küçük ölçekli mimarlık ofislerinin tercihlerinin ele alındığı söylenebilir.

Çizelge 3.1 Ürün seçim nedenleri

• Alışıldık.	• Farklı tasarımlar yaratılabiliyor.	• Sağlam.
• Bakım maaliyeti düşük.	• Fiyatı uygun.	• Uzun ömürlü.
• Detay çözümü kolay.	• İnsan sağlığına zararlı değil.	• Üretim enerjisi az.
• Diğer	• Kolay tedarik edilebiliyor.	• Yeniden kullanılabilir.
• Estetik.	• Kolay uygulanabiliyor.	•

Soruşturma kapsamında seçilen bina türünde, taşıyıcı sistem, iç duvar, dış duvar, çatı kaplamaları, döşeme kaplamaları, cephe sistemi/kaplamaları, cephedeki doğramalar için

mimarların hangi ürünleri tercih ettikleri ve bu tercihlerin nedenleri sorulmuştur. Aşağıdaki listede bulunan nedenler birden çok seçenek seçilebilecek şekilde yanıtlanabilmektedir. Ayrıca ürün seçiminde üretim enerjileri, geridönüşüm, bakım maliyetinin önemli olup olmadığı sorulmuştur.

3.3.1 Soruşturmanın Bulguları

Soruşturma kapsamında mimarlara taşıyıcı sistemde, iç ve dış duvarlarda, döşeme kaplamalarında, çatı kaplamalarında, cephedeki doğramalarda ve cephe kaplamalarında kullanmayı tercih ettikleri yapı ürünleri sorulmuştur. Yapının bu bölümlerinde kullanmayı tercih ettikleri yapı ürünleri ve bu ürünleri kullanım nedenleri bu başlıkta açıklanmıştır.

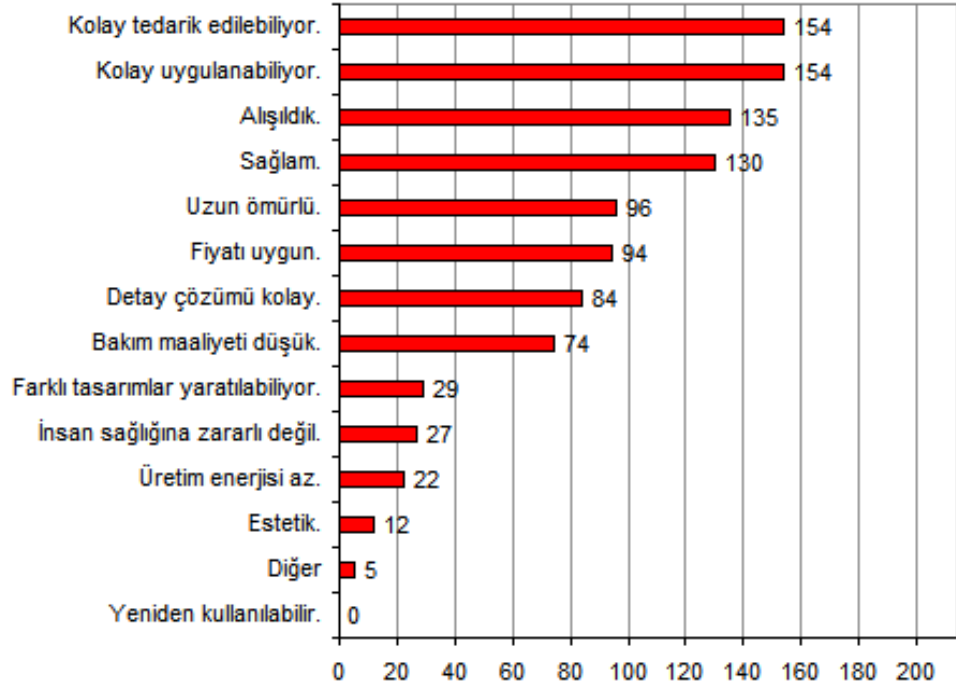
3.3.1.1 Taşıyıcı Sistemde Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine

Mimarların taşıyıcı sistemde kullandıkları ürünleri belirlemek için yöneltilen soruşturma sorusunda katılımcılara, konut projelerinin taşıyıcı sistem çözümünde ahşap, betonarme, çelik, taş, tuğla, saman, kâğıt veya diğer yapı ürünlerinden hangisini daha çok kullandıkları sorulmuş ve tek bir yanıtı seçmeleri istenmiştir.



Şekil 3.3 Taşıyıcı sistem çözümünde kullanılan ürünler

Soruşturmaya katılan 245 katılımcının %87'si (214) yapılarında taşıyıcı sistem çözümünde betonarmeyi, %9'u (22) ahşabı, %1'i (3) çeliği, %2'si (4) ise tuğlayı kullandığını belirtmiştir.



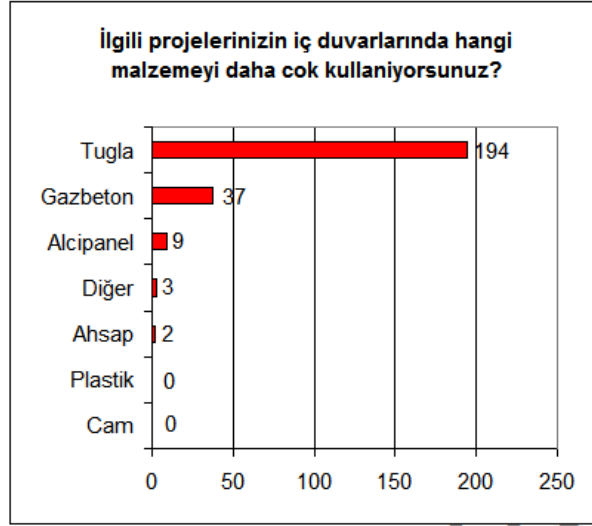
Şekil 3. 4 Taşıyıcı sistem çözümünde betonarme kullananların ürünü seçim nedeni

Taşıyıcı sistem olarak betonarmeyi tercih eden 214 kişiden, 154'ü (%72) kolay uygulanabildiği için, yine 154'ü (%72) kolay tedarik edilebildiği için, 135'i (%63) alışıldık bir ürün olduğundan, 130'u (%61) sağlam bir ürün olduğundan 94'ü (%44) ise fiyatı uygun olduğundan tercih ettiğini belirtmiştir. Betonarme, binaların çoğunda kullanılan sistem olduğundan seçim yapanların teknik detaylara ve piyasaya hâkimiyetinin yanında riskler konusundaki tecrübeleri de fazladır. Ürünü seçimindeki ilk üç nedenin bu alışılmışlıkla ilgili olduğu görülmektedir.

3.3.1.2 İç Duvarda Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine

Mimarların iç duvarlarda kullandıkları ürünleri belirlemek için yöneltilen soruşturma sorusunda katılımcılara, konut projelerinin iç duvarlarında tuğla, gazbeton, ahşap, cam, plastik, alçıpan ve diğer yapı ürünlerinden hangisini daha çok kullandıkları sorulmuş ve tek bir yanıtı seçmeleri istenmiştir.

Soruşturmaya katılan 245 katılımcının %79'u (194) konut tasarımlarında iç duvarlar için yapı ürünü seçerken tuğlayı, %15'i (37) gazbetonu, %4'ü (9) alçıpaneli, %1'i (2) ahşabı kullandığını belirtmiştir.



Şekil 3.5 İç duvarlarda kullanılan ürünler

İç duvar olarak tuğlayı tercih eden 194 kişiden, 155'i (%80) kolay tedarik edilebildiği için, 148'i (%76) fiyatı uygun olduğu için, 139'u (%72) kolay uygulanabildiği için, 122'si (%63) alışıldık olduğu için tercih ettiğini belirtmiştir.



Şekil 3.6 Duvarlarda tuğla kullananların ürünü seçim nedeni

İç duvar olarak tuğlayı tercih eden 194 kişiden, 155'i (%80) kolay tedarik edilebildiği için, 148'i (%76) fiyatı uygun olduğu için, 139'u (%72) kolay uygulanabildiği için, 122'si (%63) alışıldık olduğu için tercih ettiğini belirtmiştir.



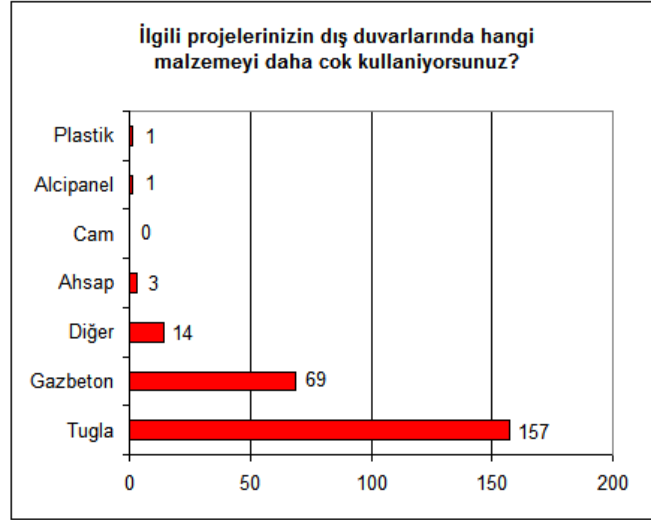
Şekil 3.7 İç duvarlarda gazbeton kullananların ürünü seçim nedeni

Gazbetonu tercih eden 37 kişiden 24'ü (%65), alçıpaneli tercih eden 9 kişiden 6'sı (%67) neden olarak detay çözümünün kolaylığını belirtmiştir. Gazbeton tercih edenlerin tuğla tercih edenlere göre seçim nedenleri arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Gazbeton tercih edenlerin 11'i (%30) sağlam ve 8'i (%22) farklı tasarımlar yaratıldığından tercih ettiğini belirtmiştir. Burada yine taşıyıcı sistem seçiminde tercih edilen betonarmede olduğu gibi alışkanlık ve bilinirlik nedeniyle seçimlerin yapıldığını görmekteyiz. Bu sonuçlardan, yeni bilgilere ulaşmakta zorlanıldığı veya ulaşılan bilgilerin güvenilirliği konusunda sorunlar yaşandığı sonucunu çıkarabiliriz.

3.3.1.3 Dış Duvarda Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine

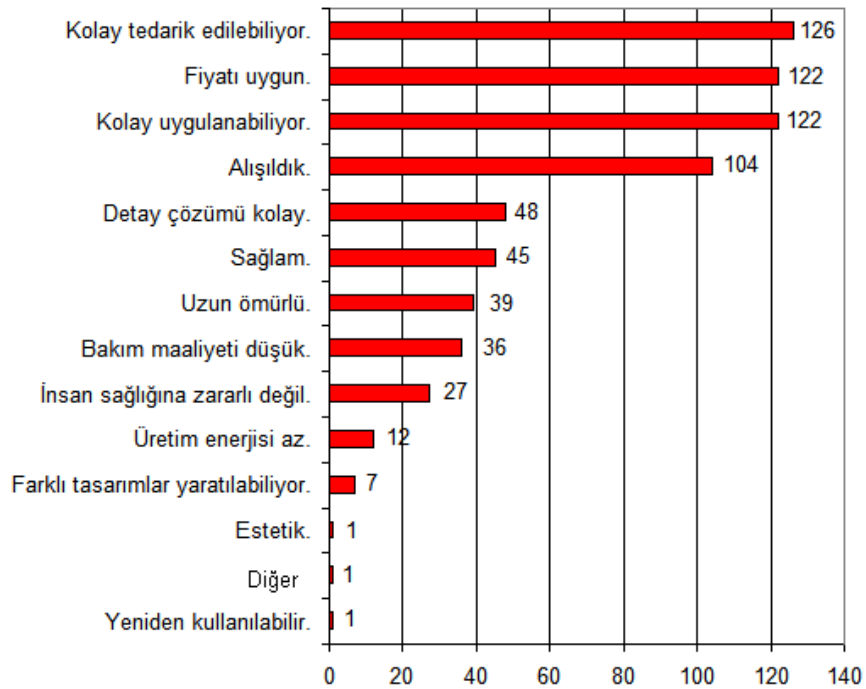
Mimarların dış duvarlarda kullandıkları ürünleri belirlemek için yöneltilen soruşturma sorusunda katılımcılara, konut projelerinin dış duvarlarında tuğla, gazbeton, ahşap, cam, plastik, alçıpan ve diğer yapı ürünlerinden hangisini daha çok kullandıkları sorulmuş ve tek bir yanıtı seçmeleri istenmiştir.

Soruşturmaya katılan 245 katılımcının %64'ü (157) konut tasarımlarında dış duvarlar için yapı ürünü seçerken tuğlayı, %28'i (69) gazbetonu, %6'sı (14) diğer ürünleri kullandığını belirtmiştir.



Şekil 3.8 Dış duvarlarda kullanılan ürünler

Dış duvar olarak tuğlayı tercih eden 157 kişiden, 126'sı (%80) kolay tedarik edilebildiği için, 122'si (%78) fiyatı uygun olduğu için, yine 122'si (%78) kolay uygulanabildiği için, 104'ü (%66) alışıldık olduğu için tercih ettiğini belirtmiştir.



Şekil 3.9 Dış duvarlarda tuğla kullananların ürünü seçim nedeni

Tuğla seçenlerin gazbeton seçenlerden farklı olarak alışıldık olduğu için ürünü tercih ettiği görülmektedir.



Şekil 3.10 Dış duvarlarda gazbeton kullananların ürünü seçim nedeni

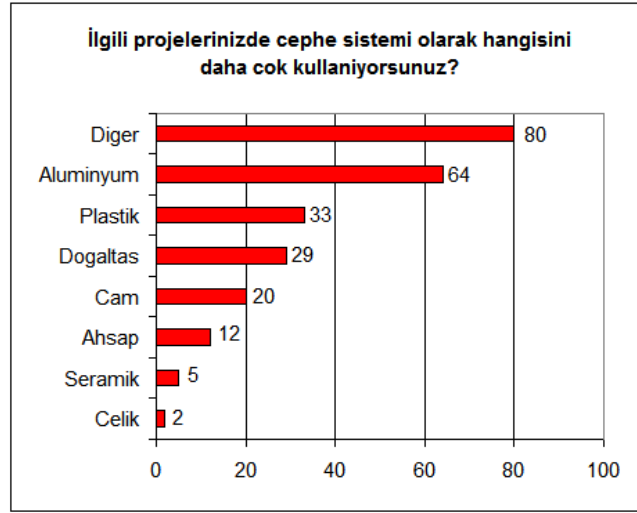
Dış duvar olarak gazbeton tercih eden 69 kişiden, 53'ü (%77) kolay uygulanabildiği için, 35'i (%51) detay çözümü kolay olduğu için, 32'si (%46) kolay tedarik edilebiliyor olduğu için ve 26'sı (%38) sağlam olduğu için tercih etmiştir. Burada gazbeton seçenlerin tuğla seçenlerden farklı olarak detay çözümü kolay olduğu için ürünü seçtiği görülmektedir.

3.3.1.4 Cephe Sisteminde Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine

Mimarların cephe sisteminde kullandıkları ürünleri belirlemek için yöneltilen soruşturma sorusunda katılımcılara, konut projelerinin cephesinde alüminyum, plastik, doğaltaş, cam, ahşap, seramik, çelik ve diğer yapı ürünlerinden hangisini daha çok kullandıkları sorulmuş ve tek bir yanıtı seçmeleri istenmiştir.

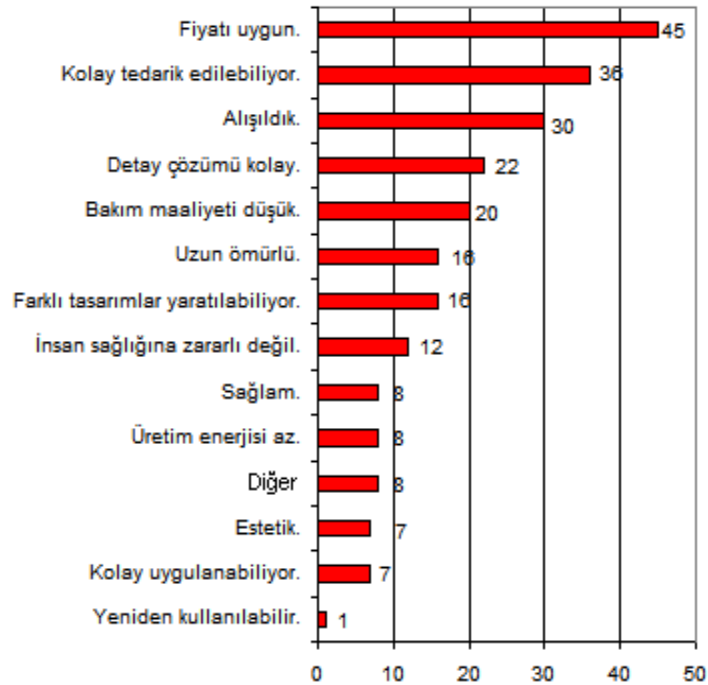
Soruşturmaya katılan 245 katılımcının %33'ü (80) konut tasarımlarında dış duvarlar için yapı ürünü seçerken diğer seçeneğini işaretlemiştir. Bu seçeneğin seçilme nedeni cephede herhangi bir sistem kullanılmadığı, boya / boya ve yalıtım / boya ve sıva şeklinde uygulama

yapıldığı şeklinde yorumlanmıştır. Katılımcılardan %26'sı (64) alüminyumu, %13'ü (33) plastik ürünleri, %12'si (29) ise doğaltaş kullandığını belirtmiştir.



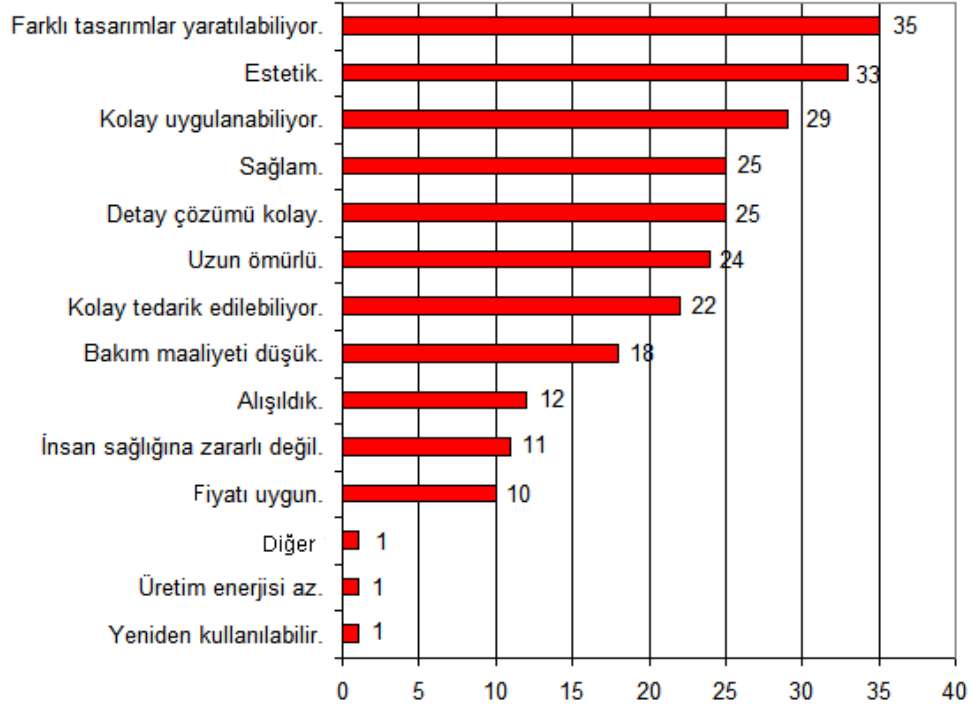
Şekil 3.11 Cephe sisteminde kullanılan ürünler

Cephe sistemi olarak diğer seçeneğini tercih eden 80 kişiden, 45'i (%56) fiyatı uygun olduğundan, 36'sı (%45) kolay tedarik edilebilir olduğundan, 30'u (%38) alışık olduğu için ve 22'si (%28) detay çözümü kolay olduğu için tercih ettiğini belirtmiştir.



Şekil 3.12 Cephe sisteminde kullanılacak ürün olarak diğer seçeneğini seçenlerin tercih nedeni

Cephe sistemi olarak alüminyumu tercih eden 64 kişiden, 35'i (%55) farklı tasarımlar yaratılabildiği için, 33'ü (%52) estetik olduğu için, 29'u (%45) kolay uygulanabildiği için, 25'i (%39) sağlam ve detay çözümü kolay olduğu için tercih ettiğini belirtmiştir.



Şekil 3.13 Cephe sisteminde kullanılacak ürün olarak alüminyum seçenlerin ürünü seçim nedeni

Cephe sistemi olarak plastik tercih eden 33 kişiden, 25'i (%76) fiyatı uygun olduğu için, 23'ü (%70) kolay uygulanabildiği için, 18'i (%54) kolay tedarik edilebildiği için ve 17'si (%52) alışıldık olduğu için tercih ettiğini belirtmiştir.



Şekil 3.14 Cephe sisteminde kullanılacak ürün olarak plastik seçenlerin ürünü seçim nedeni

Cephe sistemi olarak doğaltaş tercih eden 29 kişiden, 22'si (%76) estetik olduğu için, 19'u (%66) uzun ömürlü olduğundan, 14'ü (%48) insan sağlığına zararlı olmadığından ve 13'ü (%45) sağlam olduğundan tercih ettiğini belirtmiştir.

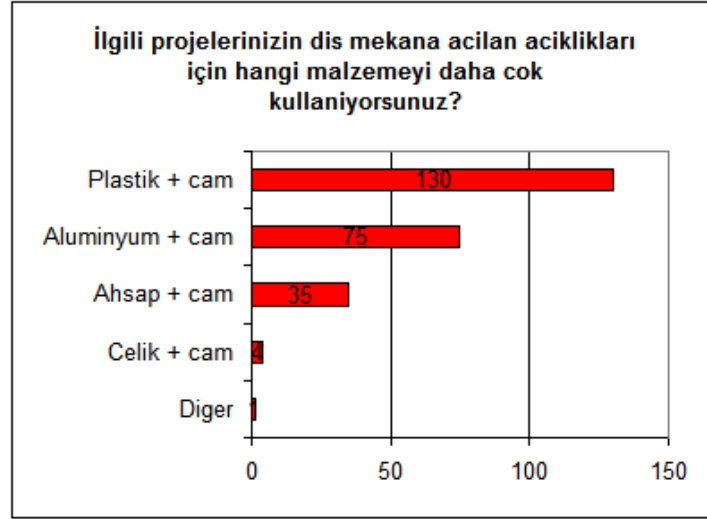


Şekil 3.15 Cephe sisteminde kullanılacak ürün olarak doğaltaş seçenlerin ürünü seçim nedeni

Seçim nedenleri incelendiğinde alüminyumun farklı tasarımlar yaratılabildiğinden ve estetik olduğundan, plastiğin kolay tedarik edilebilir ve alışıldık olduğundan, doğaltaşın ise insan sağlığına zararlı olmadığından ve uzun ömürlü olduğundan tercih edildiğini görülmüştür.

3.3.1.5 Cephedeki Doğramalarda Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine

Mimarların cephedeki doğremalarda kullandıkları ürünleri belirlemek için yöneltilen soruşturma sorusunda katılımcılara, konut projelerinin cephe doğramalarında plastik ve cam, alüminyum ve cam, ahşap ve cam, çelik ve cam ve diğer yapı ürünlerinden hangisini daha çok kullandıkları sorulmuş ve tek bir yanıtı seçmeleri istenmiştir.



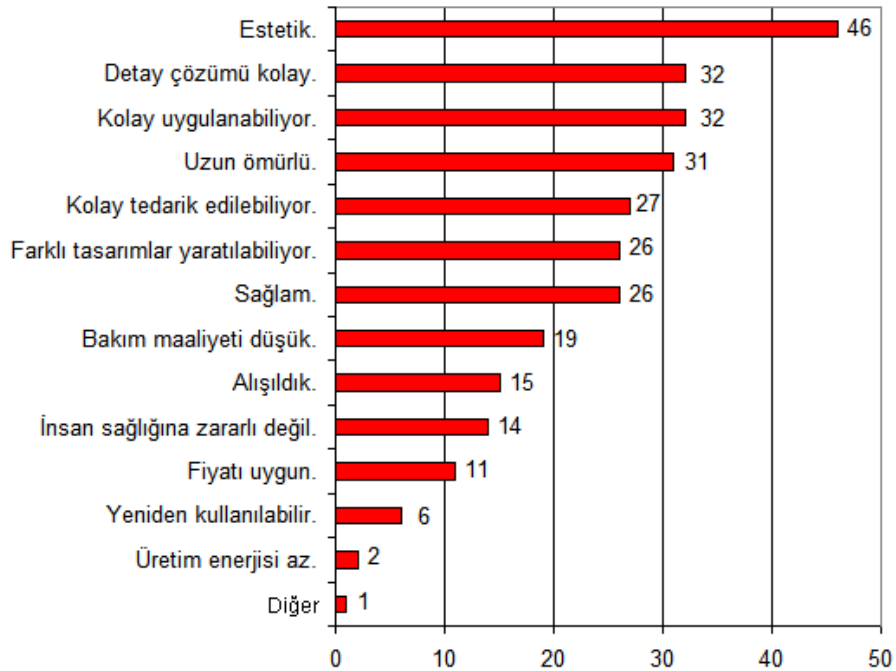
Şekil 3.16 Dış mekâna açılan açıklıklar (cephedeki doğramalar) için kullanılan ürünler

Soruşturmaya katılan 245 katılımcının %53'ü (130) konut tasarımlarında dış mekâna açılan açıklıklar için plastik ve cam, %31'i (75) alüminyum ve cam, %14'ü (35) ahşap ve cam kullandığını belirtmiştir.



Şekil 3.17 Cephedeki doğramalar için plastik ve cam kullananların ürünü seçim nedeni

Cephedeki doğramalar için plastik ve cam tercih eden 130 kişiden, 94'ü (%72) kolay uygulanabilir, 93'ü (%72) kolay tedarik edilebilir olduğu için, 86'sı (%66) fiyatı uygun olduğu için, 65'i (%50) alışıldık olduğu için tercih ettiğini belirtmiştir. Ürünü insan sağlığına zararlı olmadığı için seçenlerin sayısı ise 7 (%5)'dir.



Şekil 3.18 Cephedeki doğramalar için alüminyum+cam kullananların ürünü seçim nedeni

Cephedeki doğramalar için alüminyum ve cam tercih eden 75 kişiden 46'sının (%61) ürünü estetik açıdan daha iyi bulduğu için seçtiği anlaşılmaktadır. Üretim enerjisi bakımından en yüksek değere sahip yapı ürünü olan alüminyum seçenlerden 14'ü (%18) insan sağlığına zararlı olmadığı için, 2 kişi (%3) ise üretim enerjisi az olduğu için seçtiğini belirtmiştir.



Şekil 3.19 Cephedeki doğramalar için ahşap +cam kullananların ürünü seçim nedeni

Cephedeki doğramalar için ahşap ve camı tercih eden 35 kişiden 23'ü (%66) insan sağlığına zararlı olmadığı için, 15'i (%43) estetik ve kolay tedarik edilebildiği için seçtiğini belirtmiştir.

3.3.1.6 Döşeme Kaplamalarında Kullanılan Ürünlerin Seçimi Üzerine

Mimarların döşeme kaplamalarında kullandıkları ürünleri belirlemek için yöneltilen soruşturma sorusunda katılımcılara, konut projelerinin döşemelerinde ahşap, seramik, doğaltaş, plastik esaslı ve diğer yapı ürünlerinden hangisini daha çok kullandıkları sorulmuş ve tek bir yanıtı seçmeleri istenmiştir.

Soruşturmaya katılan 245 katılımcının %53'ü (131) konut tasarımlarında döşemeler için ahşap, %39'u (95) seramik, %4'ü (10) diğer ürünleri kullandığını belirtmiştir.



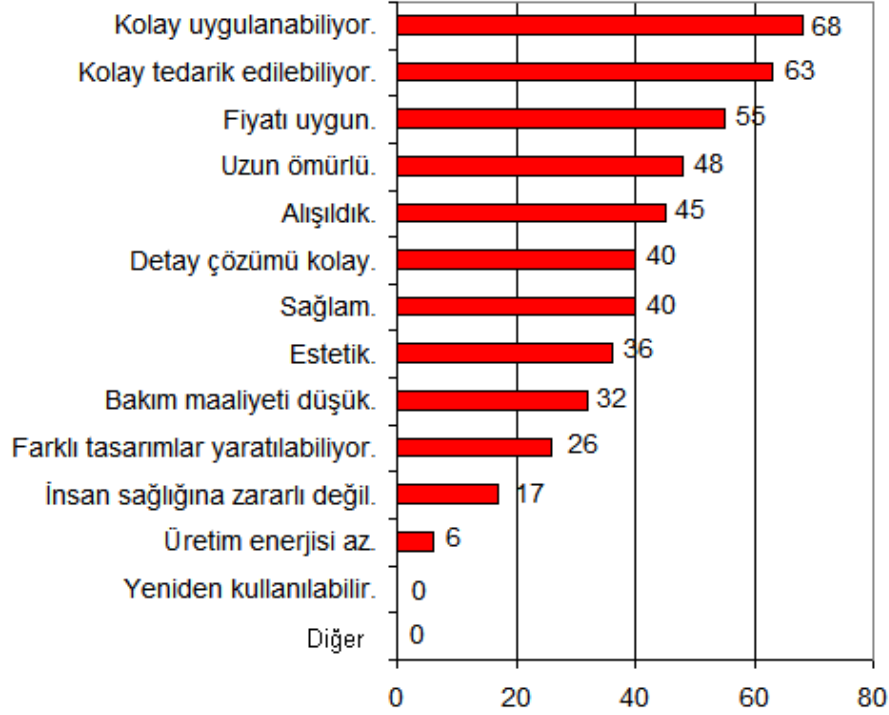
Şekil 3.20 Döşeme kaplamaları için kullanılan ürünler

Döşeme kaplamaları için ahşap tercih eden 131 kişiden, 77'si (%59) estetik olduğu için, 67'si (%51) kolay uygulanabildiği ve insan sağlığına zararlı olmadığı için, 58'i (%44) alışıldık ve kolay tedarik edilebiliyor olduğu için tercih ettiğini belirtmiştir.



Şekil 3.21 Döşeme kaplamaları için ahşap kullananların ürünü seçim nedeni

Döşeme kaplamaları için seramik tercih eden 95 kişiden, 68'i (%72) kolay uygulanabiliyor olduğundan, 63'ü (%66) kolay tedarik edilebiliyor olduğundan, 55'i (%58) fiyatı uygun olduğundan ve 48'i (%51) uzun ömürlü olduğundan tercih ettiğini belirtmiştir.



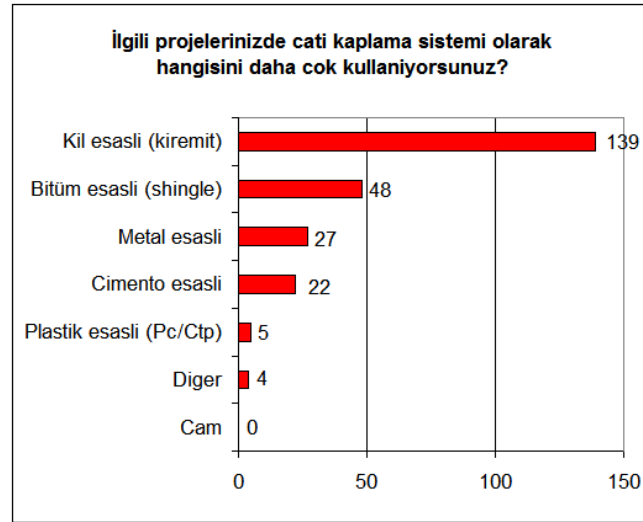
Şekil 3.22 Döşeme kaplamaları için seramik kullananların ürünü seçim nedeni

Burada ahşap seçiminde estetik ve sağlıkla ilgili konular öne çıkarken, seramik seçiminde konvansiyonel nedenlerin ön planda olduğu görülmektedir.

3.3.1.7 Çatı Kaplamalarında Kullanılan Ürünün Seçimi Üzerine

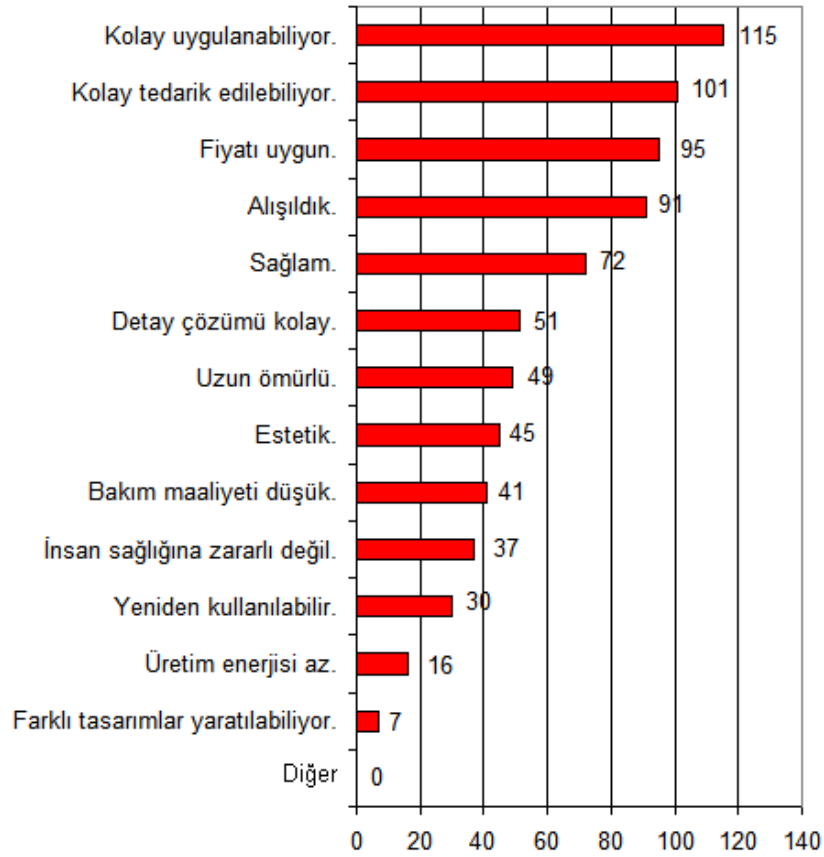
Mimarların çatı kaplamalarında kullandıkları ürünleri belirlemek için yöneltilen soruşturma sorusunda katılımcılara, konut projelerinin çatı kaplamalarında kil esaslı (kiremit), bitüm esaslı (shingle), metal esaslı, çimento esaslı, plastik esaslı, cam ve diğer yapı ürünlerinden hangisini daha çok kullandıkları sorulmuş ve tek bir yanıtı seçmeleri istenmiştir.

Soruşturmaya katılan 245 katılımcının %57'si (139) konut tasarımlarında çatı kaplama ürünü olarak kiremit, %20'si (48) bitüm esaslı (shingle), %11'i (27) metal esaslı ürünleri, %9'u (22) çimento esaslı ürünleri kullandığını belirtmiştir.



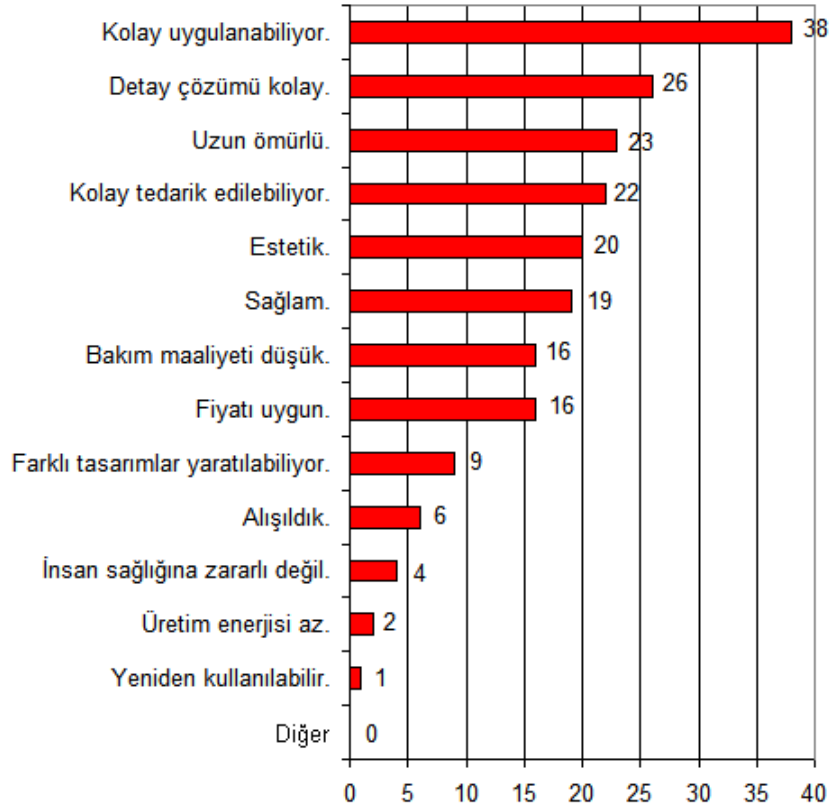
Şekil 3.23 Çatı kaplamaları için kullanılan ürünler

Çatı kaplama ürünü olarak kil esaslı (kiremit) ürünleri seçen 139 kişiden 115'i (%83) kolay uygulanabildiği için, 101'i (%73) kolay tedarik edilebildiği için, 95'i (%68) fiyatı uygun olduğu için, 91'i (%65) alışıldık olduğu için tercih ettiğini belirtmiştir.



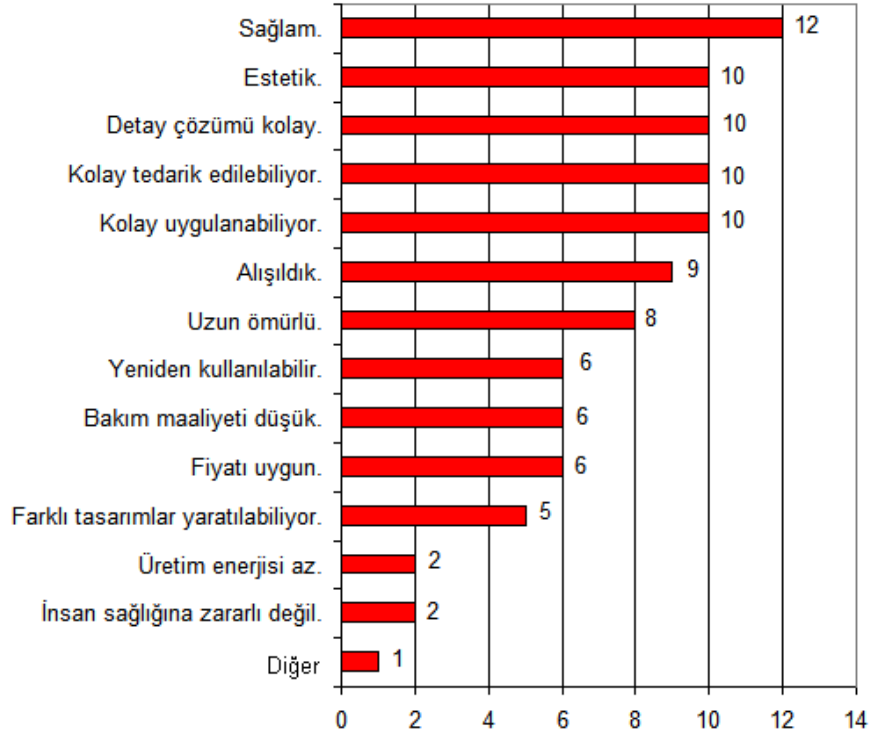
Şekil 3.24 Çatı kaplaması için kil esaslı (kiremit) kullananların ürünü seçim nedeni

Çatı kaplama ürünü olarak bitüm esaslı (shingle) ürünleri seçen 48 kişiden 38'i (%80) kolay uygulanabilir olduğu için, 26'sı (%54) detay çözümü kolay olduğu için, 23'ü (%48) uzun ömürlü olduğu için ve 22'si (%46) kolay tedarik edilebiliyor olduğu için tercih ettiğini belirtmiştir.



Şekil 3.25 Çatı kaplaması için bitüm esaslı (shingle) kullananların ürünü seçim nedeni

Çatı kaplama ürünü olarak metal esaslı ürünleri seçen 27 kişiden 12'si (%44) sağlam olduğundan, 10'u (%37) ise estetik, detay çözümü kolay, kolay tedarik edilebiliyor ve kolay uygulanabiliyor olduğundan tercih ettiğini belirtmiştir.



Şekil 3.26 Çatı kaplaması için metal esaslı kullananların ürünü seçim nedeni

Burada sonuçlardan çatıda kullanım açısından en çok tercih edilen ürün olan kiremidin seçim nedeninin konvansiyonel bir ürün olduğu sonucu üretilebilir. Metal ve bitüm esaslı kaplamaların ise kolay detay çözümü ve estetik nedenlerle tercih edildiğini görüyoruz.

3.3.2 Mimarların Yapı Ürünü Seçimlerinde Ekolojik Duyarlılıkları

Soruşturma içerisinde mimarların yapı ürünü tercihlerini ölçmek için yukarıdaki soruların cevapları alınmıştır. Çevreyle ilgili duyarlılıklarını ölçmek için ise aşağıdaki sorular hazırlanmıştır. Yapı ürünlerini seçimlerinde “Üretim enerjisi az”, “İnsan sağlığına zararlı değil”, “Yeniden kullanılabilir” ve “Bakım maliyetleri düşük” seçenekleri de bulunmuştur. Bu seçenekler soruşturmaya konurken, yapı ürünleri seçiminde mimarların ekolojik duyarlılıkları öğrenilmeye çalışılmıştır. Sonuçlara göre yapı ürünü seçiminde ekolojik konularla ilgili nedenlerin, önem sırasına sonlarda olduğu görülmüştür.

Soruşturma sonunda hem önceki sonuçların sağlamasını yapmak, hem de tüm yapı ürünleri için mimarların ekolojik duyarlılıklarını ölçmek adına yapı ürünü seçimlerinde üretim enerjisi, geridönüşüm ve bakım maliyetlerinin dikkate alınıp alınmadığı sorgulanmıştır.

3.3.2.1 Üretim Enerjisi

Soruşturmaya katılan 245 katılımcının %39'u (96) konut tasarımlarında ürün seçerken, ürün üretim enerjilerini önemsedini, %39'u (96) önemsemediğini, %22'si (55) ise konu ile ilgili fikrinin olmadığını belirtmiştir. Ürün seçiminde üretim enerjilerini önemseyen 96 katılımcının ürün seçimleri yapım sistemi için betonarme, iç ve dış duvarlarda tuğla, doğramalarda plastik, döşemelerde ahşap, çatı kaplaması olarak ise kiremit şeklinde sekilenmiştir. Dış cephe kaplamasında ise en çok diğer seçeneği seçilmiştir. Bu seçim boya, boya ve sıva, boya ve yalıtım seçenekleri olarak yorumlanmıştır.

Seçimler içinde özellikle üretim enerjisinin çok yüksek olduğu bilinen PVC'nin doğramalarda kullanılmak üzere seçilmiş olması, üretim enerjisi konusunu önemseyen mimarların bilgi eksikleri olduğunu ya da çevresel konulardan önce fiyat, bulunabilirlik, alışkanlık gibi nedenleri öncelikle dikkate aldığını göstermektedir. Betonarme, tuğla, ahşap ve kiremit seçimlerininse üretim enerjileri bakımından diğer yapı ürünlerine uygun olmakla beraber daha çok konvansiyonel ürünler olması nedeniyle seçildiği gözlemlenmektedir.

3.3.2.2 Ürün Seçiminde Geridönüşüm ve Bakım Maliyetleri Üzerine

Soruşturmaya katılan 245 katılımcının %52'si (127) konut tasarımlarında ürün seçerken, geridönüşümlü olmalarına dikkat etmediğini, %41'i (101) dikkat ettiğini, %7'si (17) ise konu ile ilgili fikrinin olmadığını belirtmiştir.

Ürün seçiminde geridönüşüm özelliğine dikkat ettiğini belirten 101 katılımcının ürün seçimleri; yapım sistemi olarak betonarme, iç ve dış duvarlarda tuğla, doğramalarda plastik, döşemelerde ahşap, çatı kaplaması olarak ise kiremit olarak şekillenmiştir. Dış cephe kaplamasında ise en çok diğer seçeneği seçilmiştir. Bu seçim boya, boya ve sıva, boya ve yalıtım seçenekleri olarak yorumlanmıştır.

2000li yıllarda geridönüşüm konusu ülkelerin gündeminde olduğundan, geridönüşüm yöntemleri ile ilgili de sürekli gelişmeler yaşanmaktadır. Hemen her ürünün geridönüşümü ve yeniden kullanımı için çalışmalar sürerken, geridönüşüm özelliğine dikkat ederek seçim yaptığını belirten mimarların seçimlerinden olan betonarme ürünleri geri dönüştürülerek yol

döşemesi, sıva ürünü ve peyzajda dolgu ürünü olarak, tuğla duvar ve kiremitler sıvalarından ayrılarak yine dolgu ürünü olarak, plastik ürünler ayrıştırıldıktan sonra birçok sanayi dalında işlenerek her türlü inşaat ve endüstriyel ürün olarak, ahşap geri kazanımda yakıt olarak ya da ayrıştırıldıktan sonra kâğıt olarak geridönüştürülebilmektedir. Türkiye’de ise soruşturma sonuçlarında belirtilen ürünler içinde, metaller dışında geridönüşümü yapılan ürünlerin pek mümkün olmadığı gözlemlenmelidir.



Şekil 3.27 Ürün seçerken üretim enerjisi, geridönüşüm ve bakım maliyetleri hakkında sorulan soruların yanıtları oranları.

Soruşturmaya katılan 245 katılımcının %89'u (217) konut tasarımlarında ürün seçerken bakım maliyetlerini dikkate aldığını, %9'u (23) dikkate almadığını, %2'si (5) ise konu ile ilgili fikrinin olmadığını belirtmiştir.

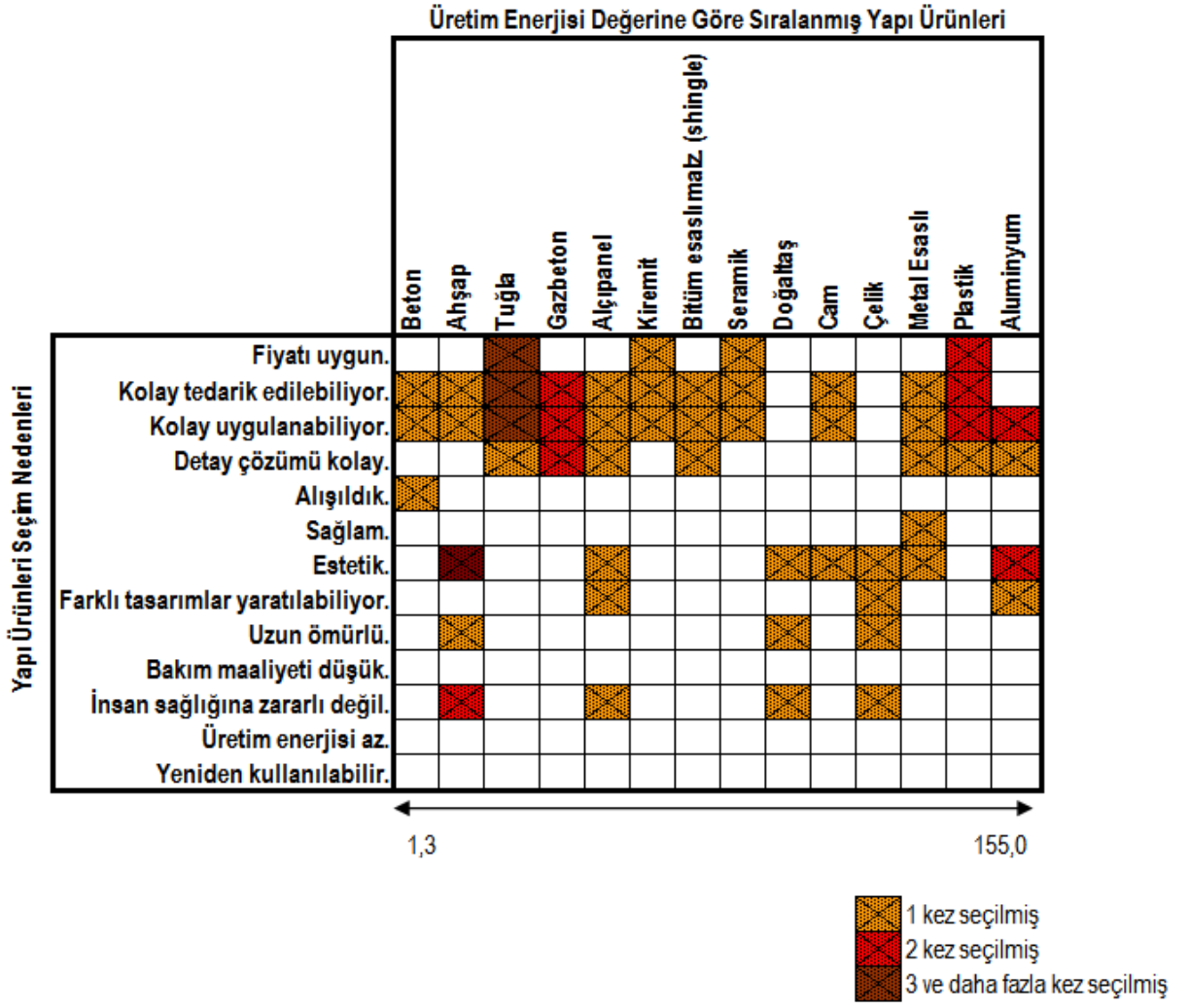
Ürün seçiminde bakım maliyetlerini dikkate aldığını belirten 217 katılımcının ürün seçimleri; yapım sistemi olarak betonarme, iç ve dış duvarlarda tuğla, doğramalarda plastik, döşemelerde ahşap, çatı kaplaması olarak ise kiremit şeklinde sekilenmiştir. Dış cephede ise en çok diğer seçeneği seçilmiştir. Bu seçim boya, boya ve sıva, boya ve yalıtım seçenekleri olarak yorumlanmıştır.

Seçimler içinde, özellikle yeniden kullanımı mümkün olmayan betonarmenin ve boyanın seçilmiş olması, yeniden kullanım konusunu önemseyen mimarların bilgi eksikleri olduğunu ya da çevresel konulardan önce fiyat, bulunabilirlik, alışkanlık gibi nedenleri dikkate aldığını göstermektedir. Tuğla, ahşap, kiremit ve plastik seçimlerininse bina ömrü tamamlanmış olsa dahi ürünün ömrü tamamlanana kadar yeniden kullanılabilirdiği bilinmektedir.

3.3 Soruşturma Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi ve Yorumlar

Türkiye’de mimarların yapı ürünü tercihlerinde hangi öncelikleri olduğunu anlamak için yapılan soruşturmanın sonuçlarını söyle özetlemek mümkündür. Türkiye’de yapılarda kullanılan ürünler çoğunlukla taşıyıcı sistemde betonarme, iç ve dış duvarlarda tuğla, cephedeki doğramalarda PVC (plastik) , çatı kaplamalarında kiremit, döşeme kaplamalarında ahşap, cephe kaplamalarında alüminyumdur. Mimarlar bu yapı ürünlerini çoğunlukla kolay tedarik edilebilir, kolay uygulanabilir, alışıldık, alternatiflerine göre fiyatı daha az ve sağlam olduğu nedenlerinden ötürü seçmektedirler. Yapılan değerlendirmeler sonucunda yapı elemanlarında kullanılan ürünlerin bir bölümünün yüksek, bir bölümünün düşük üretim enerjisine sahip olduğu, geridönüşüm ve yeniden kullanım olanakları açısından ise düşük nitelikte ürünler olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda yaşam döngüsü açısından değerlendirdiğimizde mimarlar tarafından daha çok ekonomik nedenlerden ötürü seçilen ürünlerin sürdürülebilirliğe katkısının sınırlı olduğu görülmüştür.

Tablodaki nedenlerden üretim enerjisi az, yeniden kullanılabilir, insan sağlığına zararlı değil, uzun ömürlü seçeneklerinin ekolojik ve çevresel etkili nedenler olduklarından yola çıkarak, soruşturma kapsamında mimarların yapı ürünleri tercihlerinin ekolojik nedenlerden uzak olduğunu söylememiz mümkündür. Ancak soruşturmanın son iki sorusundan hareketle mimarların yapı ürünlerini tercih ederken ekolojik konulara da eğilimli oldukları ancak ürünlerin tercihinde bu yönde inisiyatif kullanamadıkları gözlemek mümkün olmuştur. Bunun iki nedeni olduğu speküle edilebilir. Birincisi mimarların ürünlerin ekolojik davranışları açısından eksik bilgilendikleri gözlenmektedir. İkincisi ise piyasa koşullarının mimarları ürün seçiminde konvansiyonlara doğru yönlendirdiğidir.



Şekil 3.28 Ürün seçim nedenleri (konu ürünlerin ilk 3 seçim nedenine göre). Ürünlerin üretim enerjileri değerleri Dr.Lawson'ın "Building Materials Energy and the Environment (1996)" kitabından alınmıştır [10].

ÜRÜN SEÇİMLERİNİN ÜRETİM ENERJİSİNE ETKİSİ ve TASARIMCILAR İÇİN ÖNERİLER

Yapılar, salt enerji ihtiyacı açısından bakıldığında bile ülke ekonomilerinin dengelerini önemli miktarlarda dönüştürebilecek güce sahiptir. Konuyla ilgili yapılan araştırmalar ve uygulamalar çoğunlukla tasarım aşamasında alınabilecek önlemlerin, ve yapım için tercih edilen ürünlerin seçiminin ekolojik bir yapıya katkısını göz ardı etmektedir. Oysa araştırmalar yapıların bütünüyle ürün tercihi tarafından belirlenen üretim enerjisinin yapının neredeyse 30 yıllık kullanım enerjisine eşit olduğu yönündedir.

Bu önemden yola çıkarak hazırlanan soruşturmanın sonuçlarına göre mimarların yapı ürünü seçiminde ekolojik kriterlere ilgili olduklarını fakat konvansiyonel yapı ürünlerinden fiyat, alışkanlık, kolay tedarik edebilme gibi nedenler yüzünden vazgeçemedikleri belirlenmiştir. Soruşturmada belirlenen diğer bir konu ise mimarların yapıda kullanmayı tercih ettikleri yapı ürünleridir. Ürünlerin üretim enerjileri listelerde birim ağırlık veya birim hacim üzerinden belirtilir. Fakat esas olan kullanılacak ürünün bina genelindeki ürünlere göre oranı ve toplam miktarıdır. Ayrıca plastik ve metallerin oldukça yüksek üretim enerjileri olduğu bilinmektedir, fakat az miktarda kullanıldıklarında sanıldıkları kadar zararlı olmayabilirler. Örneğin keresteyi korumak için kullanılan plastik esaslı bir sürme yalıtım, ürünün ömrünü uzatıp kalitesini artırmaktadır (Roaf [10]). Bu nedenle tezin bu bölümünde örnek konut binaları üzerinden kullanılan tüm ürünlerin hacimsel ve ağırlık olarak toplamları ve ürünlerin bu toplama oranları hesaplanmıştır.

4.1 Konutlarda Kullanılan Ürün Miktarları; Örnek Bir Bina Üzerinden Hesaplamalar

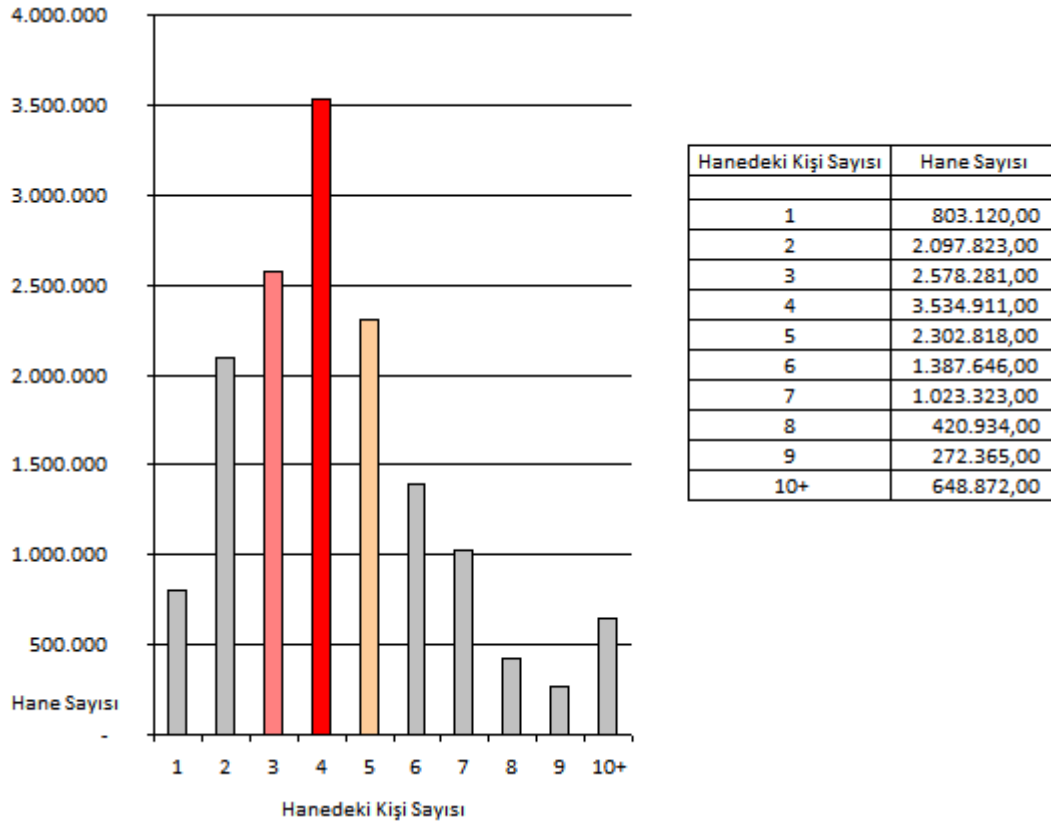
Yapıda kullanılan ürünlerin birim üretim enerjisi miktarı kadar, o ürünün yapıda ne kadar kullanıldığına da önemli olabileceği belirtilmişti. Bu miktarları hesaplayabilmek için bir proje üzerinde çalışma ihtiyacı doğmuştur. Bu ihtiyaç için gerekli bina türü ve büyüklüğünün tespitinde soruşturma sonuçları ve Türkiye İstatistik Kurumu'nun verileri yardımcı olmuştur.

Soruşturma sonuçlarına göre mimarların en çok çalıştıkları bina türü konut olduğundan EK-B ve EK-C'de detayları bulunan proje, konut projesi olarak seçilmiştir. Hesaplamaların yapıldığı projenin büyüklüğüne ise, aşağıda detayları açıklanan Türkiye İstatistik Kurumu'nun verilerinden yola çıkılarak karar verilmiştir.

4.1.1 Seçilen Örnek Konut Binaları ve Seçim Nedenleri Hakkında Bilgiler

Hesaplamalar için seçilen örnek binanın daire büyüklüklerinin seçiminde, Türkiye İstatistik Kurumunun 2000 yılı Genel Nüfus Sayımı verilerini kullanarak oluşturduğu "Hane halkı ve Konut Nitelikleri" [15] başlıklı araştırmasında raporlanan, aşağıdaki Çizelge 4.1'de bulunan verilere göre hareket edilmiştir. Rapora göre Türkiye'deki ailelerin %23'ü 4 kişiden, %17'si 3 kişiden, %15'i 5 kişiden , %14'ü 2 kişiden, %9'u 6 kişiden, %7'si 7 kişiden, %5'i 1 kişiden, %4'ü 10 ve/ya fazla kişiden, %3'ü 8 kişiden ve %2'si 9 kişiden oluşmaktadır.

Çizelge 4.1 Türkiye İstatistik Kurumu 2000 yılı genel nüfus sayımına göre hane halkı sayısı



Sonuçlardan yola çıkarak yaklaşık bir hesaplama yapıldığında hane başına düşen ortalama kişi sayısı 4,3 olarak bulunmaktadır. Anne, baba ve iki çocuktan oluşan bu çekirdek aile tipine uygun olması için seçilen hane tipi 3+1 olarak belirlenmiştir. Örnek konut birimi Çizelge 4,2’de görüldüğü gibi 39 m² salon, 17 m² ebeveyn yatak odası, 12 m² mutfak, 11 m² ve 10,6 m² yatak odaları, 6,3 m² giriş, 5,85 m² banyo, 5,80 m² koridor, 3,33 m² çamaşır odası ve 3,14 m² ebeveyn banyosu olmak üzere toplam 114 m²’dir.

Çizelge 4.2 Örnek konut birimi mahal büyüklükleri

Mahal	m²
Salon	39,00
Ebeveyn Yatak Odası	17,00
Mutfak	12,00
Yatak Odası 1	11,00
Yatak Odası 2	10,60
Giriş	6,30
Banyo	5,85
Koridor	5,80
Çamaşır Odası	3,33
Ebeveyn Banyosu	3,14
Toplam	114,02

Hesaplamalar için EK-B ve EK-C’de plan ve kesiti bulunan tip binanın 1 katlı (2 daire), 2 katlı (4 daire), 5 katlı (10 daire) , 10 katlı (20 daire) ve 15 katlı (30 daire) alternatifleri çizilip, hesaplamalar yapılmıştır. Farklı kat yüksekliklerine göre ürün miktarlarının değişimi incelenmiştir.

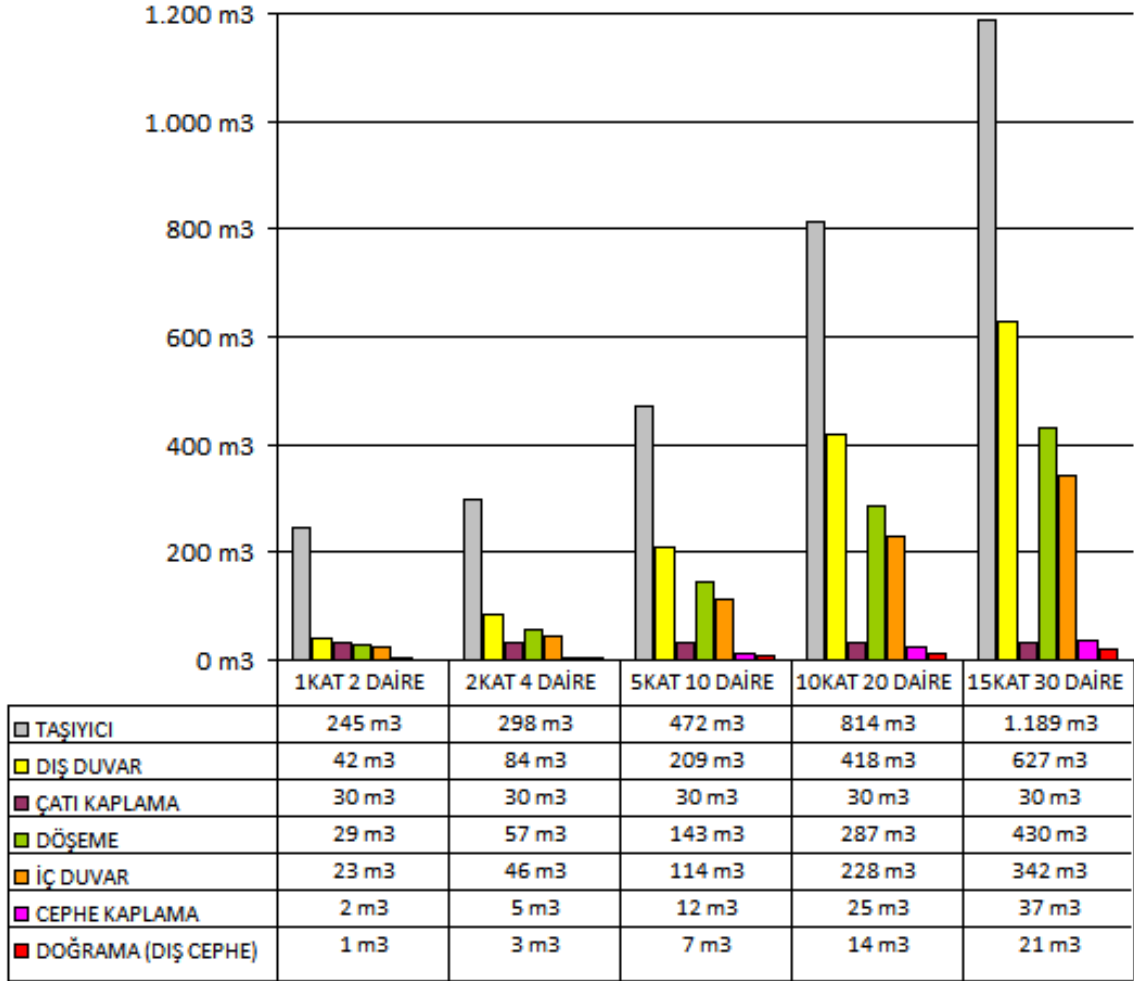
4.1.2 Örnek Binalar Metraj Hesaplanması

Örnek binadaki ürünlerin alan olarak miktarları EK-C’de belirtilen metraj tablosundaki gibi hesaplandıktan sonra, çalışmanın 3.bölümünde açıklanan soruşturma sonucunda seçilen ürünlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Taşıyıcı sistem olarak en çok tercih edilen seçenek olan betonarmeye ait ürünlerin metrajı, kat sayısına bağlı olarak değişen kolon kalınlıklarına göre hesaplanmış ve yapıda en büyük hacmi kapladığı belirlenmiştir. Kat sayısı arttıkça taşıyıcı sistem ürünlerinin toplam ürünlere oranının azaldığı ise Çizelge 4.3’de görülmektedir.

Soruşturma sonucuna göre dış duvarlar için en çok kullanıldığı belirlenen tuğla duvarlar, dış duvarlarda 19 cm, iç duvarlarda 8,5 cm olarak hesaplanmıştır ve kat sayısı arttıkça duvarda kullanılan ürünlerin diğer ürünlere göre hacimsel oranının arttığı gözlemlenmiştir. Hesaplama kapsamına yalıtım (strafor, taşyünü. vs.) ve kaplama ürünleri (sıva, boya vs.) dâhil edilmemiştir.

Çizelge 4.3 1, 2, 5, 10 ve 15 katlı binalarda bulunan yapı ürünlerinin hacimsel büyüklükleri



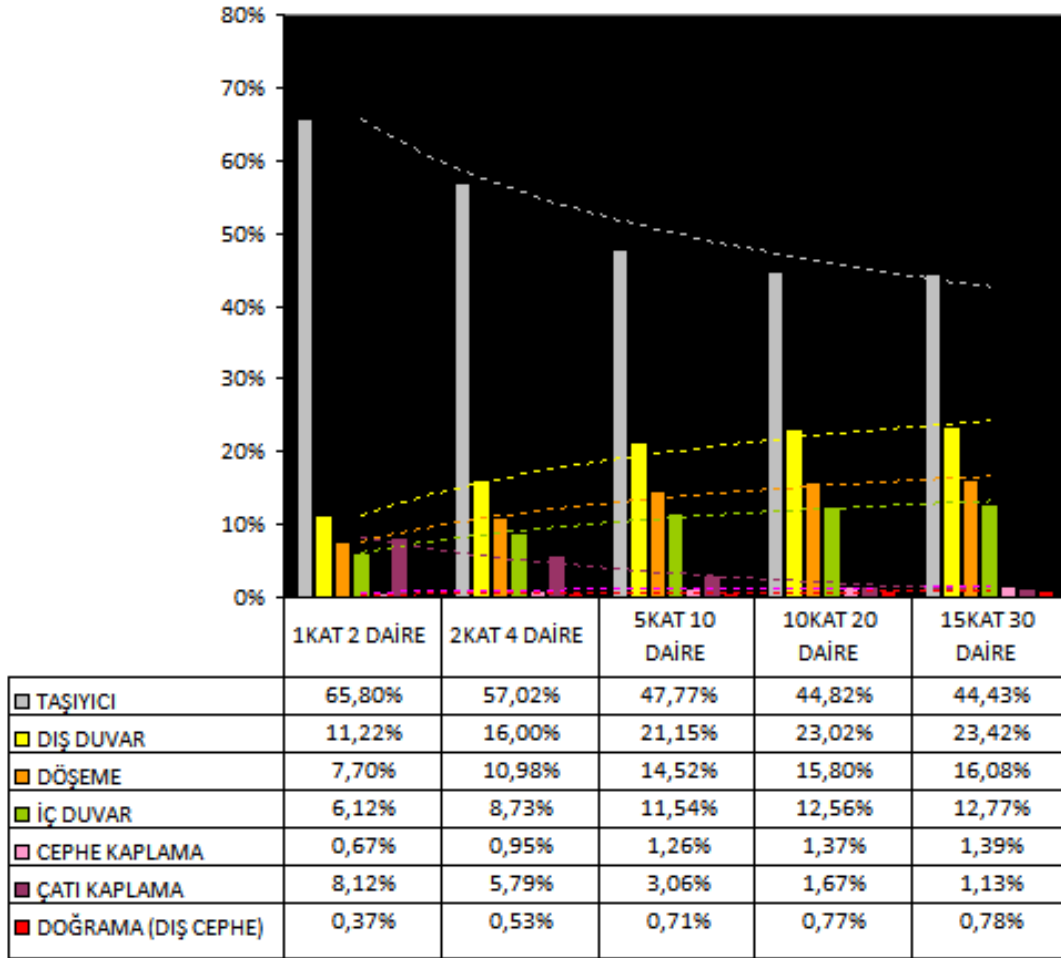
Cephe kaplaması ürünü olarak en çok seçilen “diğer” seçeneği, cephede boya kullanımı olarak yorumlanmış ve hesaplama bu bilgiye göre yapılmıştır. Kat sayısı arttıkça cephe kaplamasının hacminin tüm ürünlerin toplam hacmine oranının arttığı belirlenmiştir. Hesaplamaya yalıtım ürünleri dâhil edilmemiştir.

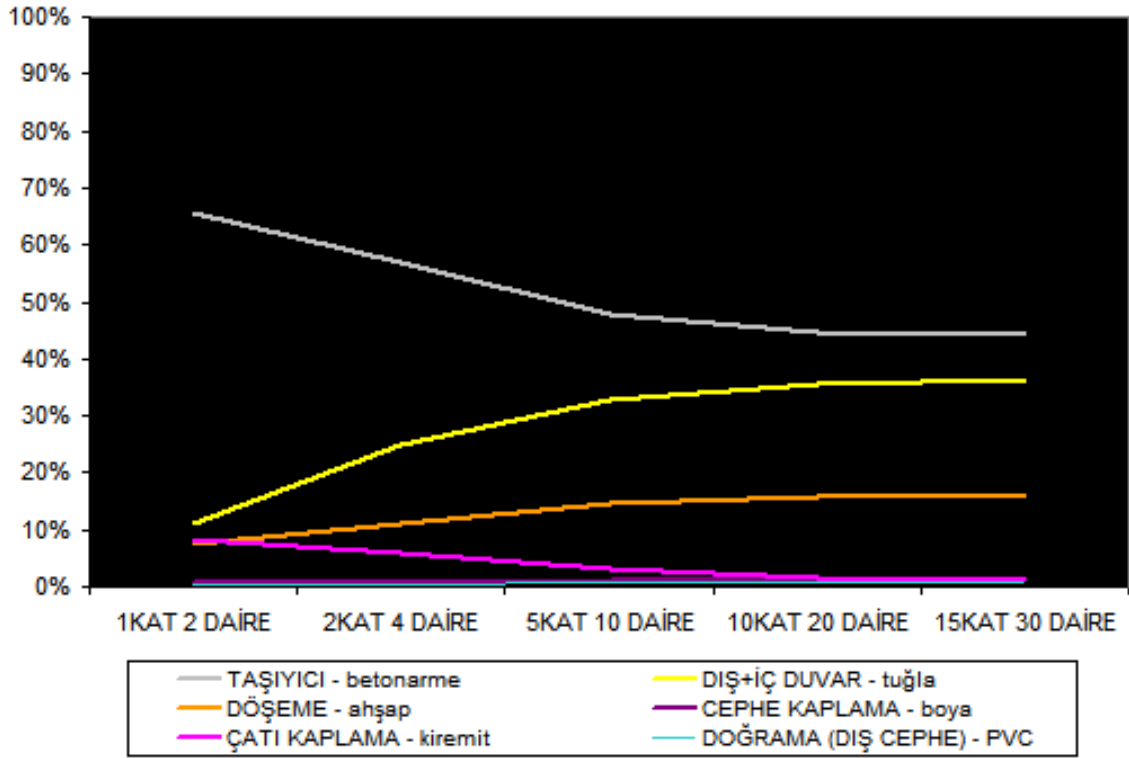
Cephe doğramaları için soruşturma sonucunda en çok seçilen yapı ürünü olan PVC ‘de profil kalınlığı 5 cm olarak seçilmiştir. Bu ürün hesaplanan tüm ürünleri arasında en az hacme sahip olan olarak belirlenmiştir.

Çatıda kullanılması için soruşturma sonucunda en çok seçilen ürün olan kiremite göre hesaplamalar yapılmıştır. Kat planlar standart olduğundan çatı metraжі tüm kat alternatiflerinde aynı olarak belirlenmiştir.

Döşemelerde en çok tercih edilen ürün olan ahşap kaplama 15 mm olarak hesaplanmıştır. Hesaplamaya ıslak hacimler, yangın bölümü dâhil edilmemiş, yalıtım, yapıştırıcı gibi ürünler hariç tutulmuştur. Kat sayısı arttıkça döşemede kullanılan yapı ürününün diğer ürünlere oranının arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.4 1, 2, 5, 10 ve 15 katlı binalarda bulunan yapı ürünlerinin hacimsel büyüklüklerinin oranı

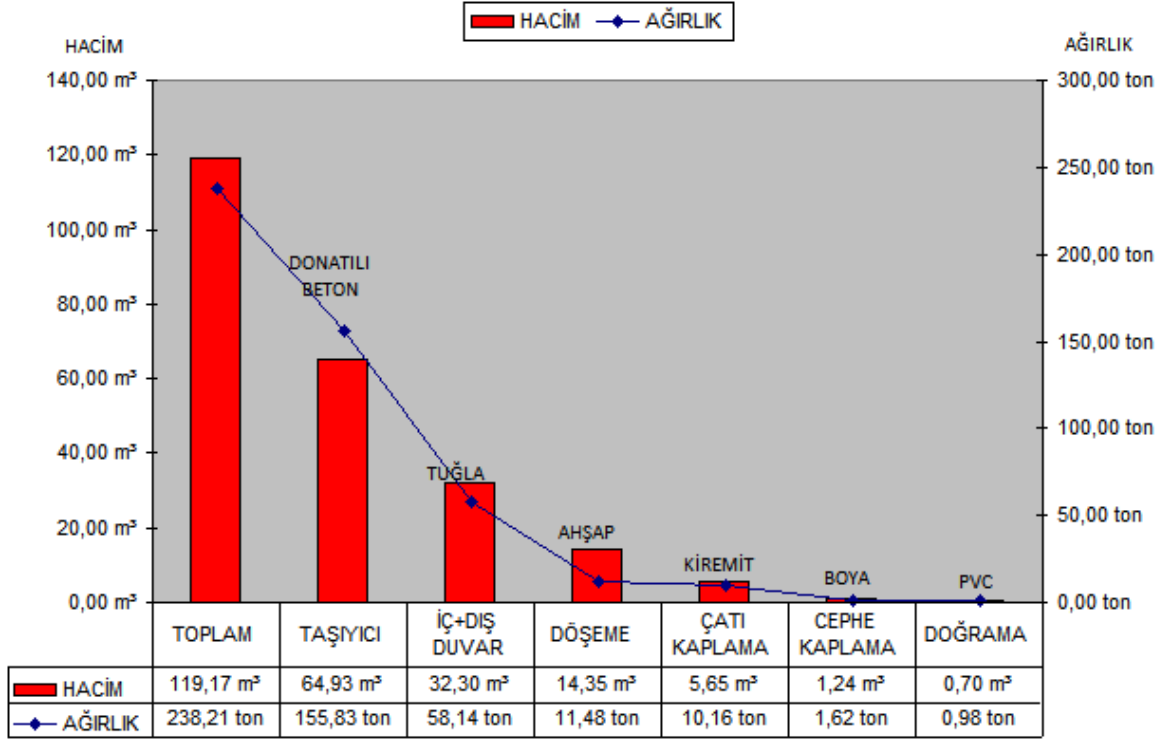




Şekil 4.1 1, 2, 5, 10 ve 15 katlı binalarda bulunan yapı ürünlerinin hacimsel büyüklüklerinin oranı

Şekil 4.1’de Çizelge 4.4’teki hesaplamadan farklı olarak, aynı ürünlerin kullanıldığı iç ve dış duvarların hacmi birleştirilmiştir. Bu birleşimden sonra yapılan hesaplamada ortaya çıkan, bir birim daire için harcanan yapı ürünü miktarları Çizelge 4.5’te belirtilmiştir. Bir birim dairede taşıyıcı için betonarme kullanıldığında $64,93 \text{ m}^3$, iç ve dış duvarlar için tuğla kullanıldığında $32,30 \text{ m}^3$, döşeme kaplaması için ahşap kullanıldığında $14,35 \text{ m}^3$, cephede boya kullanıldığında $1,24 \text{ m}^3$, çatı kaplaması için kiremit kullanıldığında $5,65 \text{ m}^3$ ve cephedeki doğramalarda PVC kullanıldığında $0,70 \text{ m}^3$ ürün kullanılmaktadır. EK-D’de bulunan İzmir İnşaat Mühendisleri Odası [30] “Yapı Ürünleri ve Yapı Kısımlarının Birim Hacim Ağırlıkları” ve EK-E’de bulunan GreenSpec [11] tablosundaki ve üretici firmaların teknik spektlerindeki bilgiler kullanılmıştır.

Çizelge 4.5 Bir birim daire için gerekli yapı ürünü miktarı



Bir birim dairede; taşıyıcı için donatılı beton kullanıldığında 2400 kg/m^3 birim ağırlığı olan ürün 155,83 ton, iç ve dış duvarlar için tuğla kullanıldığında 1800 kg/m^3 birim ağırlığı olan ürün 58,14 ton, döşeme kaplamaları için ahşap kullanıldığında 800 kg/m^3 birim ağırlığı olan ürün 11,48 ton, cephede boya kullanıldığında 1.300 kg/m^3 birim ağırlığı olan ürün 1,62 ton, çatı kaplaması için kiremit kullanıldığında 1800 kg/m^3 ağırlığı olan ürün 10,16 ton ve cephedeki doğramalarda PVC kullanıldığında 1400 kg/m^3 birim ağırlığı olan ürün 0,98 ton ağırlığında kullanılmaktadır.

4.2 Ürün Seçiminin Üretim Enerjisine Etkisi

Bilindiği gibi, üçüncü bölümde sonuçları detaylı olarak anlatılan ve yorumlanan araştırma sonucuna göre, mimarların taşıyıcı sistemde tercih ettikleri yapı ürünü betonarme, iç ve dış duvarlarda tuğla, döşeme kaplamalarında ahşap, çatı kaplamalarında kiremit, cephede boya ve doğramalarda PVC olarak belirlenmiştir.

Bu sonuçlardan yola çıkarak dördüncü bölümün başında tercih edilen ürünlerin ağırlık ve hacim olarak büyüklükleri örnek bir bina üzerinden hesaplanmıştır. Bu bulgular bir

konut biriminde bulunan yapı ürünlerinin üretim enerjileri açısından incelenmesinde kullanılacaktır.

Soruşturma sonuçları ve yapı ürünlerinin bina genelindeki miktarlarının hesaplamalarından sonra, konuyu üretim enerjisi açısından inceleyebilmek için Türkiye’deki yapı ürünlerine ait bilgilere ihtiyaç duyulmuştur. Ancak bu konuda yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır.

Yapılan çalışmalardan biri Tülay Esin’in [31] yapı ürünlerinin üretim sürecindeki enerji etkinliğini araştırdığı çalışmadır. Çalışmada seçilen yapı ürünleri için hammadde taşıma enerjisi, enerji tüketim miktarı, tükenebilir enerji türü, enerjinin yerel oranı kriterleri için 4 üzerinden puanlamalar yapılmış ve toplanan puanlar neticesinde yapı ürünleri sıralanmıştır. Tülay Esin’in [31] çalışması yapı ürünlerini birbiriyle kıyaslama konusunda veri oluştursa da net enerji miktarlarını üretmediği için bu çalışma kapsamındaki hesaplamalarda bu araştırmadan yararlanılamamıştır. Çalışmalardan bir başkası ise Ayşen Ciravoğlu’nun [32] yapmış olduğudur. Fakat bu çalışma da sadece 5 yapı ürününü kapsamaktadır. Bu nedenle tez çalışması kapsamında bu araştırmamanın verileri kullanılamamıştır.

Mevcut çalışmalar yeterli olmadığından yapı ürünlerinin üretim enerjileri ile ilgili veri oluşturmak için Mimar Gökçe Tuna Taygun’un “Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi” [9] adlı doktora tezinde bulunan model referans alınarak EK-D’de bulunan Yapı Ürünü Üretim Enerjisi Bilgi Formu oluşturulmuştur.

Formun ilk bölümünde formu dolduran yetkilinin adı, soyadı, görevi ve iletişim bilgileri ile üretim kurumun adı ve iletişim bilgileri sorulmuştur. Daha sonra yapı ürününün adı, ayda ne kadar üretim yapıldığı ve ürün ebatları sorgulanmıştır. Yapı ürünü ile ilgili genel bilgilerden sonra kullanılan tüm hammaddelerin adı, birim üründeki miktarları, kaynağı, hammadde edinim yöntemi, geridönüşüm durumu, üretim alanına ulaşım şekli, oluşan atık türü ve miktarı sorulmuştur. Yapı ürünü ve kullanılan hammaddeler ile ilgili detaylı bilgilerden sonra üretim yeri, üretim için tüketilen enerjilerin tür, miktar ve zamanları ve üretimde çalışan kişi sayısı ve görevleri sorgulanmıştır. Son olarak

uygulamanın İstanbul'da yapılacağı kabul edilerek, uygulama yerine ulaşım şekli ve kullanılan yakıt türü, ürünün ulaşımında harcanacak enerjiyi öğrenebilmek için sorgulanmıştır. Üretim enerjisinin hesaplanması için gerekecek bu bilgilerden sonra geridönüşüm ve yok edilme ile ilgili yer, şirket politikası, yöntem, oluşan atık türü ve tüketilen enerji ile ilgili sorular bilgi amaçlı sorulmuştur.

Form, çimento, çelik, tuğla, gazbeton üretici firmaları ile paylaşılmış fakat geri dönüş sağlanamamıştır. Üretici birlikleri ve derneklerde de paylaşılan forma cevap alınamadığından Türkiye'deki yapı ürünlerinin üretim enerjileriyle ilgili bir hesaplama yapılamamıştır.

Türkiye'deki yapı ürünlerinin üretim enerjileri ile ilgili bilgi oluşturulamadığından, farklı ülkelerde yapılmış çalışmaların sonucunda elde edilmiş üretim enerjisi bilgileri kullanılmıştır. Üretim enerjisi bilgisi ülkeden ülkeye değişiklik göstereceğinden çalışmada kullanılan veriler ve çıkan sonuçlar Türkiye için net sonuçlar içermeyecektir. Bu bilgiler, yapı ürünlerinin üretim enerjileri ile ilgili sadece yönlendirici olması nedeniyle aktarılmaktadır.

4.3 Hesaplamalarda Kullanılan Üretim Enerjisi Değerleri

Avustralya, Kanada ve İngiltere'deki kaynaklar başta olmak üzere birçok kaynakta, farklı hesaplama yöntemleri ile oluşturulmuş yapı ürünü üretim enerjileri listeleri bulunmaktadır.

1955'ten beri yayımlanan Canadian Architect [12] adlı dergide, Kanada'nın Endüstriyel Araştırma Destek Programı (Canada's Industrial Research Assistance Program (IRAP))'nın destek olduğu Çevre için Tasarım (Design for Environment (DfE) adlı yapı ürünlerinin üretim süreçlerini inceleyen web sitesi, Avustralya Ortak Miras Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Organizasyonu (Australia's Common Wealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO) , Yeni Zelanda Victoria Üniversitesi Mimarlık Bölümü Bina Performans Merkezi (Victoria University School of Architecture, Centre for Building Performance) ve Avustralya'daki The Royal Melbourne Teknoloji Enstitüsü

(The Royal Melbourne Institute of Technology) tarafından yapılan üretim enerjileri araştırmaları bir araya getirilip, izelge 4.6'da bulunan tablo oluşturulmuştur.

Bir başka yapı ürünleri üretim enerjileri bilgi bankası ise Avustralya'nın konutlar için kullandığı Bina ve Enerji Performans lmleri Araçları (Building and Energy Performance Rating Tools) ile konutlarla ilgili teknik konularda el kitapları bulunan Your Home kuruluşunun değerlerini kabul ettiği, Dr.Lawson'un [10] kitabındaki verilerdir. Bir başka [11] veritabanı ise Ek E'de GreenSpec kuruluşunun oluşturduğu detaylı tabloyu içermektedir.

 tablodaki değerler ülkelerin yerel ürünlere ve retim Őekillerine göre değişmekle beraber çok fazla benzerlik içermektedir.

Çizelge 4.6 'Canadian Architech' yapı ürünleri üretim enerjileri [12] (anonim)

MALZEME	ÜRETİM ENERJİ	
	MJ/kg	MJ/m ³
Agrega	0,10	150
Saman Balyası	0,24	31
Toprak-Çimento	0,42	819
Taş (Yetel)	0,79	2.030
Beton Blok	0,94	2.350
Beton (30 Mpa)	1,30	3.180
Prekast Beton	2,00	2.780
Kereste	2,50	1.380
Tuğla	2,50	5.170
Selüloz Yalıtım	3,30	112
Alçıpan	6,10	5.890
Sunta	8,00	4.400
Aluminyum (Geri Dönüştürülmüş)	8,10	21.870
Çelik (Geri Dönüştürülmüş)	8,90	37.210
Shingle (Asfalt)	9,00	4.930
Kontrplak	10,40	5.720
Mineral Yün Yalıtım	14,60	139
Cam	15,90	37.550
Fiberglas Yalıtım	30,30	970
Çelik	32,00	251.200
Çinko	51,00	371.280
Çatı	62,00	519.560
PVC	70,00	93.620
Bakır	70,60	631.164
Boya	93,30	117.500
Linolyum	116,00	150.930
Polistren Yalıtım	117,00	3.770
Sentetik Halı	148,00	84.900
Aluminyum	227,00	515.700

Araştırmanın bu aşamasındaki hesaplamalarda, benzer yöntemlerle oluşturulmuş bu üç listedeki değerler kullanılmıştır. Bu listelerden Çizelge 4.6'ta bulunan değerler, ürünlerin kaynaktan çıkarılmasından üretimlerinin tamamlanmasına kadarki süreç kapsamında hesaplanmıştır. Bu hesaplama paketleme ve inşaat sahasına taşınma safhaları dâhil değildir [12]. Hesaplama yöntemi anlatılan bu liste gerekli ürünlerin seçilmesi için ilk liste olarak seçilmiş, daha sonra bu listede bulunmayan ürünler ait değerler için Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de bulunan iki listedeki değerler kullanılmıştır.

Çizelge 4.7 Dr.Lawson'a göre yapı ürünleri üretim enerjileri [10]

MALZEME	ÜRETİM ENERJİSİ MJ/kg
Hava Kuru Sert Ağaç Kerestesi	0,5
Stabilize Toprak	0,7
Beton Blok	1,5
Beton	1,9
Prekast Beton	1,9
Fırn Kuru Sert Ağaç Kereste	2,0
Kil Tuğla	2,5
Alçı	2,9
Fırn Kuru Yumuşak Ağaç Kereste	3,4
AAC (Gazbeton)	3,6
Alçı Levha	4,4
Fibercement	4,8
Çimento	5,6
Boyutlandırılmamış Granit	5,9
Sunta	8,0
Kontrplak	10,4
Tutkallı Tabakalı Ahşap	11,0
Lamine kaplı Kereste	11,0
MDF	11,3
Cam	12,7
Boyutlandırılmış Granit	13,9
Odulifli Levha	24,2
Galvaniz Çelik	38,0
Akrilik Boya	61,5
PVC	80,0
Plastik	90,0
Bakır	100,0
Sentetik Kauçuk	110,0
Aluminyum	170,0

İlk listede bulunmayan ahşap, gazbeton ve granit ikinci listeden, kil kiremit ve seramik ise üçüncü listeden seçilmiştir. Bu seçimlere göre Çizelge 4.6'da bulunan listeden üretim enerjisi 1,30 MJ/kg ile betonarme, 2,50 MJ/kg ile tuğla, 6,10 MJ/kg ile alçıpanel, 9,00 MJ/kg ile bitüm esaslı ürünler (shingle), 15,90 MJ/kg ile cam, 51,00 MJ/kg ile çinko, 70,00 MJ/kg ile PVC, 93,30 MJ/kg ile boya ve 227,00 MJ/kg ile alüminyum kabul edilmiştir. Çizelge 4.7'de bulunan listeden ise üretim enerjisi 2,00 MJ/kg ile ahşap, 3,60 MJ/kg ile gazbeton ve 13,90 MJ/kg ile doğaltaş kabul edilmiştir. Çizelge 4.8'de bulunan

listeden ise üretim enerjisi 6,50 MJ/kg ile kiremit ve 12,00 MJ/kg ile seramik kabul edilmiştir.

Çizelge 4.8 GreenSpec yapı ürünleri üretim enerjileri [11]

Material	Energy MJ/kg	Carbon kg CO2/kg	Density kg /m3
Agrega	0,08	0,00	2.240,00
Beton (strüktür)	1,11	0,16	2.400,00
Beton 25% PFA RC40	0,97	0,13	
Beton 50% GGBS RC40	0,88	0,10	
Tuğla (genel)	3,00	0,24	1.700,00
Beton blok (Ortalama yoğunluk 10 N/mm2))	0,67	0,07	1.450,00
Gazbeton blok	3,50	0,30	750,00
Toprak	0,45	0,02	1.460,00
Kıraçtaşı blok	0,85		2.180,00
Mermer	2,00	0,12	2.500,00
Çimento harcı (1:3)	1,33	0,21	
Çelik (genel - ortalama geri dönüştürülmüş içerik)	20,10	1,37	7.800,00
Çelik (bölüm - ortalama geri dönüştürülmüş içerik)	21,50	1,42	7.800,00
Çelik (boru - ortalama geri dönüştürülmüş içerik)	19,80	1,37	7.800,00
Paslanmaz çelik	56,70	6,15	7.850,00
Kereste	10,00	0,72	480 - 720
Tutkallı lamine ahşap	12,00	0,87	
Biçilmiş parke	10,40	0,86	700 - 800
Cam izolasyon	27,00		
Selüloz yalıtım (gevşek dolgu)	0,94 – 3,3		43,00
Mantar yalıtım	26,00*		160,00
Cam elyaf yalıtım (cam yünü)	28,00	12.785,00	12,00
Keten yalıtım	39,50	25.569,00	30*
Taşyünü (levha)	16,80	40.664,00	24,00
Genişletilmiş Polistiren izolasyon	88,60	20.121,00	15 – 30*
Poliüretan izolasyon (sert köpük)	101,50	17.593,00	30,00
Ahşap yünü tahta yalıtım	20,00	0,98	

Cam	15,00	0,85	2.500,00
PVC (genel)	77,20	28,10	1.380,00
PVC boru	67,50	24,40	1400*
Linolyum	25,00	1,21	1.200,00
Vinil zemin	65,64	2,92	1.200,00
Karo mozaik	1,40	0,12	1750*
Seramik	12,00	0,74	2.000,00
Karo halı, naylon (poliamid), hav ağırlığı 770g/m2	279 MJ/m2	13.7 / m2	4.6 kg/m2

Yün halı	106,00	5,53	
Duvar kağıdı	36,40	1,93	
Ahşap boya / vernik	50,00	5,35	
Vitrifiye kil boru (DN 500)	7,90	0,52	
Demir (genel)	25,00	1,91	7.870,00
Bakır (ortalama dahil. 37% geri dönüşümlü)	42,00	2,60	8.600,00
Kurşun (61% geri dönüşümlü)	25,21	1,57	11.340,00
Seramik banyo gereçleri	29,00	1,51	
Yün (geri dönüşümlü) yalıtım	20,90		25*
Saman balya	0,91		100 – 110*
Mineral fiber kiremit	37,00	25.600,00	1850*
Kayrak (İngiltere - ithal)	0.1 – 1.0	0,006 – 0,058	1.600,00
Kil kiremit	6,50	0,45	1.900,00
Alüminyum (genel & 33% geri dönüşümlü)	155,00	8,24	2.700,00
Bitüm (genel)	51,00	0,38 - 0,43	
Sunta	16,00	1,05	600 - 1000
MDF	11,00	0,72	680 – 760*
OSB	15,00	0,96	640*
Kontrplak	15,00	1,07	540 - 700
Alçı levha	6,75	0,38	800,00
Alçı sıva	1,80	0,12	1.120,00

4.4 Yapıdaki Ürün Seçimine göre Üretim Enerjisi Değerlerinin Değişimleri

Üçüncü bölümde sonuçları detaylı bir şekilde anlatılan soruşturma sonuçlarına göre mimarların yapının belli bölümlerinde en çok tercih ettiği yapı ürünleri seçimleri ve bu seçimlerin nedenleri bulunmuştur.

Bu bölümün başında soruşturma sonuçlarına göre çok tercih edilen ürünlerle tasarlanmış örnek bir daire üzerinden, bir konutta bulunan taşıyıcı sistem, iç ve dış duvar, döşeme, cephe, doğrama ve çatı ürünleri ağırlıkları ve hacimleri hesaplanmıştır. Bu ağırlık ve hacim verileri yapının tüm ağırlık ve hacmiyle oranlanmış, çıkan sonuçlar grafiklerle ortaya konulmuştur. Bölümün devamında bulunan üretim enerjileri bilgileri içeren çizelgelerden soruşturma sonuçlarında tercih edilen ürünlere ilişkin üretim enerjisi kabulleri yapılmıştır.

Bulunan hacim/ağırlık bilgileri ve kabul edilen üretim enerjileri kullanılarak taşıyıcı sistem, iç ve dış duvar, döşeme, cephe, doğrama ve çatı bölümleri için değişen yapı

ürünlerine göre birim konut için harcanacak üretim enerjisi miktarları ise bu bölümün devamında ele alınacaktır.

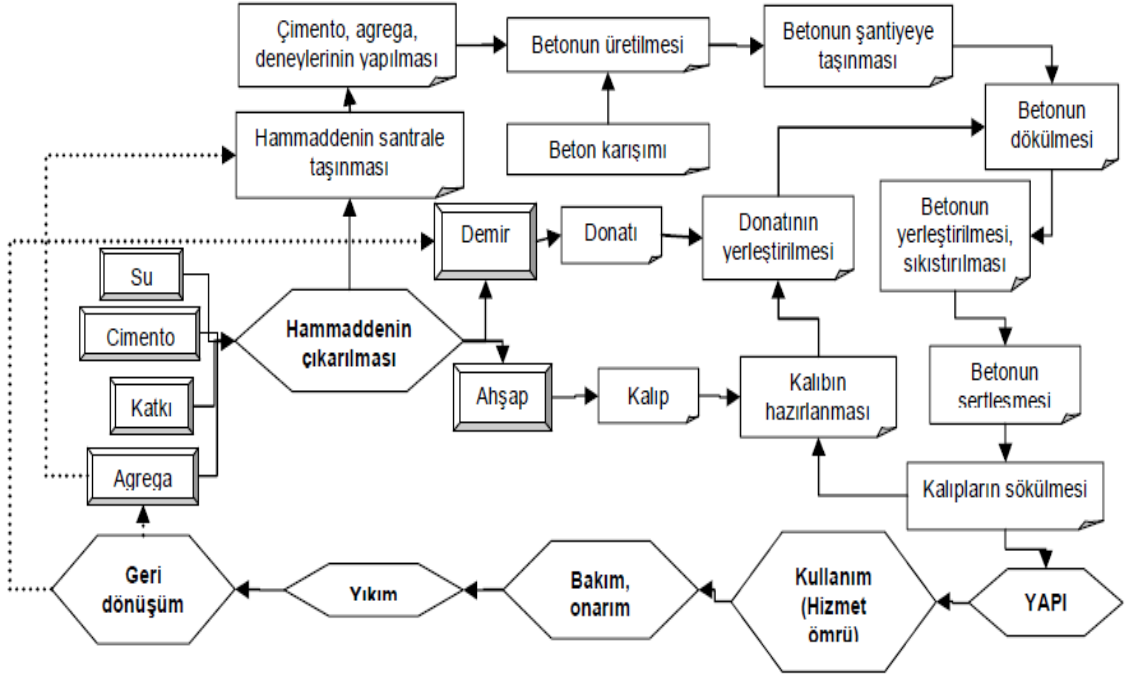
4.4.1 Taşıyıcı Sistemde Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler

Yapılan soruşturma çalışmasının sonucundan da izlenebileceği gibi Türkiye'deki mimarların taşıyıcı sistem olarak yapı ürünü seçimlerinde betonarme, çelik ve ahşabı kullandığı görülmektedir. Bir önceki bölümde yapılan hesaplamalar göz önünde bulundurulduğunda betonarmenin bir birim konuttaki miktarı $64,93 \text{ m}^3$ ve $155,83$ tondur. Aynı büyüklük ve özellikleri sahip bir birim konutta taşıyıcı sistemde kullanılan m^3 ağırlığı 7800 kg olan çelik miktarı $13,21 \text{ m}^3$ ve 103 tondur. Yine aynı büyüklük ve özellikleri sahip bir birim konutta taşıyıcı sistemde kullanılan m^3 ağırlığı 800 kg olan ahşap miktarı ise $16,23 \text{ m}^3$ ve 13 tondur. Fakat yüksek katlı binalarda ahşap kullanımı tercih edilmeyeceğinden sadece bilgi amaçlı hesaplama yapılmış, ilerleyen bölümlerdeki çizelgelerde taşıyıcı sistem ürünü olarak ahşap kabul edilmemiştir.

Taşıyıcı sistemde kullanılacak iki yapı ürünü arasında üretim enerjileri bakımından neredeyse 17 kat fark vardır. Çeliğe göre oldukça az üretim enerjisine sahip, dünyada sudan sonra en çok kullanılan yapı ürünü olan betonarmenin toplam üretim enerjisinin %90'ını çimento üretimi enerjisi oluşturur. Çimento üretimi doğadan hammadde olarak kireçtaşı, kum ve kilin çıkarımı ile başlar. Hammadeler harmanlanıp öğütülüp fırınlarda 1470°C 'ye kadar pişirilerek klinker elde edilir [33]. Klinker soğuduktan sonra öğütülür ve alçı ile karıştırılarak Portland çimentosu adı verilen gri renkli ürün elde edilir. Çimento üretiminde iki önemli ekolojik sorun vardır. Bunlardan birincisi kullanılan hammaddelerin büyük miktarlarda doğada var olsa da yenilenemeyen kaynaklar olmasıdır. İkincisi ise dünyada oluşan sera gazlarının %3'ünün, CO_2 yayımının ise yaklaşık %5'inin çimento üretiminde ortaya çıkmasıdır [34].

Genellikle %8–15 oranında çimento, %2–5 oranında su, %80 oranında agrega (kum, çakıl, kireç vb.) ve %0,1'den daha az oranda kimyasal katkıdan meydana gelen betonun sürdürülebilirlik özellikleri ise; dayanıklı ve uzun ömürlü olması, yerel olarak elde edilebilir olması, ısı depolama özelliğinin oldukça iyi olması, geridönüşümlü olması, ısı etkisi yaratmaması ve çok yönlü ve estetik bir ürün olmasıdır. Burada betonarmenin

geridönüşümünden kastedilen betonun ana ürünlerinin doğal ürünler olması ve doğada yok olabilmesidir.



Şekil 4.2 Betonarmenin yaşam döngüsü [35]

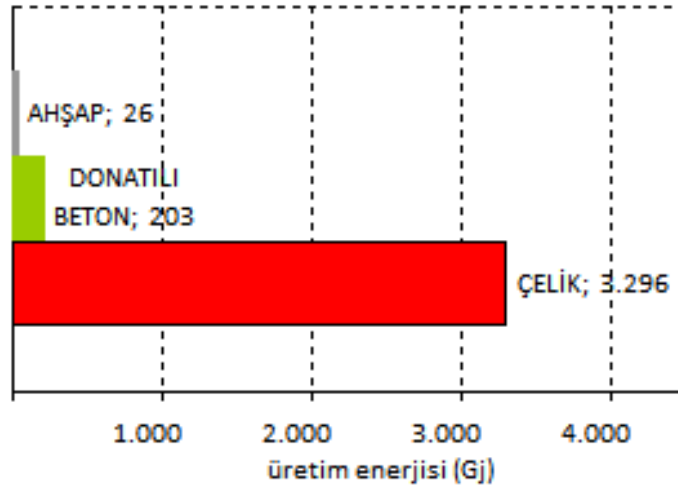
Betonarmede kullanılan demir/çelik ise metallerin hammadde çıkarımı, üretimi ve taşınmaları ile ilgili üretim enerjilerinin fazla olması nedeniyle ekolojik yönden olumsuz olarak değerlendirilmektedir.

Çelik üretimi ise yer kabuğundan demir cevherinin yanı sıra kireçtaşı, magnezyum, kömür ve eser halinde bulunan diğer elementlerin çıkarılmasını gerektiren oldukça zor ve zararlı etkileri fazla olan bir süreçtir. Demir metalürjisinde kullanılan yüksek fırınlarda cevher kireçtaşı ve kok kömürü ile birlikte 1900°C'ye kadar yakılmakta ve 1300°C'de hızlı soğutma sonucu beyaz font ve atık madde olarak cüruf elde edilmektedir. Beyaz fontun yakılarak karbonunun alınması veya yumuşak demire hava üflenerek karbonlanması sonucu çelik elde edilmektedir [36].

Çizelge 4.9 Taşıyıcı sistem ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması

MAHAL	HACİM (M ³)	KULLANILAN YAPI ÜRÜNÜ	BİRİM (KG/M ³)	TONAJ (TON)	x	ÜRETİM ENERJİSİ (GJ/TON)	=	TOPLAM ENERJİ (GJ)
TAŞIYICI	13,21	ÇELİK	7.800 K	103,00	*	32,00	=	3.296,00
TAŞIYICI	64,93	DONATILI BETON	2.400 K	155,83	*	1,30	=	202,58
TAŞIYICI	16,23	AHŞAP	800 K	12,99	*	2,00	=	25,97

Üretim süreçleri yukarıdaki gibi özetlenen ürünlerin, bölüm başında edinilen bilgiler sayesinde yapılan hesaplamalarında bir tondaki üretim enerjileri betonarme için 1,30 GJ, çelik için 32,00 GJ, ahşap içinse 2,00 GJ olarak kabul edilmiştir. Sonuç olarak bir birim konutta taşıyıcı sistemde çelik kullanıldığında 3.296 GJ, betonarme tercih edildiğinde 203 GJ, ahşap tercih edildiğinde ise 26 GJ üretim enerjisi harcanmaktadır. Hacim olarak örnek konut birimindeki tüm yapı ürünlerinin %54ü büyüklüğünde olan betonarme, üretim enerjisi olarak konutun toplam üretim enerjisinin %31'ine sahiptir.



Şekil 4.3 Bir konut biriminde taşıyıcı sistemde kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri

Bir konut biriminde taşıyıcı sistem kararının harcanacak enerji miktarını yaklaşık 3300 GJ kadar değiştirebileceği görülmektedir. Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi bu miktar 3300 kişinin 100 günlük yemeği değerinde enerjidir [19]. Bu nedenle taşıyıcı sistem kararı alınırken statik ve estetik değerler düşünülürken üretim enerjisi göz ardı edilmemelidir.

4.4.2 İ ve Dış Duvarda Kullanılan Ürönlere Göre Değişimler

Yapılan soruşturma çalışmasının sonucundan da izlenebileceği gibi Türkiye'deki mimarların i ve dış duvarlar için yapı ürünü seçimlerinde tuğla ve gazbetonu kullandığı görölmektedir. Bir önceki bölümde yapılan hesaplamalar göz önünde bulundurulduğunda tuğlanın bir birim konuttaki miktarı 32,20 m³ ve 58,14 tondur. Aynı büyüklük ve özelliklere sahip bir birim konutta i ve dış duvarlarda kullanılan m³ ağırlığı 600kg olan gazbeton miktarı 32,30 m³ ve 19,38 tondur.

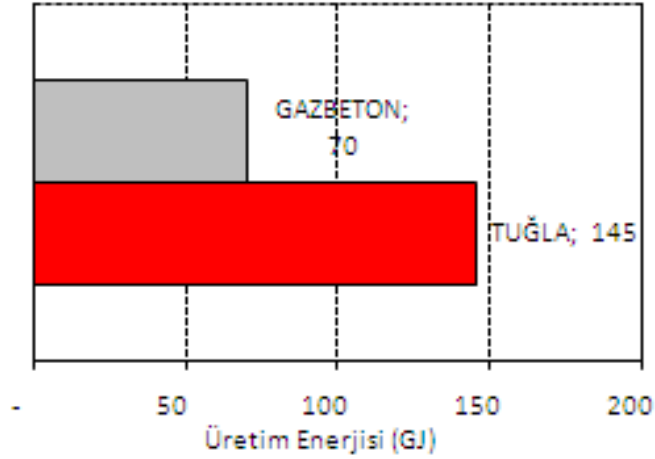
Tuğla ve kiremit üretim tesislerinde kullanılan sistemler arasında Türkiye'de en yaygın kullanılan sistem Hoffman pişirme sistemidir. Bu sistemde üretim hammaddelerin hazırlanması, şekillendirilmesi, kurutulması ve pişirilmesi aşamalarından oluşur. Hammaddesi kil olan tuğlaların dolu, delikli gibi türleri bulunmaktadır. Delikli tuğlalar az hammadde kullanması, daha çabuk pişmesi ve az ağırlığı böylelikle nakliye masraflarını azaltması nedeniyle üretim enerjisini düşürmekle beraber, delikleri sayesinde yalıtım kapasitesi de yüksektir [36].

Gazbetonun ise içeriğinde kalker esaslı ürünlerden imento ve kireç, silis esaslı ürünlerden kum, kül ve cüruf ve boşluk oluşturan maddelerden genellikle alüminyum bulunur. Bu hammaddeler kullanılarak üretilen bulamaç içinde gaz oluşturulur ve sertleşme sürecinde üniform dağılımlı gözenekli bir yapı oluşur. Bu bulamaç elik kalıplara döküldükten sonra boşluk oluşturucu katkının etkisiyle kabarak hacminin yaklaşık iki katına erişir. Kütle biraz sertleştikten sonra blok ve plaklar istenilen ebatlarda kesilir. Donatılı veya donatısız olarak üretilen ürün otoklavda sertleştirilerek sevk edilmeye hazır hale getirilir [37]. Gazbetonun avantajı oldukça hafif ve ısı-ses yalıtımı yüksek bir ürün oluşudur.

Çizelge 4.10 İç ve dış duvar ürünlerinin birim dairedaki üretim enerjileri hesaplaması

MAHAL	HACİM (M3)	KULLANILAN YAPI ÜRÜNÜ	BİRİM (KG/M3)	TONAJ (TON)	x	ÜRETİM ENERJİSİ (GJ/TON)	=	TOPLAM ENERJİ (GJ)
İÇ+DIŞ DUVAR	32,30	TUĞLA	1.800 K	58,14	*	2,50	=	145
İÇ+DIŞ DUVAR	32,30	GAZBETON	600 K	19,38	*	3,60	=	70

Üretim süreçleri yukarıdaki gibi özetlenen ürünlerin, bölüm başında edinilen bilgiler sayesinde yapılan hesaplamalarında bir tondaki üretim enerjileri tuğla için 2,5 GJ ve gazbeton için 3,6 GJ kabul edilmiştir. Sonuç olarak bir birim konutta iç ve dış duvarlarda tuğla kullanıldığında 145 GJ, gazbeton tercih edildiğinde 70 GJ üretim enerjisi harcanmaktadır.



Şekil 4.4 Bir konut biriminde iç ve dış duvarlarda kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri

Hacim olarak örnek konut birimindeki tüm yapı ürünlerinin %27'si büyüklüğünde olan iç ve dış tuğla duvarlar, üretim enerjisi olarak konutun toplam üretim enerjisinin %22'sine sahiptir.

4.4.3 Döşeme Kaplamalarında Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler

Yapılan soruşturma çalışmasının sonucundan da izlenebileceği gibi Türkiye'deki mimarların döşeme kaplamaları için yapı ürünü seçimlerinde ahşap ve seramik

kullandığı görülmektedir. Bir önceki bölümde yapılan hesaplamalar göz önünde bulundurulduğunda bu iki üründen ahşabın bir birim konuttaki miktarı 14,35 m³ ve 11,48 tondur. Aynı büyüklük ve özelliklere sahip bir birim konutta döşemelerde kullanılan m³ ağırlığı 2.000 kg olan seramik miktarı 14,35 m³ ve 28,70 tondur.

Seramik üretimi için tuğla ve kiremit üretimindeki gibi kil, içine çeşitli maddeler katıldıktan sonra homojen bir hamur haline getirilir. Hamur şekillendirildikten sonra açık havada ya da kurutma odalarında kurutulur. Kuruma işlemi tamamlandıktan sonra pişirilir ve sırlanır.

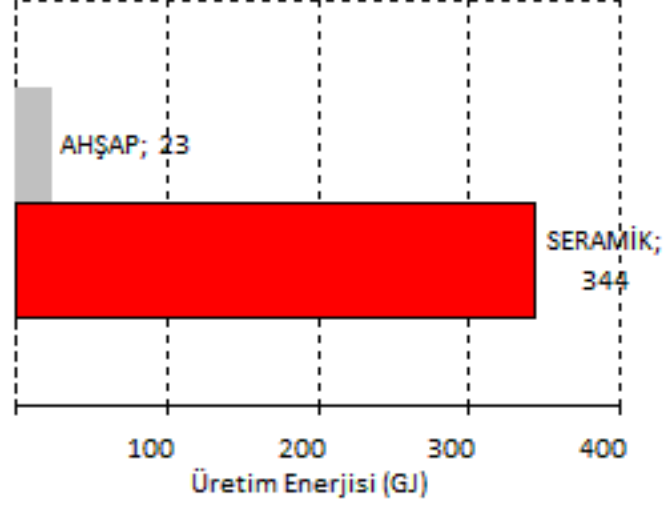
Ahşap ise ağacın kesilmesi ile başlayan süreçte tomrukların fabrikaya taşınması, tomrukların kesilmesi, kurutma işlemi sırayla yapılır. Kurutma işleminden sonra üst üste konan ürünler preslenir, astar, cila ve yağ katmanları oluşturulur. Uygun ebatlarda şekillendirilerek paketlenir. İnşaat sektöründe sıklıkla kullanılan ahşabın üretiminde dikkat edilmesi gereken nokta hammaddenin bilinçli kullanımudur. Yapı ürünü olarak kullanılacak ahşabın, bu amaçla yetiştirilmiş ağaçlardan üretilmesi gereklidir. Diğer ürünlere oranla oldukça düşük üretim enerjisine sahip olan ahşabın üretim enerjisindeki en büyük payı nakliyeler oluşturmaktadır.

Çizelge 4.11 Döşeme kaplamalarında kullanılmak üzere seçilen ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması

MAHAL	HACİM (M3)	KULLANILAN YAPI ÜRÜNÜ	BİRİM (KG/M3)	TONAJ (TON)	x	ÜRETİM ENERJİSİ (GJ/TON)	=	TOPLAM ENERJİ (GJ)
DÖŞEME	14,35	SERAMİK	2.000 K	28,70	*	12,00	=	344
DÖŞEME	14,35	AHŞAP	800 K	11,48	*	2,00	=	23

Soruşturma sorusunda döşeme seçimleri ıslak hacimler ve diğer hacimler ayrılmamıştır. Mimarlar tercihlerini yaparken ise birinci seçilen ürün ahşap, ikinci ürün ise seramik olarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre birinci seçilen ahşabın binadaki kullanım miktarı hesaplanırken, ıslak hacimler dışındaki alanlar hesaba katılmıştır. Benzer alanların hesaplanabilmesi için yine ıslak hacimler dışındaki yerler için seramik seçildiği varsayılarak hesaplama yapılmıştır. Fakat yapılan konut uygulamalarının çoğunda, ıslak

hacimler dışında seramiğin tercih edilmediği bilinmektedir. Bu nedenle yapılan bu karşılaştırma yalnızca tüm mekânın seramik olarak düzenlenmesi durumundaki farkı gösterebilmektedir.



Şekil 4.5 Bir konut biriminde döşemelerde kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri

Bir konut biriminde, döşemelerde ahşap kullanılması durumunda 23 GJ üretim enerjisi harcanırken, seramik kullanıldığında 344 GJ enerji harcanmaktadır.

4.4.4 Çatı Kaplamasında Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler

Yapılan soruşturma çalışmasının sonucundan da izlenebileceği gibi Türkiye'deki mimarların çatı kaplaması olarak ürün seçimlerinde kiremit, metal esaslı ürünler ve shingle kullandığı görülmektedir. Bir önceki bölümde yapılan hesaplamalara göre bu üç üründen kiremitin bir birim konuttaki miktarı 5,65 m³ ve 10,16 tondur. Aynı büyüklük ve özellikleri sahip bir birim konutta çatı kaplaması olarak kullanılan m³ ağırlığı 2.700 kg olan metal esaslı ürünlerin miktarı 5,65 m³ ve 15,25 tondur. Yine aynı büyüklük ve özellikleri sahip bir birim konutta çatı kaplaması olarak kullanılan m³ ağırlığı 352 kg olan shingle miktarı ise 5,65 m³ ve 1,99 tondur.

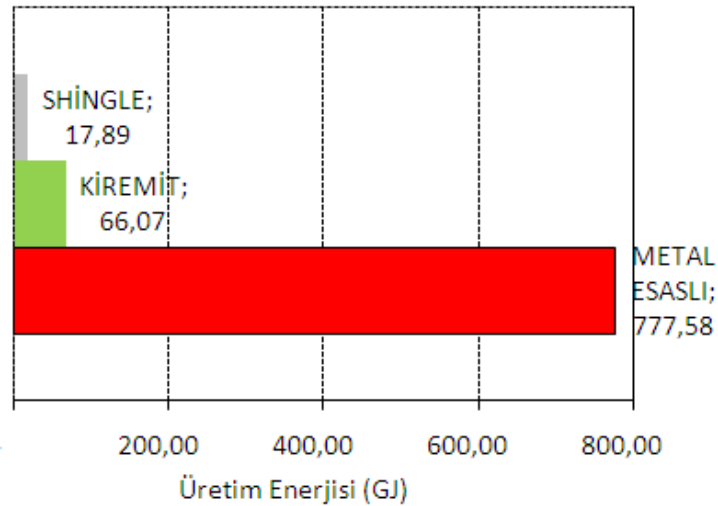
Kiremit üretimi daha önceki bölümlerde anlatılan tuğla üretimi ile aynıdır. Metal esaslı ürünlerin üretimi ise çelik üretimi ile aynı işlemleri kapsamaktadır. Hammaddeleri

benzer ürünlerin hem üretim aşamaları hem de üretim enerjileri benzemektedir. Shingle ise bitüm esaslı bir üründür. Fabrika ortamında bitüm ile hazırlanan karışımının üretim hattında fibrocem ile birleştirilmesi sonucunda oluşan ürünün yüzeyine renkli granül uygulanır. Alt yüzeyine de ince kum kaplanan shingle istenilen formda kesilir [38].

Çizelge 4.12 Çatı kaplamalarında kullanılmak üzere seçilen ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması

MAHAL	HACİM (M3)	KULLANILAN YAPI ÜRÜNÜ	BİRİM (KG/M3)	TONAJ (TON)	x	ÜRETİM ENERJİSİ (GJ/TON)	=	TOPLAM ENERJİ (GJ)
ÇATI KAPLAMA	5,65	METAL ESASLI	2.700 K	15,25	*	51,00	=	777,58
ÇATI KAPLAMA	5,65	KİREMİT	1.800 K	10,16	*	6,50	=	66,07
ÇATI KAPLAMA	5,65	SHINGLE	352 K	1,99	*	9,00	=	17,89

Üretim süreçleri yukarıdaki gibi özetlenen ürünlerin, bölüm başında edinilen bilgiler sayesinde yapılan hesaplamalarında bir tondaki üretim enerjileri metal esaslı ürünler için 51 GJ, kiremit için 6,5 GJ ve shingle için 9 GJ olarak kabul edilmiştir.



Şekil 4.6 Bir konut biriminde çatı kaplamasında kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri

Bir konut biriminde çatı kaplaması olarak shingle kullanıldığında 18 GJ, kiremit kullanıldığında 66 GJ, metal esaslı ürünler kullanıldığında ise 778 GJ üretim enerjisi harcanmaktadır. Hacim olarak örnek konut birimindeki tüm yapı ürünlerinin %5i büyüklüğünde olan kiremit kaplama, üretim enerjisi olarak konutun toplam üretim enerjisinin %10'una sahiptir.

4.4.5 Cephe Kaplamasında Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler

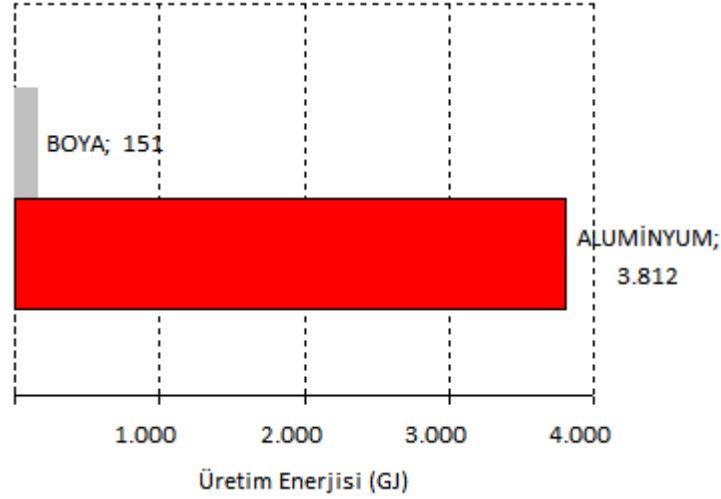
Yapılan soruşturma çalışmasının sonucundan da izlenebileceği gibi Türkiye'deki mimarların cephe kaplaması olarak yapı ürünü seçimlerinde boya ve alüminyum kullandığı görülmektedir. Bir önceki bölümde yapılan hesaplamalar göz önünde bulundurulduğunda bu iki üründen boyanın bir birim konuttaki miktarı 1,24 m³ ve 1,62 tondur. Aynı büyüklük ve özelliklere sahip bir birim konutta cephede kullanılan m³ ağırlığı 2.700 kg olan alüminyum kaplama miktarı 6,22 m³ ve 16,79 tondur.

Kimyasalların karışımı ile oluşan boya ile tüm metaller gibi cevherinden çıkarıldıktan sonra ısıtılıp soğutulmuş üretilen alüminyumun bir birim konuttaki üretim enerjileri arasındaki fark oldukça fazla gözükmektedir. Bunun en önemli nedeni yapı ürünleri içinde en yüksek üretim enerjisine sahip olduğu bilinen alüminyumun kullanılmasıdır.

Çizelge 4.13 Cephe kaplamalarında kullanılmak üzere seçilen ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması

MAHAL	HACİM (M3)	KULLANILAN YAPI ÜRÜNÜ	BİRİM (KG/M3)	TONAJ (TON)	x	ÜRETİM ENERJİSİ (GJ/TON)	=	TOPLAM ENERJİ (GJ)
CEPHE KAPLAMA	6,22	ALÜMİNYUM	2.700 K	16,79	*	227,00	=	3.812
CEPHE KAPLAMA	5,65	BOYA	1.300 K	1,62	*	93,30	=	150,88

Bir konut biriminin cephe kaplamasında boya kullanılması durumunda 151 GJ, alüminyum giydirme cephe yapılması durumunda ise 3812 GJ üretim enerjisi harcanmaktadır.



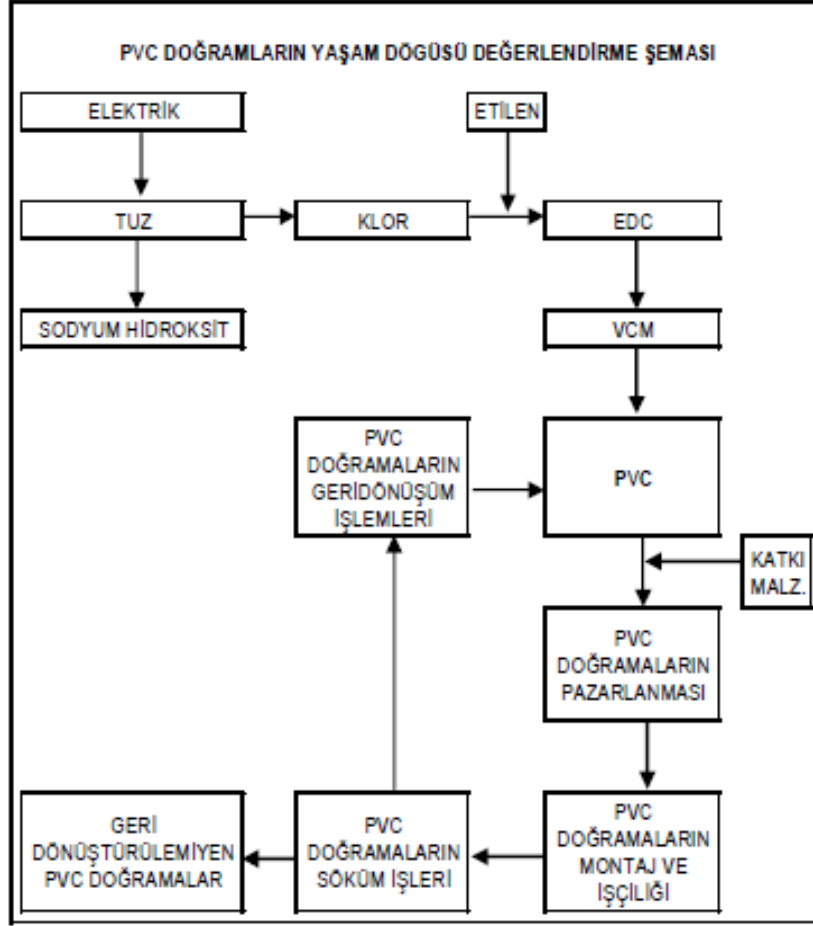
Şekil 4.7 Bir konut biriminde cephe kaplamasında kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri

Hacim olarak örnek konut birimindeki tüm yapı ürünlerinin %1'i büyüklüğünde olan cephe boyası, üretim enerjisi olarak konutun toplam üretim enerjisinin %23'üne sahiptir. %54 oranında hacme sahip olan ve konut biriminin toplam üretim enerjisinin %31ine sahip olan betonarme ile karşılaştırıldığında, neredeyse 50 kat daha az hacim kaplayan ürünün, enerji tüketimi açısından değerlendirildiğinde, yüksek enerji tüketimine sahip olduğu söylenebilir.

4.4.6 Cephedeki Doğramalarda Kullanılan Ürünlere Göre Değişimler

Yapılan soruşturma çalışmasının sonucundan da izlenebileceği gibi Türkiye'deki mimarların cephedeki doğrama olarak yapı ürünü seçimlerinde PVC, ahşap ve alüminyum kullandığı görülmektedir. Bir önceki bölümde yapılan hesaplamalar göz önünde bulundurulduğunda bu üç üründen PVC'nin bir birim konuttaki miktarı $0,70 \text{ m}^3$ ve $0,98$ tondur. Aynı büyüklük ve özellikleri sahip bir birim konuttaki cephe doğraması olarak kullanılan m^3 ağırlığı 800 kg olan ahşap miktarı $0,70 \text{ m}^3$ ve $0,56$ tondur. Yine aynı büyüklük ve özellikleri sahip bir birim konutta cephe doğraması olarak kullanılan m^3 ağırlığı 2700 kg olan alüminyum miktarı ise $0,70 \text{ m}^3$ ve $1,88$ tondur.

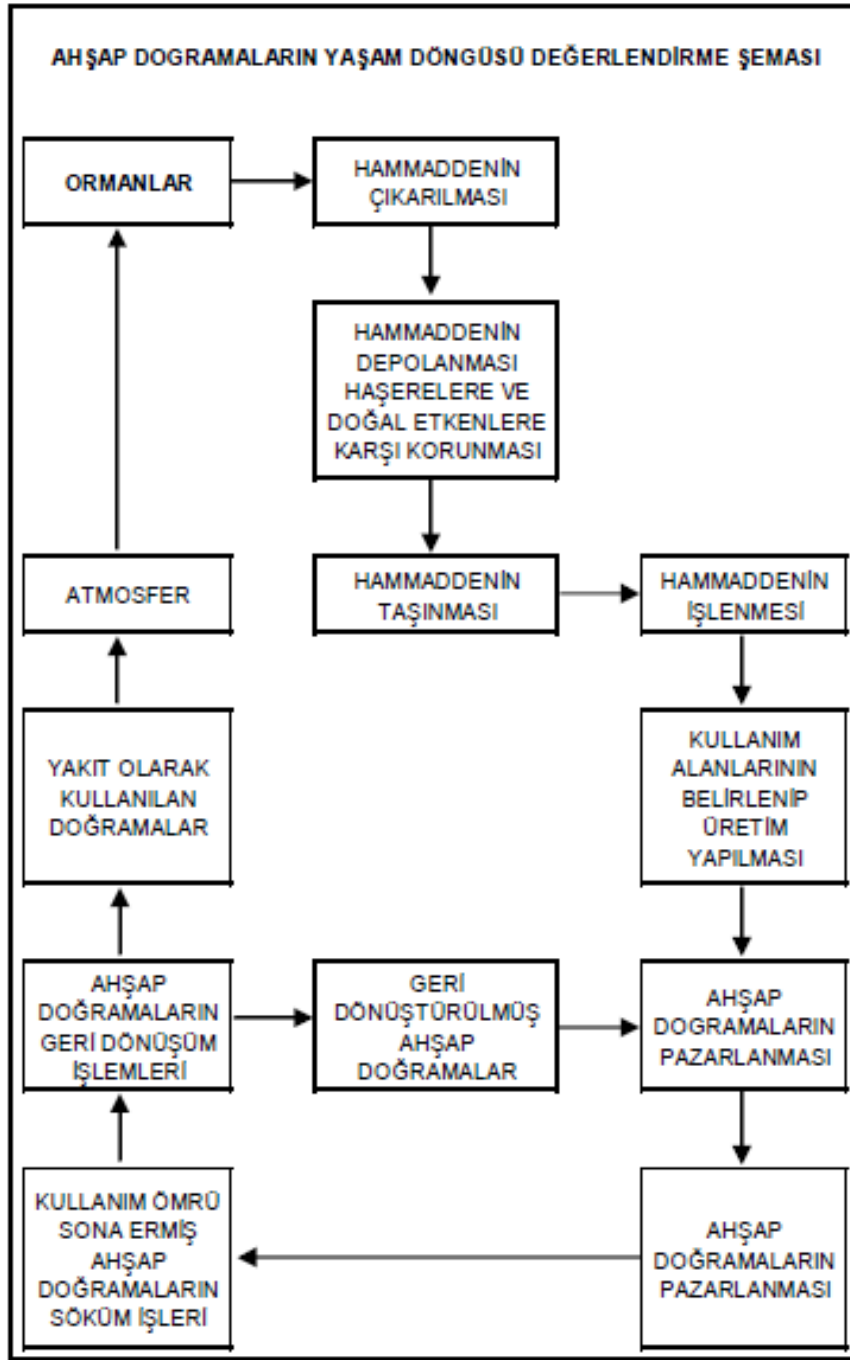
Önceki bölümlerde belirtildiği üzere üretim enerjisi oldukça yüksek olan alüminyum, doğramalarda kullanıldığında en yakın üretim enerjisi değerinin 3 katına yakın enerji harcanmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.8 PVC doğramaların yaşam döngüsü [39]

Bunun yanı sıra PVC doğramaların üretim sürecindeki atık kimyasalların havaya suya ve toprağa salınımlarının çevreyi olumsuz etkilediği bilinmektedir. Ayrıca PVC'nin geridönüşümlerinin de birinci üretimlerindeki atıklara benzer atıklar oluşturduğu ve PVC üretiminin tüm dünyada artarak devam ettiği bilinmektedir.

Şekil 4.8'de ve Şekil 4.9'de ahşap doğramalar ile PVC doğramaların yaşam döngüsü süreçleri incelendiğinde ahşabın doğal ve yerel kaynaklardan elde edilebiliyor olması, üretim enerjisinin daha düşük olması ve atıkların daha az olması açısından daha ekolojik bir ürün olduğu söylenebilmektedir.



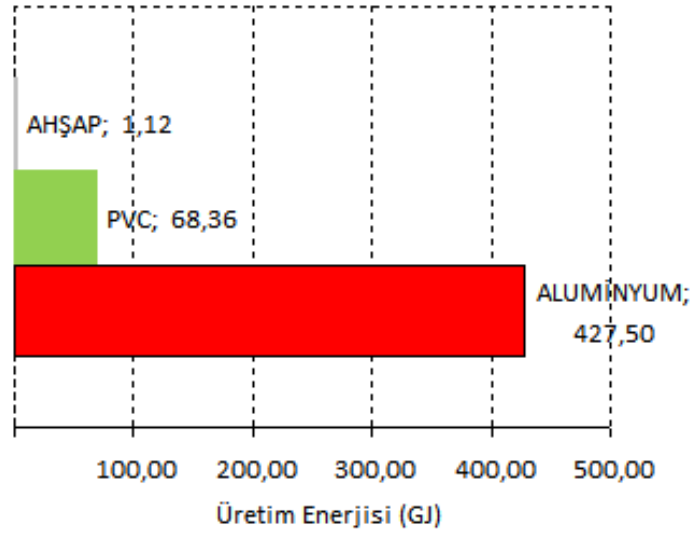
Şekil 4.9 Ahşap doğramaların yaşam döngüsü [39]

Üretim süreçleri yukarıdaki gibi özetlenen ürünlerin, bölüm başında edinilen bilgiler sayesinde yapılan hesaplamalarında bir tondaki üretim enerjileri alüminyum için 227 GJ, PVC için 70 GJ ve ahşap için 2 GJ kabul edilmiştir.

Çizelge 4.14 Cephedeki doğramalarda kullanılmak üzere seçilen ürünlerinin birim dairedeki üretim enerjileri hesaplaması

MAHAL	HACİM (M3)	KULLANILAN YAPI ÜRÜNÜ	BİRİM (KG/M3)	TONAJ (TON)	x	ÜRETİM ENERJİSİ (GJ/TON)	=	TOPLAM ENERJİ (GJ)
DOĞRAMA (DIŞ CEPHE)	0,70	ALUMİNYUM	2.700 K	1,88	*	227,00	=	427,50
DOĞRAMA (DIŞ CEPHE)	0,70	PVC	1.400 K	0,98	*	70,00	=	68,36
DOĞRAMA (DIŞ CEPHE)	0,70	AHŞAP	800 K	0,56	*	2,00	=	1,12

Bir konut biriminde cephedeki doğramalarda ahşap kullanıldığında 1 GJ, PVC kullanıldığında 68 GJ, alüminyum kullanıldığında ise 427 GJ üretim enerjisi harcanmaktadır.

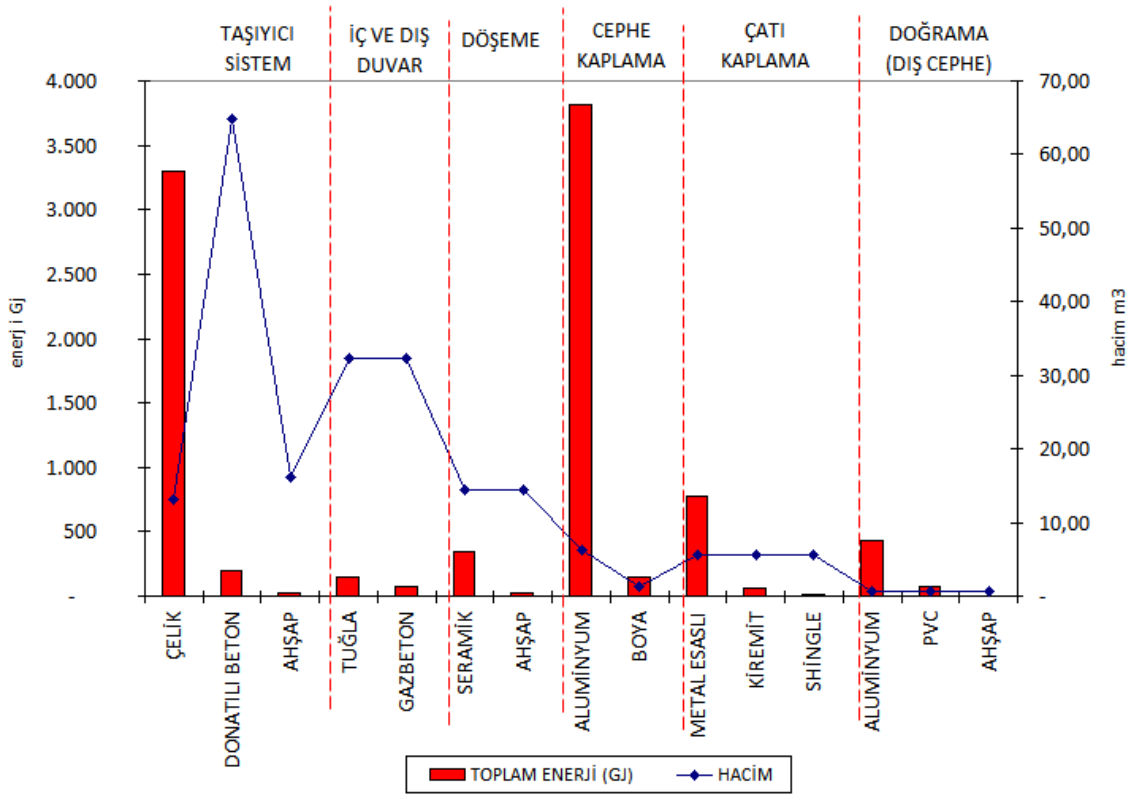


Şekil 4.10 Bir konut biriminde cephedeki doğramalarda kullanılan yapı ürününe göre değişen üretim enerjisi değerleri

Hacim olarak örnek konut birimindeki tüm yapı ürünlerinin %1i büyüklüğünde olan PVC doğramalar, üretim enerjisi olarak konutun toplam üretim enerjisinin %10'una sahiptir.

4.5 Ürün Seçimindeki Değişimlere Göre Değişen Üretim Enerjileri ve Değerlendirmeler

Çalışmada ele alınan örnek konuta göre yapılan hesaplamalarda taşıyıcı sistem, iç ve dış duvarlar, döşeme kaplaması, cephe kaplaması, çatı kaplaması ve cephedeki doğramalarla ilgili farklı yapı ürünlerine göre üretim enerjisi miktarları bulunmuştur.



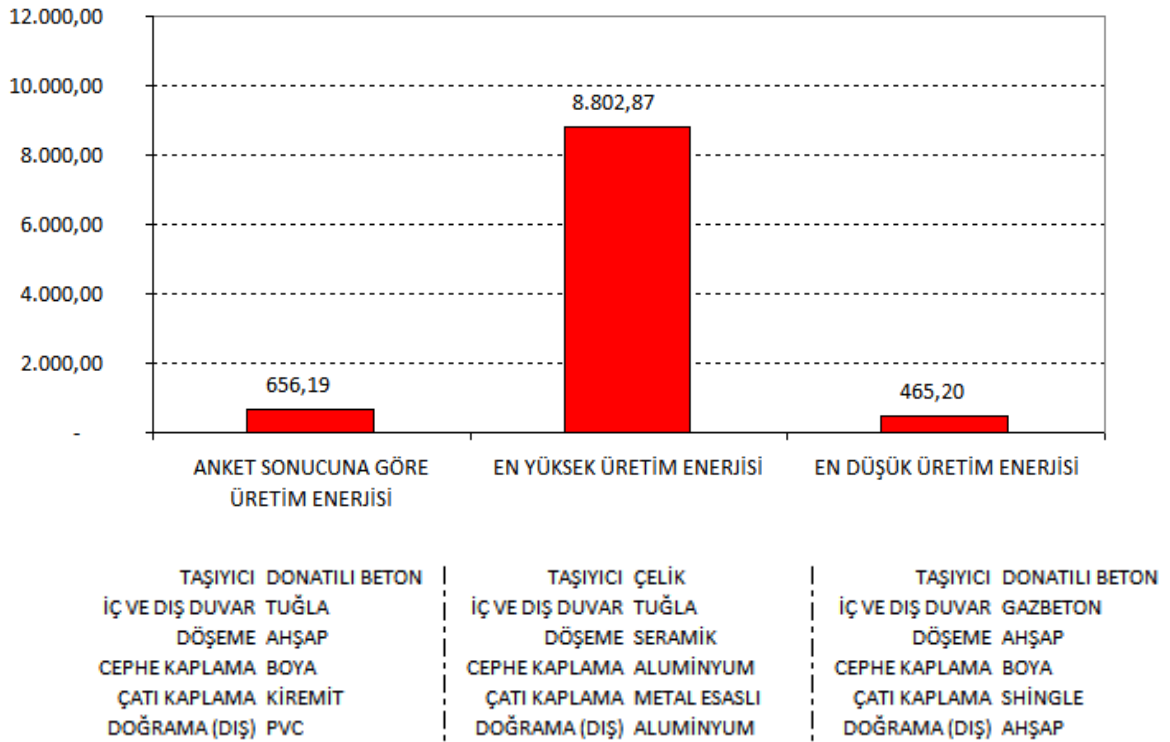
Şekil 4.11 Bir konut biriminde kullanılacak yapı ürünlerinin hacim ve üretim enerjisi değerleri

Sonuçlara göre, yapının tümüne oranlanan ürünlerin üretim enerjisi düşünüldüğünde, mimarların alışılmış nedenlerle tercih ettiği ürünlerin üretim enerjisi açısından belirgin bir fark yaratmadığı saptanmıştır. Çünkü bilindiği gibi konutlarda kimi bölümlerde kullanılan ürünler toplam üretim enerjisini belirgin ölçüde değiştirmektedir. Örneğin birim konutta toplamı 124 m³ olan taşıyıcı sistem-betonarme, iç ve dış duvarlar (tuğla), döşeme kaplaması (ahşap), cephe kaplaması (alüminyum), çatı kaplaması (kiremit) ve cephedeki doğramalar (PVC) ürünleri arasında 6 m³ lük yer kaplayan cephede alüminyum kullanıldığı takdirde tüm bu bölümlerde kullanılan ürünlerden fazla, 3812 GJ üretim enerjisi harcandığı saptanmıştır. 124 m³ lük toplam hacmin en büyük yüzdesine

sahip ve 65 m³'ünü kaplayan taşıyıcı sistemde betonarme kullanılması durumunda ise harcanan üretim enerjisi 203 GJ olarak bulunmuştur. 1000 GJ'ün bir konutun yaklaşık 15 yıllık kullanım enerjisine eşit olduğu yönündeki [19] çalışmalar göz önüne alınırsa, bu miktarların önemi daha anlaşılır olacaktır.

Birim konutta bulunan ürünlerin fiziksel büyüklüğü ile üretim enerjisi değerlendiren Şekil 4.11'de de görüldüğü üzere, hacim olarak bütün içinde az yer kaplayan ürünlerin dâhil seçimi yapılırken bilinçli tercihler yapılmalıdır. Zira birim üretim enerjisi oldukça fazla olan alüminyum, çelik, PVC gibi ürünlerin az miktarda kullanımlarında bile çok fazla üretim enerjisi harcandığı görülmektedir. Dolayısıyla Türkiye'de üretim enerjisiyle ilgili çalışmalara yön vermesi hedefiyle ortaya konan bu çalışmanın devamında, yalıtım, bina içi doğramalar, mekanik ve elektrik tesisat ürünleri vb. bu hesaplamaların kapsamında bulunmayan büyük küçük tüm yapı ürünleri için üretim enerjisi hesaplamalarının yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Soruşturma sonucuna göre taşıyıcı sistem için betonarme, iç ve dış duvarlar için tuğla, cephe için boya, döşeme kaplamaları için ahşap, çatı kaplaması için kiremit ve cephedeki doğramalar için PVC tercih edilmiştir. Bu tercihlere göre örnek konut biriminde harcanan ürünlerin üretim enerjileri toplamı 656 GJ olarak bulunmuştur (Şekil 4.12). Bu tercihler yerine taşıyıcı sistem için çelik, döşemeler için seramik, cephe kaplaması için alüminyum giydirme, çatı kaplaması için metal esaslı kaplamalar ve dış mekâna açılan doğramalarda ise alüminyum seçilmiş olsaydı, örnek konut biriminde harcanan ürün üretim enerjileri toplamı 8802,87 GJ olacaktır. Ayrıca taşıyıcı sistemi ahşap kurgulayıp, iç ve dış duvarlarda gazbeton, cephede boya, döşeme ve doğramalarda ahşap ve çatıda shingle kullanılsaydı örnek konut biriminde harcanan ürün üretim enerjileri toplamı 465,20 GJ olacaktı. Buna göre, olabilecek en düşük yapı ürünleri üretim enerjisine sahip seçenekten 191 GJ fazla, olabilecek en yüksek üretim enerjisine sahip seçenekten ise 8.337,67 GJ daha az üretim enerjisine sahip ürünler tercih edilmiştir.



Şekil 4.12 Bir konut biriminin soruşturma sonucuna göre, en yüksek ve en düşük üretim enerjisi harcama miktarı

Hesaplamalardan çıkarılabilecek bir başka sonuç ise, soruşturma sonuçlarına göre kolay tedarik edilebilme, kolay uygulanabilme, alışıldık olma, uygun fiyatlı olma gibi enerji ve ekoloji konuları ile ilgili bir hassasiyeti bulunmadığı saptanan ve tamamen konvansiyonel ve ekonomik seçim nedenine sahip ürünlerin, üretim enerjisi değerleri açısından diğer seçeneklere göre daha uygun olmasıdır. Diğer bir deyişle, mimarlar tarafından bilinçli bir şekilde seçilmemiş olsa da, seçilen ürünlerin üretim enerjisi değerleri uygun seviyelerdedir.

Türkiye'deki mimarların genellikle alışıldık, ekonomik ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle tercih ettiği ürünler üretim enerjisini belirgin bir biçimde artırmamakta ancak bu ürünler özellikle geridönüşüm ve yeniden kullanım aşamalarında kısaca ürünün yaşam döngüsü sürecinde önemli sorunlar yaratmaktadır. Burada şöyle bir yorum yapmak mümkündür: Kuşkusuz ürünün ekonomik olması üretimde harcanan enerjiyle doğrudan ilişkilidir. Bu durumda Türkiye'deki mimarların ekonomik ürün seçmeleri dolaylı olarak üretim enerjilerini de dikkate almalarını beraberinde

getirmektedir. Ancak örneğin aynı konuyu yapı ürünlerinin sağlamlığı ile ilgili olarak söylemek mümkün değildir.

4.6 Tasarım Sürecinde Ürün Seçiminin Üretim Enerjisine Etkisi Üzerine Öneriler

Şekil 4.11 de özetlenen çalışma sonuçları, günümüzde büyük öneme sahip olan enerji konusunda mimarların ürün seçimi safhalarında bilinçli tercih yapabilmeleri için önemli bir adımdır. Soruşturma sonuçlarında da bahsedildiği üzere, ürün seçimlerini yaparken daha çok konvansiyonel ürünler ve ekonomik nedenler öne çıksa da, yapıda kullanılması için seçilen tüm ürünlerin seçimleri esnasında dikkatle karar verilmelidir. Şekil 4.11’de de görüldüğü üzere tüm yapı bölümlerinde kullanılan ürünlerin harcanan enerjiye etkisi büyük olabilmektedir.

Soruşturma sonucuna göre taşıyıcı sistem ürünü olarak seçilen betonarme ahşaba göre biraz fazla olmakla beraber, birim konutta 203 GJ üretim enerjisi tüketilmesine sebep olmaktadır. Fakat bir diğer seçenek olan çelik, hafiflik, sağlamlık ve tasarım esnekliği açısından farklı özellikleri olsa da, üretim enerjisi değeri olarak betonarmeye göre oldukça yüksek değerlere sahiptir. Yüksek üretim enerjisi değeri nedeniyle bu ürünün seçiminde oldukça detaylı düşünülmesi gerekmektedir. Üçüncü seçenek olarak hesaplanan ahşap ise aralarındaki en düşük üretim enerjisi tüketimine sahiptir fakat binadaki kat sayısı düşünülduğünde bu ürünün de sınırlılıkları bulunmaktadır.

Üretim enerjileri açısından bu sıralamaya sahip ürünlerin seçiminde, kuşkusuz tek etken üretim enerjisi değildir. Binadaki kat sayısı, sağlamlık, tasarıma uygunluk gibi konular yapı ürünlerinin seçiminde öne çıkabilmektedir. Fakat ürünlerin özellikle ekolojik açıdan üretim enerjisi dışında ahşabın uygun ağaçlardan elde edilmesi, beton üretim tesisinin ekolojiye duyarlılığı, çelikteki geridönüşüm veya yeniden kullanım imkânları, mutlaka göz önünde bulundurulması gereken diğer çevresel konulardır.

İç ve dış duvarlarda kullanılmak üzere soruşturma sonucuna göre seçilen tuğla, gazbetona göre biraz daha fazla üretim enerjisi harcıyor olmakla birlikte, hem 3 katı ağırlığında hem de ısı yalıtımı açısından daha zayıf bir üründür.

Soruşturma sorusunda döşeme seçimleri ıslak hacimler ve diğer hacimler ayrılmamıştır. Mimarlar tercihlerini yaparken ise birinci seçilen ürün ahşap, ikinci ürün ise seramik olarak belirlenmiştir. Hesaplamlarda, sonuçlara göre birinci seçilen ahşabın binadaki kullanım miktarı ıslak hacimler dışındaki alanlar hesaba katılarak yapılmıştır. Benzer alanların hesaplanabilmesi için yine ıslak hacimler dışındaki yerler için seramik seçildiği varsayılarak hesaplama yapılmıştır. Fakat yapılan konut uygulamaların çoğunda, ıslak hacimler dışında seramiğin tercih edilmediği bilinmektedir. Yine de birim üretim enerjileri bakımından diğer ürünlerle karşılaştırıldığında, ıslak hacimler dışındaki mekânlar için daha doğal bir ürün olması ve amacına uygun yetiştirilmiş ağaçlardan üretilmesi durumunda uygun bir ürün olabileceği düşünülmektedir.

Soruşturma sonucuna göre cephede kullanılan boya, alüminyuma göre daha az üretim enerjisi harcayan bir ürün olsa da hesaplama katılan ürünler arasında %1lik bir hacme sahipken, bulunan toplam üretim enerjisi miktarının %23ünü oluşturmaktadır. Birim üretim enerjisi 93 MJ/kg olan ürünün seçiminde, su bazlı ürünleri, üretim esnasında en az atığı oluşturan tesislerde üretilmiş olanları ve içeriğinde insan sağlığına zararlı kimyasallar bulundurmayanları seçmek gerekmektedir. Alüminyum kullanılması durumunda ise içeriğindeki geri dönüştürülmüş ürün oranına bakmak önemli olsa da, geri dönüştürülürken de ciddi oranda enerji harcandığı unutulmamalıdır.

Çatı kaplamalarında kullanılmak üzere soruşturmada en çok seçilen ürün olarak seçilen kiremit, metal esaslı çatı kaplamalarına oranla neredeyse 20 kat daha az üretim enerjisi harcamaktadır. Yine soruşturma sonucuna göre cephedeki doğramalarda kullanılmak üzere seçilen PVC ise alüminyuma oranla 7 kat daha az oranda üretim enerjisine sahiptir. Burada iki yapı bölümünde de kullanılabilen metal bazlı ürünlerin geridönüşüm ve yeniden kullanım aşamasında çok daha uygun oldukları bilinmektedir. Ayrıca plastiğin insan sağlığına zararlı etkileri de bilinen bir araştırma alanıdır.

Yapı ürünleri ile ilgili seçim yapılırken ekolojik nedenler içinde yaşam döngüsünün bir bütün olarak ele alınıp değerlendirilmesi gerekmektedir. Çalışma her ne kadar üretim enerjisi özelinde sonuçlar ortaya koymuş olsa da doğal kaynakların yönetiminden,

geridönüşüm ve yeniden kullanıma kadarki tüm sürecin ürün seçimlerinde değerlendirilmesi önemlidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapı ürünlerinin üretim enerjileri ile ilgili Avustralya, Kanada ve İngiltere başta olmak üzere birçok ülkede çalışmalar yapılırken, Türkiye’de konu üzerine yapılan araştırmalar, yayınlar henüz oldukça sınırlı kalmaktadır. Binalar için harcanan enerji miktarlarına ilişkin çalışmalar çoğunlukla, bina tasarımı ve ürün seçimleri tamamlandıktan sonra, yapı kullanımında harcanacak enerji miktarlarına ilişkin çalışmalar yapılmakta; kullanım aşamasına gelene kadar harcanan yüklü miktardaki enerjiler göz ardı edilmektedir. Oysa tüm dünyada yaşam döngüsü ilkelerinin kabul gördüğü 2000li yıllarda binalar, tasarım halinden bina yapımına, kullanımına ve sonrasında yıkım ve atık yönetimine kadar tüm süreci düşünülerek tasarlanmalıdır.

Binalarda geçerli olan yaşam döngüsü ilkesi, yapı ürünleri için de kabul görmektedir. Hammadde kaynağından çıkarılmasından, üretimine, kullanımına, geridönüşüm, yok edilme, atık yönetimi aşamalarına kadar tüm süreci incelenen yapı ürünlerinin üretim enerjileri, çoğunlukla gözardı edilen bir konudur. Oysa yapı ürününün hammaddesinin ne olduğu, nasıl çıkarıldığı, nasıl üretildiği, üretim yerine nasıl taşındığı, üretilirken çevreye verdiği zararın boyutları ve tüm bu aşamalarda harcanılan enerji miktarları oldukça önemlidir.

Türkiye’de yapı ürünlerinin üretim enerjileri ile ilgili bazı firmaların teknik bilgi içeren broşürleri dışında tasarımcıların bilgi alabilecekleri bir veritabanı bulunmamaktadır. Tez çalışması kapsamında yapılan soruşturma sonuçlarına göre yapı ürünlerinin üretim enerjilerini önemseyemediğini belirten mimarlar, ürün seçerken konuyu göz ardı etmekte

veya yanlış tercihler yapmaktadır. Ürünlerini, kolay tedarik etme, kolay uygulama, alışıldık olma ve uygun fiyatlı olma gibi ekonomik ve alışıldık nedenlerle seçen mimarların, gerek yeni yapı ürünleri gerekse yıllar içinde kullanılagelen ürünler hakkında yeterli bilgilere sahip olmadıkları ve bunun nedeninin gerekli bilgileri içeren bir veri tabanının eksikliği olduğu tespit edilmiştir.

Soruşturma sonuçlarına göre Türkiye'deki mimarların en çok çalıştıkları bina türü olan konutlarda kullanılan ürünlerle ilgili örnek bir çalışma yapılmıştır. Soruşturma sonuçlarına göre mimarların kullanmayı en çok tercih ettikleri yapı ürünlerinin üretim enerjileri, örnek bir konut birimi üzerinden incelenmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere bazı ürünlerin üretim enerjileri hesaplanmak istenmiş fakat üreticilerden gerekli dönüşler alınamamıştır. Bu nedenle hesaplamalarda, yapı ürünlerinin özellikleri konusunda yoğun araştırmaların yapıldığı Avustralya [10], Kanada [12] ve İngiltere'deki [11] kaynaklarda bulunan üretim enerjisi değerleri kullanılmıştır. Fakat bu değerlerin ülkeden ülkeye değiştiği bilindiğinden, ülkemizde üretilen ürünlere ait bir veritabanının oluşturulması ve bu veritabanına tasarımcıların ve üreticilerin erişiminin sağlanması önemli bir konu olarak ortaya çıkmıştır.

Örnek bir konut biriminde kullanılan yapı ürünlerinin hacim ve ağırlıkları ile üretim enerjilerini bulmak üzere yapılan hesaplamalar sonucunda, yapıda kullanılan ürünlerin, ürün miktarlarıyla üretim enerjisi miktarları arasında doğru orantı bulunmadığı saptanmıştır. Bu da tasarımcıların karar aşamasında, taşıyıcı sistemden doğramalara, döşemeden duvar boyasına kadar seçilecek tüm ürünlerin üretim enerjisi bakımından dikkatle ele alması gerektiğini göstermiştir. Çalışmanın kapsamı nedeniyle yapının başlıca bölümlerinden olan taşıyıcı sistem, duvarlar, döşemeler, çatı, doğramalar ve cephede kullanılan ürünlere göre hesaplamalar yapılmış olsa da, yapının tümüne oranla daha az yer kaplayan bölümleri dâhil kullanılan tüm ürünlere göre ilgili hesaplamaların yapılması ihtiyacı tespit edilmiştir.

Hesaplamalardan çıkarılabilecek bir başka sonuç ise, soruşturma sonuçlarına göre enerji ve çevre konuları ile ilgili bir hassasiyeti bulunmadığı saptanan, tamamen alışıl gelmiş ve ekonomik nedenlerle seçilen ürünlerin, üretim enerjisi değerleri

açısından incelendiğinde birçok yapı ürününe göre daha az enerji tükettiğidir. Diğer bir deyişle, mimarlar tarafından farklı nedenlerden ötürü seçilmiş olsa da, ürünlerin üretim enerjisi değerleri uygun seviyelerdedir. Bu durumu, ürünlerin çevreci nitelikleriyle üretiminde harcanan enerjinin az olmasının doğru orantılı olmasına bağlamak mümkündür. Bu durumda Türkiye'deki mimarların ekonomik ürün seçmeleri dolaylı olarak üretim enerjilerini de dikkate almalarını beraberinde getirmektedir. Ancak aynı konuyu yapı ürünlerinin sağlamlığı ile ilgili olarak söylemek mümkün değildir.

Hesaplamalardan çıkarılan önemli bir başka sonuç ise Avustralya [10], Kanada [12] ve İngiltere'deki [11] kaynaklardan edilen bilgilere göre oldukça yüksek üretim enerjisine sahip olan yapı ürünlerinden alüminyum, boya, PVC, çelik ürünlerinin fiziksel büyüklük olarak az miktarda kullanımlarının bile, azımsanmayacak miktarlarda üretim enerjisi sarfiyatına, dolayısıyla binadaki gömülü enerji miktarının çoğalmasına sebep olmasıdır. Ancak bilindiği gibi yapı ürünlerinin ekolojik değerlendirmesinde üretim enerjisi tek başına belirleyici değildir. Bazı durumlarda yüksek üretim enerjisine sahip ürünler, sağlamlık, estetik, uzun ömür, geridönüşüm imkânı gibi birden fazla nedenle tercih edilebilir. Bazı durumlarda ise üretim enerjisi az olan bir ürün yerine, sağlamlık ve estetik nedenlerle üretim enerjisi yüksek ürünlerin kullanıldığını görmek mümkündür. Ayrıca yapı ürünlerinin üretilirken harcadıkları enerji dışında, üretim esnasında insan sağlığına ve doğaya etkileri de incelenmesi gereken önemli konulardır. Tüketilen hammaddelerin yerine konulması veya belirlenen değerler içinde tüketim yapılması, üretim sonucunda oluşan atıkların ekolojik dengeyi bozmayacak şekilde doğaya kazandırılması gibi artık tüm dünyadaki üretim tesislerinin hedeflediği çevreyi korumaya yönelik prensipler, Türkiye'de de hassasiyetle incelenmeli ve üretim tesislerinde uygulanmalıdır.

Önemli bir başka konu ise, yapı ürünlerinin geridönüşüm ve yeniden kullanımının, üretimi için harcanan enerjiden daha sonra tasarruf yapılabileceği anlamına geldiğidir. Yeniden kullanılabilen ve hiçbir işlemde geçirilmesi gerekmeyen ürünlerin üretim enerjisi bulunmayacaktır. Bu nedenle tasarımcılar hem yeni oluşturdukları tasarımlarında bu ürünleri seçerek harcadıkları enerji miktarını, dolayısıyla tükettikleri doğal kaynakları ve üretim esnasında çevreye verilen zararları azaltmış olacak, hem de

ileride geri dönüşebilecek ürünleri seçerek tasarladıkları binalar kullanım ömürlerini tamamlayıp yıkıldığında bile çevreye az zarar vermeye devam edeceklerdir. Tabi burada söz konusu kazanı hammadde tüketiminin azaltması sonucunda oluşandır. Bunun dışında ürünler geridönüşümde kullanılsa bile, tekrar üretim işlemleri prosedürüne dahil edildiğinden, her seferinde üretim enerjisi harcanmaktadır.

Tez çalışması sonucunda Türkiye’de üretilen yapı ürünleri ile ilgili üretim enerjisi değerleri başta olmak üzere, geridönüşüm ve yeniden kullanım bilgilerinden hammadde tüketimine, üretimde ortaya çıkan katı atıklardan atmosfere salınan zehirli gazlara kadar tüm yaşam döngüsünü kapsayan etiketleme sistemlerini oluşturmalarının gerekliliği gözlemlenmiştir. Tüm dünyada örnekleri bulunan bu sistemlerle oluşturulmuş bilgi bankaları, oluşturulacak ekipler tarafından ilgili bakanlıklarca (Çevre, Orman ve Şehircilik Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) ve T.M.M.O.B Mimarlar Odası başkanlığınca denetlenmelidir. Bu bilgiler ise tasarımcılarla paylaşılarak, yapı ürünleriyle ilgili güvenilir ve detaylı bilgilerin eksikliği giderilmelidir. Bu verilerin bir araya getirilmesinden sonra tasarımcıların binalarında kullanacakları ürünlerin seçimini bilgisayar ortamında yaparak tüm binada, hem yapımdan önce harcanacak enerji ve hammaddeleri, hem kullanım aşamasında harcanacak enerji miktarlarını hem de yıkımdan sonra mümkün olan geridönüşüm ve yeniden kullanım bilgilerini ve tüm bu aşamalarda oluşacak atıkları henüz tasarım aşamasında görebilecekleri programların oluşturulması hedeflenmelidir.

Ayrıca, Çevre, Orman ve Şehircilik (eski adı: Bayındırlık ve İskân) Bakanlığınca yayımlanan Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği ve Yapı Ürünleri Yönetmeliği’nin mevcut hallerinde yapılardaki üretim enerjilerinden bahsedilmemektedir. Oluşturulacak bu sistem yönetmelikte yer bulmalı ve tüm ürünlerin yaşam döngüsü ile ilgili bilgileri içeren künyelerinin oluşturulması TSE tarafından oluşturulacak standarda uyulması koşuluyla zorunlu kılınmalıdır.

Tüm bu sonuçlardan ve önerilerden yola çıkarak tasarımcılara, tasarımlarında kullanmayı düşündükleri ürünleri sadece ekonomik açıdan değil, ekolojik açıdan uygunluklarını da düşünerek seçmeleri önerilmektedir. Bu seçimleri yaparken

Üreticilerden aldıkları bilgilerle yetinmemeleri, ürüne ait yapılan araştırmalara ulaşmaya çalışmaları önem kazanmaktadır. Bilindiği gibi tasarımcıların, binalarında kullanmayı düşündükleri yapı ürünlerine ait metraj çalışmasını yaptıktan sonra, bugün yaygın olarak kullanılmakta olan yaşam döngüsü değerlendirme programlarına tercih edilen ürünlerin miktar ve tipi verilerini girerek üretim enerjisinden geridnşme birçok konuda bilgi almak mümkün olmaktadır. Burada aktarılan süreçlerin Türkiye açısından daha sağlıklı değerlendirilebilmeleri için ivedilikle Türkiye'ye özgü bir veritabanından faydalanan yaşam döngüsü değerlendirmesi modeli oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Özdil, S., (2007). “Çelikte Sürdürülebilir Yapılaşma”, Yapı’da Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki, 312:36.
- [2] Erdem, Ü., (1999). “Çevre Bilimi: Sürdürülebilir Dünya”, E.Ü. Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi, İzmir
- [3] Kim, J. ve Rigdon, B.,(1998d). Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design, College of Architecture and Urban Planning The University of Michigan, Michigan. 11
- [4] Kim, J. ve Rigdon, B.,(1998a). “Design for Materials Recovery”, College of Architecture and Urban Planning The University of Michigan, Michigan.
- [5] Çelebi, G. ve Aydın, A. B., (2003). “Sürdürülebilir Mimarlık ve Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüleri Kapsamında İrdelenmesi”, Yapı Ürüni Kurultayı 2003, Yapı Endüstri Merkezi - İMSAD (İnşaat Ürüni Sanayicileri Derneği), İstanbul.
- [6] Demirer, G.N. ve Özeler D., (2000). “Önleyici Çevre Yönetiminde Ürün ve Proses Optimizasyonu için Yeni Bir Yöntem Hayat Boyu Değerlendirme (Life Cycle Assessment) ”, Endüstri ve Otomasyon, 41:66–69.
- [7] Sev, A., (2009). Sürdürülebilir Mimarlık, Birinci Baskı, Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, 15, İstanbul.
- [8] Roaf S.,Fuentes M, ve Thomas S., (2001). Ecohouse: A Design Guide, Architectural Pres, Oxford.
- [9] Taygun G.T., (2005). Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- [10] Lawson, B., (1996), “Building Materials Energy and the Environment: Toward Ecologically Sustainable Development, Australian Institute of Architects, Canberra.
- [11] GreenSpec, Embodied Energy, <http://www.greenspec.co.uk/embodied-energy.php>, 2010
- [12] Canadian Architect, Measures of Sustainability, http://www.canadianarchitect.com/asf/perspectives_sustainability/measures_of_sustainability/measures_of_sustainability_embodied.htm, 2011

- [13] Erdoğan İ., (2005). Yapıda Kullanılan Ürünlerin Sürdürülebilirlik Kapsamında Oluşum Enerjisi Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- [14] Ulkay, S., (1990). Yapı Ürünleri, YTÜ Yapı Elemanları ve Ürünleri Bilim Dalı, İstanbul.
- [15] Türkiye İstatistik Kurumu, 2000 Yılı Genel Nüfus Sayımı Hanehalkı ve Konut Nitelikleri, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/nufusapp>, 2000
- [16] TS EN ISO 14040, (1976). Çevre Yönetim Sistemleri- Hayat Boyu Değerlendirme, TSE, I. Baskı, Ankara.
- [17] Taygun, G.T. ve Balanlı, A.,(2005). “Yaşam Döngüsü Süreçlerinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi”, YTÜ Mimarlık Fakültesi E-Dergisi, 1:40.
- [18] Gültekin, A.B., (2006). Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemi Kapsamında Yapı Ürünlerinin Evresel Etkilerinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı, Ankara.
- [19] Sev, A. ve Canbay N., (2009). „Dünya Genelinde Uygulanan Yeşil Bina Değerlendirme ve Sertifika Sistemleri”, Yapı’da Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki, 329:42–46.
- [20] Özçuhadar, T., (2007). “Binalarda Yaşam Döngüsü”, Yapı’da Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki, 312:14.
- [21] Battle, G. Ve Mc.Carthy, C., (1996). “Multi-source Synthesis: Embodied Energy”, Architectural Design, Cilt:66 (Sayı:11–12) : V
- [22] Braungart, M.,(2002) Cradle to Cradle, North Point Pres; Derleyen: Kebabçı Ö., (2008). ““Beşikten Mezara” Değil, “Beşikten Beşiğe”: Atık Kavramına Yeni Bir Yaklaşım”, Arkitera.com, İstanbul
- [23] Fleischman, M., Bloemhof, J.M., Dekker, R., Laan, E., Nunen, J., Wassenhove, L., (1997). “Quantitative Models for Reserve Logistics: A Review.”, European Journal of Operational Research, Vol.103, Issue 1; Derleyen: Topoyan, M., (2005). “Yeniden Üretim Sistemleri İçin Sürdürülebilir Ürün Tasarımlarının Oluşturulması”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul
- [24] Yüksel, H. ve Çelikoğlu, C.C., (2004). “Yeniden Üretim Faaliyetlerinin Planlanması ve Kontrolü İçin Bir Yöntem Önerisi”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:6, Sayı:3; Derleyen: Topoyan, M., (2005). “Yeniden Üretim Sistemleri İçin Sürdürülebilir Ürün Tasarımlarının Oluşturulması”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul
- [25] Gözlü, S. Ve Ersoy, M.C., (2004). “Yeniden Üretim Türkiye’deki Sorunları”, IV.Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Selçuk Üniversitesi, Konya; Derleyen: Topoyan, M., (2005). “Yeniden Üretim Sistemleri İçin Sürdürülebilir Ürün Tasarımlarının Oluşturulması”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul

- [26] Ferrer, G., (2003). "Yield Information and Supplier Responsiveness in Remanufacturing Operations." ; Derleyen: Topoyan, M., (2005). "Yeniden Üretim Sistemleri İçin Sürdürülebilir Ürün Tasarımlarının Oluşturulması", V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul
- [27] Enginöz, Y.K. ve Altan, S.,(2011). "Yapı Ürünlerinde Çevresel Etiketleme", Yapı'da Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki, 353:38.
- [28] Kim, J. ve Rigdon, B.,(1998b), "Introductory Module", National Pollution Prevention Center for Higher Education-University of Michigan, Michigan.
- [29] Taş, E.,(2002), "Yapı Ürüni Seçiminde Mimarların Davranış Biçimleri", Yapı Dergisi, 251
- [30] TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, Yapı Ürünleri ve Yapı Kısımlarının Birim Hacim Ağırlıkları, http://www.imoizmir.org.tr/UserContent/Document/bilgi_bankasi, 2011
- [31] Esin, T., (2008). "Yapı Ürüni Üretim Sürecinde Enerji Etkinliği", 4.Ulusal Yapı Ürüni Kongresi ve Sergisi, 12–13–14 Kasım 2008, İstanbul
- [32] Ciravoğlu, A., (2005). "A Research on Embodied Energy of Building Materials: Reflections on Turkey", Proceedings of the 2005 World Sustainable Building Conference in Tokyo, 29 September 2005, Tokyo, Japan.
- [33] Sev, A., (2009). Sürdürülebilir Mimarlık, Birinci Baskı, Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, 69–71, İstanbul.
- [34] Humphreys, K. ve Mahasen, M.,(2002). "Climate Change" in Towards Sustainable Cement Industry, World Business Council for Sustainable Development; Derleyen: Sev, A., (2009). Sürdürülebilir Mimarlık, Birinci Baskı, Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- [35] Bekem, İ., Gültekin, A.B., Dikmen Ç.B.,(2009). "Yapı Ürünlerinin "Hizmet Ömrü" Açısından İrdelenmesi: Betonarme Örneği.", 5.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS '09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük
- [36] Eriç, M., (2002). Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayınları, İstanbul
- [37] Taşdemir, C. Ve Ertokat, N., (2002). "Gazbetonun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Bir Değerlendirme", 1.Ulusal Yapı Ürüni Kongresi ve Sergisi, 9–13 Ekim 2002, İstanbul
- [38] Shingle Üretimi, <http://www.birlikcati.com.tr>, 2011
- [39] Sayar, Z., Gültekin, A. ve Dikmen, Ç., (2009). "Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Ahşap ve PVC Doğramaların Değerlendirilmesi", 5.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13–15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye

**MİMARLARIN YAPI ÜRÜNLERİ TERCİHLERİNİ SORUŞTURMAK ÜZERE
UYGULANAN ANKET FORMU**

Mimarların Yapı Ürünü Tercihleri

Saygıdeğer Mimar Meslektaşımız,

Aşağıdaki soruşturma "Mimarların Yapı Ürünü Tercihleri" konulu araştırma kapsamında hazırlanmıştır. Vereceğiniz yanıtlar bu konu üzerine Yıldız Teknik Üniversitesi'nde yapılacak lisansüstü tez çalışmasını yönlendirecektir. Vereceğiniz yanıtlar araştırma kapsamında gizli tutulacak, araştırma sonuçları Mimarlar Odası aracılığıyla sizlerle paylaşılacaktır.

Şimdiden zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

Çalıştığınız is yerinde sizinle birlikte kaç mimar/mühendis daha çalışıyor? *(tek yanıt seçilebilir)

- 1–10
- 10–20
- 20–50
- 50–100
- 100den fazla

Soruşturmamızdaki soruları aşağıdaki menüden seçeceğiniz bir bina türüne göre (tercihen en çok çalıştığınız bina türüne göre) yanıtlamanızı rica ederiz. * (tek yanıt seçilebilir)

- Altyapı Projeleri
- Çok İşlevli Yapılar
- Çevre Düzenleme

- Dini Yapılar
- Eğitim Yapıları
- Endüstri ve Enerji Yapıları
- Kamu Yönetim ve Güvenlik yapıları
- Konut /Toplu Konut
- Kültür/ Sanat/ Eğlence Yapıları
- Ofis/ Büro ve Bankalar
- Sağlık ve Sosyal Yardım Yapıları
- Spor Yapıları
- Ticaret ve Hizmet Yapıları
- Turizm Yapıları
- Ulaşım ve Haberleşme Yapıları

İlgili projeleriniz yapı taşıyıcı sistem çözümünde hangi ürünü daha çok kullanıyorsunuz? * (tek yanıt seçilebilir)

- Ahşap
- Betonarme
- Çelik
- Taş
- Tuğla
- Saman
- Kağıt
- Diğer

Lütfen bu ürünü seçim nedenlerinizi işaretleyiniz. * (birden çok yanıt seçilebilir)

- Fiyatı uygun
- Kolay tedarik edilebiliyor
- Kolay uygulanabiliyor
- Detay çözümü kolay
- Sağlam
- Alışıldık
- Farklı tasarımlar yaratılabiliyor.
- Estetik
- Uzun ömürlü
- Üretim enerjisi az
- Bakım maliyeti düşük
- Yeniden kullanılabilir
- İnsan sağlığına zararlı değil
- Diğer

İlgili projelerinizin iç duvarlarında hangi ürünü daha çok kullanıyorsunuz? * (tek yanıt seçilebilir)

- Tuğla
- Gazbeton
- Ahşap
- Cam
- Plastik
- Alçıpanel
- Diğer

Lütfen bu ürünü seçim nedenlerinizi işaretleyiniz. * (birden çok yanıt seçilebilir)

- Fiyatı uygun
- Kolay tedarik edilebiliyor
- Kolay uygulanabiliyor
- Detay çözümü kolay
- Sağlam
- Alışıldık
- Farklı tasarımlar yaratılabiliyor.
- Estetik
- Uzun ömürlü
- Üretim enerjisi az
- Bakım maliyeti düşük
- Yeniden kullanılabilir
- İnsan sağlığına zararlı değil
- Diğer

İlgili projelerinizin dış duvarlarında hangi ürünü daha çok kullanıyorsunuz? * (tek yanıt seçilebilir)

- Tuğla
- Gazbeton
- Ahşap
- Cam
- Plastik
- Alçıpanel
- Diğer

Lütfen bu ürünü seçim nedenlerinizi işaretleyiniz. * (birden çok yanıt seçilebilir)

- Fiyatı uygun
- Kolay tedarik edilebiliyor

- Kolay uygulanabiliyor
- Detay çözümleri kolay
- Sağlam
- Ahşıldık
- Farklı tasarımlar yaratılabiliyor.
- Estetik
- Uzun ömürlü
- Üretim enerjisi az
- Bakım maliyeti düşük
- Yeniden kullanılabilir
- İnsan sağlığına zararlı değil
- Diğer

İlgili projelerinizde cephe sistemi olarak hangisini daha çok kullanıyorsunuz? * (tek yanıt seçilebilir)

- Alüminyum
- Cam
- Ahşap
- Çelik
- Plastik
- Doğaltaş
- Seramik
- Diğer

Lütfen bu ürünü seçim nedenlerinizi işaretleyiniz. * (birden çok yanıt seçilebilir)

- Fiyatı uygun
- Kolay tedarik edilebiliyor
- Kolay uygulanabiliyor
- Detay çözümleri kolay
- Sağlam
- Ahşıldık
- Farklı tasarımlar yaratılabiliyor.
- Estetik
- Uzun ömürlü
- Üretim enerjisi az
- Bakım maliyeti düşük
- Yeniden kullanılabilir
- İnsan sağlığına zararlı değil
- Diğer

İlgili projelerinizin dış mekâna açılan açıklıkları için hangi ürünü daha çok kullanıyorsunuz? *(doğramalar) (tek yanıt seçilebilir)

- Alüminyum + cam
- Ahşap + cam
- Çelik + cam
- Plastik + cam
- Diğer

Lütfen bu ürünü seçim nedenlerinizi işaretleyiniz. * (birden çok yanıt seçilebilir)

- Fiyatı uygun
- Kolay tedarik edilebiliyor
- Kolay uygulanabiliyor
- Detay çözümü kolay
- Sağlam
- Alışıldık
- Farklı tasarımlar yaratılabiliyor.
- Estetik
- Uzun ömürlü
- Üretim enerjisi az
- Bakım maliyeti düşük
- Yeniden kullanılabilir
- İnsan sağlığına zararlı değil
- Diğer

İlgili projelerinizin döşemeleri için hangi ürünü daha çok kullanıyorsunuz? * (tek yanıt seçilebilir)

- Ahşap
- Plastik
- Doğaltaş
- Seramik
- Diğer

Lütfen bu ürünü seçim nedenlerinizi işaretleyiniz. * (birden çok yanıt seçilebilir)

- Fiyatı uygun
- Kolay tedarik edilebiliyor
- Kolay uygulanabiliyor
- Detay çözümü kolay
- Sağlam
- Alışıldık
- Farklı tasarımlar yaratılabiliyor.

- Estetik
- Uzun ömürlü
- Üretim enerjisi az
- Bakım maliyeti düşük
- Yeniden kullanılabilir
- İnsan sağlığına zararlı değil
- Diğer

İlgili projelerinizde çatı kaplama sistemi olarak hangisini daha çok kullanıyorsunuz? * (tek yanıt seçilebilir)

- Metal esaslı
- Kil esaslı (Kiremit)
- Çimento esaslı
- Bitüm esaslı (shingle)
- Plastik esaslı (Pc/Ctp)
- Cam
- Diğer

Lütfen bu ürünü seçim nedenlerinizi işaretleyiniz. * (birden çok yanıt seçilebilir)

- Fiyatı uygun
- Kolay tedarik edilebiliyor
- Kolay uygulanabiliyor
- Detay çözümü kolay
- Sağlam
- Alışıldık
- Farklı tasarımlar yaratılabiliyor.
- Estetik
- Uzun ömürlü
- Üretim enerjisi az
- Bakım maliyeti düşük
- Yeniden kullanılabilir
- İnsan sağlığına zararlı değil
- Diğer

Yapılarımızdaki ürünleri seçerken, ürün üretim enerjilerini önemsiyor musunuz? * (tek yanıt seçilebilir)

- Evet
- Hayır
- Bu konuda fikrim yok.

Yapılarımızdaki ürünleri seçerken, geridönüşümlü olmalarına dikkat ediyor musunuz? (tek yanıt seçilebilir)

- Evet
- Hayır
- Bu konuda fikrim yok.

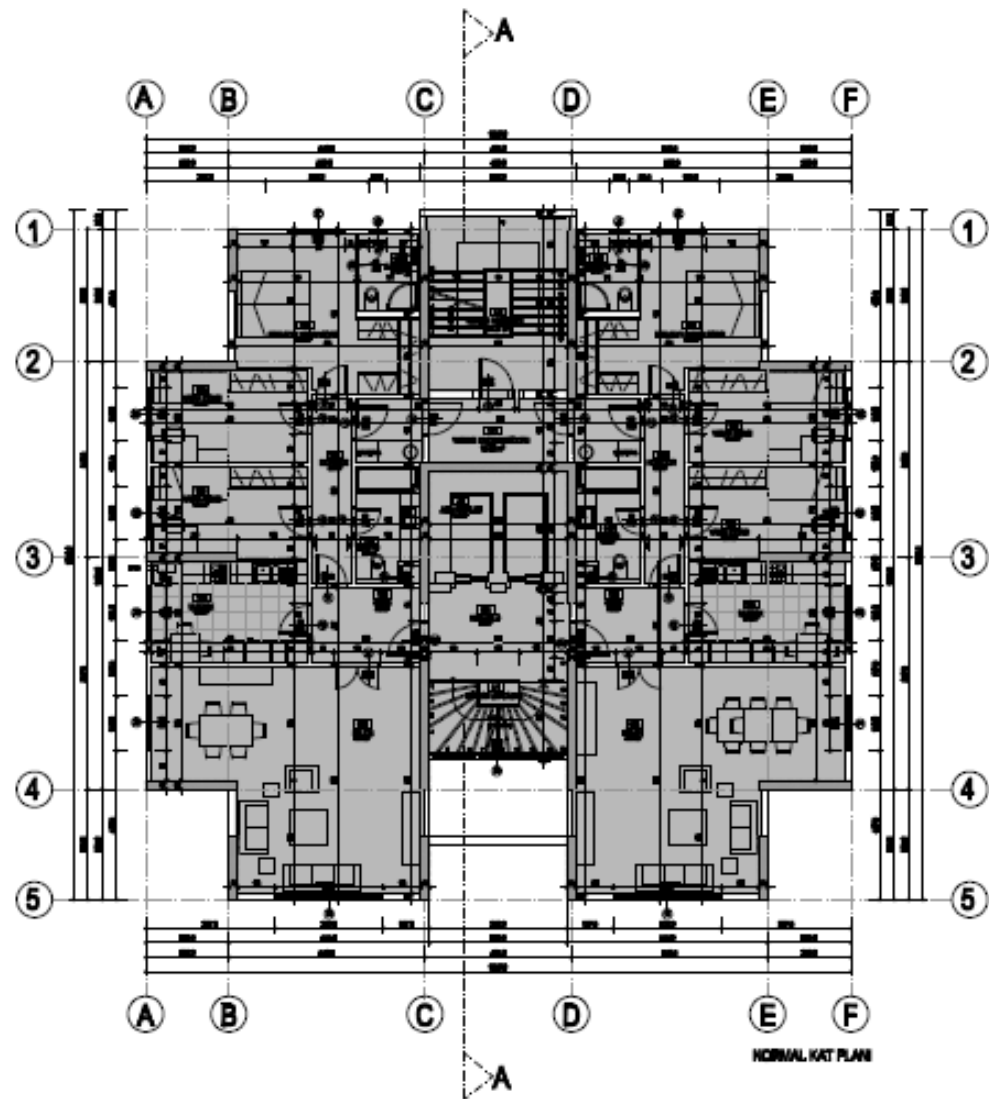
Yapılarımızdaki ürünleri seçerken, bakım maliyetlerini dikkate alıyor musunuz? (tek yanıt seçilebilir)

- Evet
- Hayır
- Bu konuda fikrim yok.

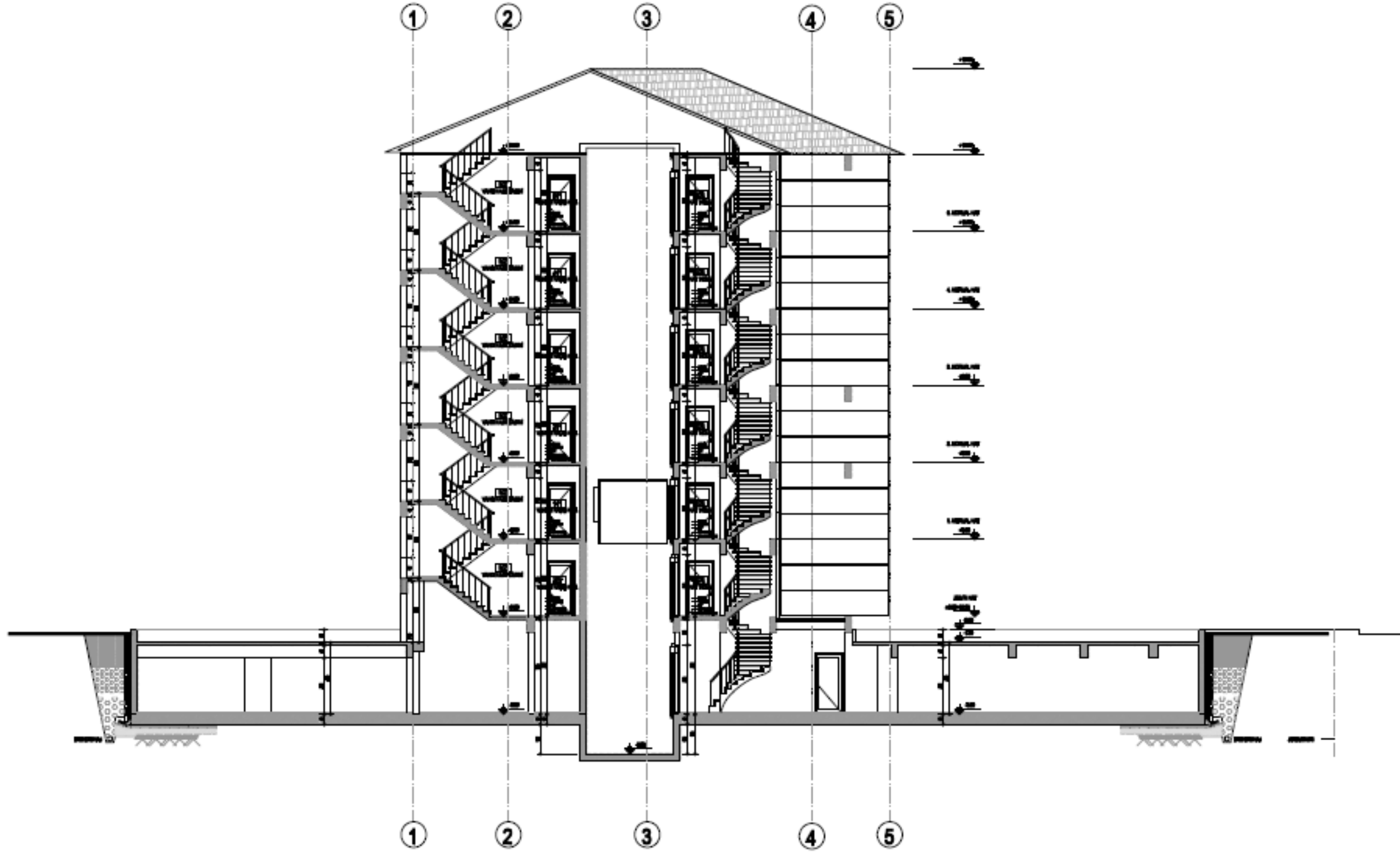
Soruşturmamıza zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

Başka bir bina türü ile soruşturmae devam etmek için, aşağıdaki linke tıklayınız.

B-1 Örnek Bina Plan



B-2 Örnek Bina Kesiti



ÖRNEK BİNA METRAJ TABLOSU

C-1 1 Katlı Bina Metraj Tablosu

1 KATLI BİNA METRAJ CETVELİ																
NO	TANIM	L (birim duvar uzunluğu) m	H (kat yüksekliği) m	M (genişlik) m	H (kat sayısı) ad	[1 kat için] ADET	MINHA (1 KAT İÇİN)								TOPLAM m ²	TOPLAM m ³
							KAPI				PENCERE					
							TANIM	AD	EN m	BOY m	TANIM	AD	EN m	BOY m		
TAŞIYICI	KAT KOLON 1	1,75	2,83	0,25	1,00	2,00									9,91	2,48
TAŞIYICI	KAT KOLON 2	2,55	2,83	0,25	1,00	2,00									14,43	3,61
TAŞIYICI	KAT KOLON 3	4,70	2,83	0,25	1,00	2,00									26,60	6,65
TAŞIYICI	KAT KOLON 4	2,55	2,83	0,25	1,00	2,00									14,43	3,61
TAŞIYICI	KAT KOLON 5	2,55	2,83	0,25	1,00	2,00									14,43	3,61
TAŞIYICI	KAT KOLON 6	1,75	2,83	0,25	1,00	2,00									9,91	2,48
TAŞIYICI	KAT KOLON 7	1,75	2,83	0,25	1,00	2,00									9,91	2,48
TAŞIYICI	KAT KOLON 8	3,60	2,83	0,25	1,00	2,00									20,38	5,09
TAŞIYICI	KAT KOLON 9	12,10	2,83	0,25	1,00	2,00									68,49	17,12
TAŞIYICI	BODRUM KOLON	103,90	2,68	0,40	1,00	1,00									278,45	111,38
TAŞIYICI	TEMEL	328,10		0,40	1,00	1,00									131,24	52,50
TAŞIYICI	KIRIŞ 1	3,60		0,48	1,00	2,00									3,46	1,66
TAŞIYICI	KIRIŞ 2	3,60		0,48	1,00	2,00									3,46	1,66
TAŞIYICI	KIRIŞ 3	1,26		0,48	1,00	2,00									1,21	0,58
TAŞIYICI	KIRIŞ 4	0,48		0,48	1,00	4,00									0,92	0,44
TAŞIYICI	KIRIŞ 5	2,83		0,48	1,00	2,00									2,72	1,30
TAŞIYICI	ÇATI	103,90	1,10	0,25	1,00	1,00									114,29	28,57
															TAŞIYICI M ²	TAŞIYICI M ³
															724,22	245,21
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 1	2,00	3,00	0,19	1,00	2,00					P6	2,00	1,50	2,30	5,10	0,97
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 2	3,30	3,00	0,19	1,00	2,00					P4	2,00	0,50	0,60	19,20	3,65
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 3	1,95	3,00	0,19	1,00	2,00									11,70	2,22
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 4	5,42	3,00	0,19	1,00	4,00					P3	4,00	1,50	1,60	55,44	10,53
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 5	3,42	3,00	0,19	1,00	2,00					P3	2,00	1,50	1,60	15,72	2,99
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 6	3,42	3,00	0,19	1,00	2,00					P1	2,00	1,50	2,25	13,77	2,62
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 7	1,30	3,00	0,19	1,00	2,00									7,80	1,48
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 8	5,50	3,00	0,19	1,00	2,00					P2	2,00	3,00	2,30	19,20	3,65
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 9	4,30	3,00	0,19	1,00	2,00									25,80	4,90
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 10	3,66	3,00	0,19	1,00	2,00									21,96	4,17
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 11	4,30	3,00	0,19	1,00	1,00									12,90	2,45
DIŞ DUVAR	DIŞ DUVAR 12	3,80	3,00	0,19	1,00	1,00									11,40	2,17
															DIŞ DUVAR M ²	DIŞ DUVAR M ³
															219,99	41,80
															DOĞRAMA M ²	DOĞRAMA M ³
															13,95	1,40
CEPHE-TAŞIYICI	CEPHE 1	2,30	3,00	0,01	1,00	1,00									6,90	0,07
CEPHE-TAŞIYICI	CEPHE 2	1,75	3,00	0,01	1,00	1,00									5,25	0,05
CEPHE-TAŞIYICI	CEPHE 3	2,30	3,00	0,01	1,00	1,00									6,90	0,07
CEPHE-TAŞIYICI	CEPHE 4	1,75	3,00	0,01	1,00	1,00									5,25	0,05
CEPHE-TAŞIYICI	CEPHE 5	1,50	3,00	0,01	1,00	1,00									4,50	0,05
															CEPHE M ²	CEPHE M ³
															40,38	2,49

İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 1	1,81	2,83	0,20	15,00	2,00										153,67	30,73
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 2	2,34	2,83	0,09	15,00	2,00	K3	2,00	0,80	2,20						145,87	12,40
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 3	2,05	2,83	0,09	15,00	2,00										174,05	14,79
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 4	2,55	2,83	0,09	15,00	2,00	K2	2,00	0,90	2,20						157,10	13,35
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 5	3,00	2,83	0,09	15,00	2,00	K2	2,00	0,90	2,20						195,30	16,60
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 6	4,34	2,83	0,09	15,00	2,00										368,47	31,32
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 7	2,53	2,83	0,09	15,00	2,00	K2	2,00	0,90	2,20						155,40	13,21
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 8	1,95	2,83	0,09	15,00	2,00										165,56	14,07
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 9	1,80	2,83	0,09	15,00	2,00	K4	2,00	1,00	2,20						86,82	7,38
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 10	1,80	2,83	0,09	15,00	2,00										152,82	12,99
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 11	3,25	2,83	0,09	15,00	2,00	K3	2,00	0,80	2,20						223,13	18,97
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 12	2,80	2,83	0,09	15,00	2,00	K2	2,00	0,90	2,20						178,32	15,16
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 13	3,00	2,83	0,09	15,00	2,00	K2	2,00	0,90	2,20						195,30	16,60
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 14	7,44	2,83	0,09	15,00	2,00	K1	2,00	1,30	2,20						545,86	46,40
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 15	1,30	2,83	0,09	15,00	2,00										110,37	9,38
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 16	1,80	2,83	0,20	15,00	2,00	K4	2,00	1,00	2,20						86,82	17,36
İÇ DUVAR	İÇ DUVAR 17	3,80	2,83	0,20	15,00	2,00	K4	2,00	1,00	2,20						256,62	51,32
															İÇ DUVAR M2	İÇ DUVAR M3	
															3351,44	342,04	
ÇATI	ÇATI	302,52		0,10	1,00	1,00										302,52	30,25
															ÇATI M2	ÇATI M3	
															302,52	30,25	
DÖŞEME	EBEVEYN BANYO	3,14		0,10	15,00	2,00										94,20	9,42
DÖŞEME	EBEVEYN YATAK ODASI	17,00		0,10	15,00	2,00										510,00	51,00
DÖŞEME	YATAK ODASI	11,00		0,10	15,00	2,00										330,00	33,00
DÖŞEME	YATAK ODASI	10,60		0,10	15,00	2,00										318,00	31,80
DÖŞEME	MUTFAK	12,00		0,10	15,00	2,00										360,00	36,00
DÖŞEME	SALON	39,00		0,10	15,00	2,00										1.170,00	117,00
DÖŞEME	GİRİŞ	6,30		0,10	15,00	2,00										189,00	18,90
DÖŞEME	BANYO	5,85		0,10	15,00	2,00										175,50	17,55
DÖŞEME	KORIDOR	5,80		0,10	15,00	2,00										174,00	17,40
DÖŞEME	ÇAMAŞIR ODASI	3,33		0,10	15,00	2,00										99,90	9,99
DÖŞEME	YANGIN MERDİVENİ	18,27		0,10	15,00	1,00										274,05	27,41
DÖŞEME	YANGIN KAÇIŞ KORIDORU	13,88		0,10	15,00	1,00										208,20	20,82
DÖŞEME	ASANİSÖR	13,11		0,10	15,00	1,00										196,65	19,67
DÖŞEME	KAT HOLÜ	6,90		0,10	15,00	1,00										103,50	10,35
DÖŞEME	SERVİS MERDİVENİ	6,76		0,10	15,00	1,00										101,40	10,14
															DÖŞEME M2	DÖŞEME M3	
															4.304,40	430,44	

YAPI ÜRÜNÜ ÜRETİM ENERJİSİ BİLGİ FORMU

Yapı Ürünü Üretim Enerjisi Bilgi Formu									
Sayın İlgililer,									
Aşağıdaki anket "Yapı Ürünlerinin Ekolojik Tasarıma Yönelik Olarak Türkiye Bağlamında İncelenmesi" konulu araştırma kapsamında hazırlanmıştır. Vereceğiniz yanıtlar bu konu üzerine Yıldız Teknik Üniversitesi'nde yapılacak lisansüstü tez çalışmamı yönlendirecektir.									
Yanıtlarınız araştırma kapsamında gizli tutulacak, tez içerisinde firma ismi belirtilmeyecektir.									
Simdiden zaman ayırdığınız için teşekkür ederim.									
Zeynep YILMAZ									
Mimar									
Formu Dolduran Yetkili	Adı / Soyadı :		Üretici Kurum	Adı :					
	Görevi :			Adresi :					
	E-mail Adresi :			Telefonu :					
				Web Adresi :					
Yapı Ürünü	Adı :								
	Üretim kapasitesi (Ör: ayda ortama 10bin ton)								
	Ebatları (10cm en* 3cm boy * 5cm yükseklik yada 150 cm3 1kg/m3)	Ambalaj Türü	Bir Ambalajdaki Ürün Miktarı	Ambalaj En x Boy x	Bir Paketteki Ürün Ağırlığı	Bir Paketteki Ürün Hacmi			
	Ör: Paket	1 pakette 12kg	50 x 50 x 12cm						
Hammadde Edimini	Hammadde Adı/ Birim üründeki miktarları/ Kaynağı/ Hammadde Edinim Yöntemi/ Geri Dönüşüm Durumu/ Üretim Alanına Ulaşım Şekli/ Oluşan Atık Türü ve Miktarı	Adı	Miktarı	Kaynağı	Hammadde Edinim Yöntemi	Geri Dönüşürümüş ürün müdür?	Üretim Alanına Ulaşım Şekli	Oluşan Atık Türü ve Miktarı	
	Ör: Kum	1kg betonda 0,2 kg	Gebze /Kocaeli			Hayır	Karayolu		
	1.								
	2.								
	3.								
	4.								
	5.								
	6.								
	7.								
	8.								
9.									
10.									

Üretim	Yeri :				
	Tüketilen Enerji Türü/Miktar ve Zamanları (başka enerji türleri varsa belirtiniz.)	Enerji Türü	Miktarı / Zaman	Enerji Türü	Miktarı / Zaman
		Ör: Elektrik	5bin kWhsa / 1 ay	6.
		1. Elektrik		7.
		2. Doğalgaz		8.
		3. Kömür		9.
		4. Su		10.
	5.		11.	
	Çalışan sayısı ve görevleri	Görev Tammı	Kişi Sayısı	Görev Tammı	
		Ör: Mühendis	70	6.	
		Ör: İşçi	50	7.	
		1.		8.	
2.			9.		
3.			10.		
4.		11.			
5.		12.			
Uygulama	Uygulama Yeri :	Istanbul ili olarak kabul edilecektir.			
	Uygulama yerine ulaşım Şekli :				
	Ulaşımında harcanan vakit türü :				
Geri Dönüşüm	Yeri :				
	Şirket Politikası Yöntemi :				
	Oluşan Atık türü/ Miktarı :				
	Tüketilen Enerji Türü / Miktar / Zaman :				
Yok Edilme	Yeri :				
	Şirket Politikası Yöntemi :				
	Oluşan Atık türü/ Miktarı :				
	Tüketilen Enerji Türü / Miktar / Zaman :				

YAPI ÜRÜNLERİ VE YAPI BÖLÜMLERİNİN BİRİM HACİM AĞIRLIKLARI

SIRA NO	MALZEME VEYA BİLEŞENİN ADI	Kg/m ³
1.	DOĞAL TAŞLAR	
	a) KRİSTAL YAPILI PÜSKÜRÜK VE METAMORFİK TAŞLAR	
	Bazalt, melafir, Diyorit, Garbo, Gnayis, Şistler	3000
	Diyabaz	2900
	Granit, Siyanit, Porfir, Mermer	2800
	Serpantin	2600
	b) TORTUL, SEDİMANTE TAŞLAR	
	Yoğun kalker, Yoğun dolomit	2700
	Grovak, Kumtaşı, Konglomera	2600
	Kalker, Kalker Konglomeraları, Traverten	2400
	Gözenekli Püskürük Taşlar	<1600
2.	DOĞAL ZEMİNLER	
	Kum, kum-çakıl	1800
	Kil, Sıkı Toprak	2000
3.	DÖKME MALZEMELER	
	Kum, Çakıl, Kırmataş (mıcır)	1800
	Bims Çakılı (3234)	≤1000
	Yüksek Fırın Cürufu	≤600
	Kömür Cürufu	≤1000
	Gözenekli Doğal Taş Mıcırları	1200-1500
	Genleştirilmiş perlit agregası (TS 3681)	50 - 200
	Genleştirilmiş mantar parçacıkları	≤200
	Polistren, sert köpük parçacıkları	15
	Testere ve planya talaşı	200
	Saman	150

4.	SIVALAR, ŞAPLAR, HARÇLAR	
	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800
	Çimento harcı	2000
	Takviyeli harç	1900
	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400
	Agregasız alçı siva	1200
	Alçı harçlı şap, çimento harçlı şap	2000
	Dökme asfalt kaplama ≥ 15	2300
	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış siva harçları	800-1000
	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç tabakaları	400 - 800
5.	BÜYÜK BOYUTLU YAPI ELEMANLARI - BETONLAR	
	Normal Beton, (TS 500'e uygun) doğal agrega veya micir kullanılarak yapılmış betonlar	Donatılı 2400 Donatısız 2200
	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114'e uygun agregalarla)	800 - 2000
	Yalnız genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun)	300-1600
	Cüruf betonu	1200
	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılan hafif betonlar (boşluklu)	1600-2000
	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	600 - 2000
	Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar (TS 3234'e uygun) (TS 2823'e uygun yapı elemanları dahil)	500-1200
	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	400-1200
	Çeltik kapçığı betonu	600 - 700
	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil)	400 - 800
6.	YAPI PLAKLARI VE LEVHALARI	
	Gaz beton yapı levhaları (TS 453'e uygun plaklar) Normal harçlı & yapıştırıcılı	500 - 800
	Hafif betondan duvar plakaları	800- 1400
	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dahil (TS 451, TS 452. TS 1474'e uygun))	600-1200
	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları (TS 3682'ye uygun)	600 - 900
	Alçı Karton plaklar (TS 452'e uygun)	900
7.	KAGİR DUVARLAR	
	Moloz taş duvar	2400
	Beton taş duvar	2200
	Hafif taş duvar	800
	TS 704, TS 705'e uygun tuğlalarla yapılan kagir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker, (TS 4562) seramik ve klinker (TS 2902)	1800-2200
	TS 704, TS 705'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1200-2000
	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS 4377 ve TS 4916'ya uygun harç kullanılarak AB ve W sınıfı tuğlalarla, normal derz veya haç ceppli)	700- 1000
	Yatay delikli tuğlalarla duvarlar (TS 4563)	1000
	Kireç - kumtaşı duvarlar (TS 808'e uygun)	700 - 2200
	Gazbeton duvar blokları ile duvarlar (TS 453'e uygun)	400 - 800
	Hafif betondan dolu (TS 406), doğal bims Betondan, TS 2823'e uygun, beton briket veya duvar blokları ile duvarlar.	500 - 2000

	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (TS 3681)'e uygun yapılmış beton briket veya duvar blokları ile duvarlar	500 - 800
	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (TS 2823'e uygun)	500-1400
	Normal betondan boşluklu briket ve bloklarla duvarlar (TS 406'ya uygun)	≤1800
8.	AHŞAP VE AHŞAP MAMÜLLERİ	
	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar, yapı kerestesi, (çam vb.)	600
	Kayın, meşe, dişbudak, kontrplak (TS46), kontrabla (TS 1047)	800
	Yatık ve dik ahşap yonga levhalar	700
	Sert ve orta sert odun lifi levhalar (TS 64)	600-1000
	Hafif odun lifi levhalar	200 - 300
9.	KAPLAMALAR	
	Linolyum	1000
	PVC Kaplamalar	1500
	Halı vb. kaplamalar	250
	Maslik asfalt kaplama ≥7 mm	2000
	Bitümlü karton	1100
	Cam tülü armatürlü bitümlü pestil	1200
	Armatürlü veya armatürsüz plastik pestil ve folyolar	1000-1200
10.	ISI YALITIM MALZEMELERİ	
	Odun talaşı levhalar (TS 305)	360 - 570
	Polistren - partiküler köpük (TS 7316)	≥15
	Poliüretan - Fenol reçinesinden sert köpük levhalar (TS 2193) (TS 10981)	≥30
	Mineral ve bitkisel lifli yalıtım malzemeleri (TS 901)	8-500

Doğal Taşlar ve	
Doğal Taş Duvarlar	kgf/m²
(Harç ile sıvasız)	
a) Püskürük Taşlar	
Bazalt, melafir, diorit, gabro	3000
Diyabaz	2900
Granit, siyanit, portür	2800
Bazalt lavı	2300
b) Tortul Taşlar	
Yoğun kalker yoğun dolomit	2700
Kumtaşı, grovak	2600
Kalker, kalker konglomeraları	
traverten.	2400
c) Metamorfik Taşlar	
Gnays	3000
Şistler.	2800
Serpantin	2600
Boşluklu normal betondan	
(bloklar birim hacim ağırlığı:	
1600 kgf/m ³ için)	1700
Dolu bloklar, (kum ilavesiz	
kazan cürufu betonundan)	1500
BETONLAR	
Bimsbeton	100
Kazan cürufu betonu (kum	
ilave edilmeden)	1400
Demirsiz betonlar (normal)	2200
Betonarme (normal)	2400
Betonarme (sıkı ve sık donatılı)	2500

HARÇLAR

Alçı Harcı	1200
Kireç Harcı	1800
Takviyeli Harç	2000
Çimento Harcı	2100

Sunî Taş Duvarlar (Harç ile sıvasız)

a) Dolu tuğla	1800
b) Delikli ve boşluklu tuğla	
Tuğla birim hacim ağırlığı	
= 1400 kgf/m ³ için	1500
Tuğla birim hacim ağırlığı	
= 1200 kgf/cm ³ için	1400
Tuğla birim hacim ağırlığı	
= 1000 kgf/cm ³ için	1200
c) Beton bloklar	
Dolu normal betondan bloklar	2200

YAPI KERESTESİ

Yumuşak ağaçlar (Çam vb.)	600
Sert ağaçlar (Meşe vb.)	800

METALLER

Çelik	7850
Alüminyum	2700
ALÜMİNYUM Alaşımın.	2700-2900
Kurşun	11400
Çinko	7200
Dökme Demir	7200
Bakır	8900

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Zeynep YILMAZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 13 Nisan 1986
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : zeynepmmr@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Mimarlık	YTÜ	2008
Lise	Matematik-Fen	Köy Hizmetleri Anadolu Lisesi	2004

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2011-halen	System İnşaat Ltd. Şti.	Teknik Koordinatör
2010-2011	System İnşaat Ltd. Şti.	Mimar
2009-2010	System İnşaat Ltd. Şti.	Satınalma Departman Şefi
2007 -2009	System İnşaat Ltd. Şti.	Lojistik ve Satınalma Sorumlusu

YAYINLARI

Makale

1. Yılmaz Z., (2007). "Çelik Yapı Tasarımı Dersi Projesi – Zeynep Yılmaz", Mimarlıkta Ürün Dergisi, Sayı:5 : 80-81

Bildiri

1. Yılmaz Z. ve Ciravoğlu A., (2010). "Ülkemizde Mimarların Yapı Ürünsi Tercihlerinin Yaşam Döngüsü Açısından Değerlendirilmesi", Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi, 4-5 Mart 2010, İstanbul.

ÖDÜLLERİ

1. Yıldız Teknik Üniversitesi Rektörlüğü tarafından düzenlenen "Yıldız Yerleşkesi Kültür ve Eğitim Merkezi Mimari Proje Yarışması"nda Birinci Mansiyon Ödülü ve sergisi - Mayıs 2009 (Sibel Şavklı ile beraber)
2. Kent Düşleri Kapsamında düzenlenen "Zonguldak Merkez Lavuar Alanı Öğrenci Fikir Projesi Yarışması" Lisans Kategorisi Teşvik Ödülü - Haziran 2008 (Mine Kurt ve Nurdan Yıldız ile beraber)
3. Mimarlar Odası Kayseri Şubesi "Sinan'dan Bugüne Kamu Mimarlığı "Devlet ve Uygarlık"" konulu afiş yarışması Mansiyon Ödülü – 09.04.2008
4. YTÜ Tasarım Kuram ve Yöntemleri Bilim Dalı tarafından Prof. Erhan Balkan anısına düzenlenen Mimari Tasarımı Deneyimi yarışması ödülü – 2006-2007 YTU Mimarlık Fakültesi Güz Dönemi