

FARKLI YAPIM SİSTEMLERİ VE KONUT MALİYETLERİ

ESRA BOSTANCIOĞLU¹, EMEL DÜZGÜN BİRER²

ÖZET

Bir binanın fonksiyon ve performansının değerlendirilmesinde; diğerlerinin yanında maliyet önemli bir parametredir. Bu çalışmada, seçilen örnek bir konut projesinin üç farklı yapım sistemi ile inşa edilmesi durumunda, alternatiflerin ilk yatırım ve m² başına maliyetleri karşılaştırılmaktadır. Bunun yanında; malzeme, düz işçi, usta işçilik ve makine girdilerinin m² başına maliyetleri ve girdilerin toplam maliyet içindeki payları; taşıyıcı sistem maliyetleri ve taşıyıcı sistem maliyetlerinin toplam maliyet içindeki payları belirlenerek karşılaştırılmıştır. Farklı yapım sistemi alternatifleri değerlendirilerek; geleceğe yönelik olarak iki katlı müstakil konut binalarında hangi yapım sisteminin kullanılmasının daha uygun olabileceğinin ipuçları verilmiştir.

1. GİRİŞ

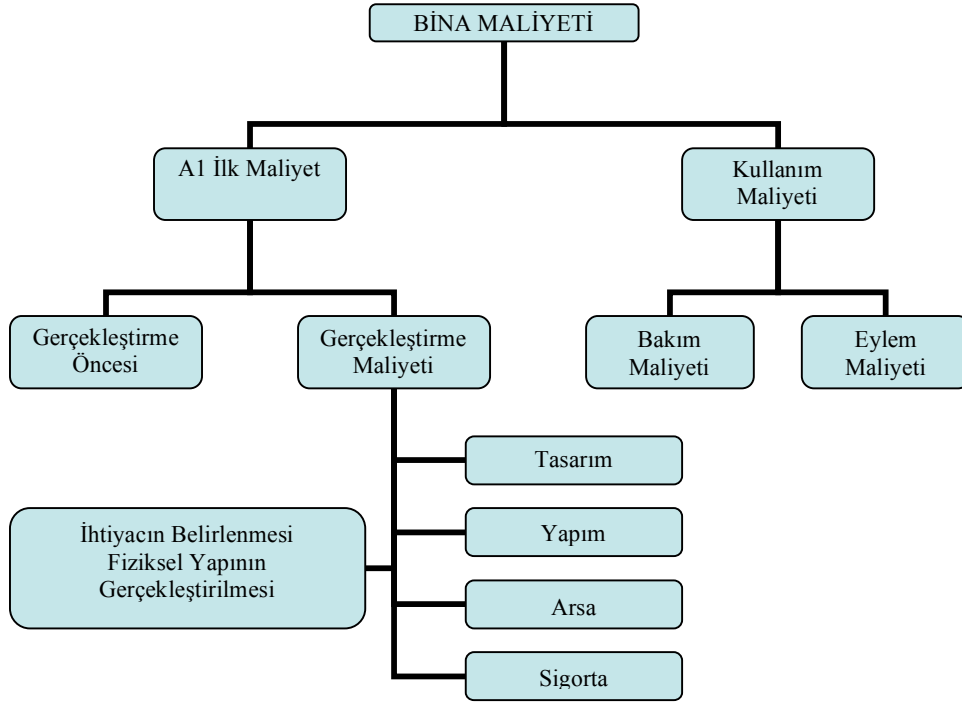
Bir binanın fonksiyon ve performansının değerlendirilmesinde; diğerlerinin yanında maliyet önemli bir parametredir. Bundan dolayı, tasarımın değerlendirilebilmesi için maliyetin de belirlenmesi, hesaplanması gerekmektedir. Her proje için temel hedefin ekonomiklik olduğu söylenebilir. Ekonomiklik, tasarlanan binanın sağlayacağı faydanın, bunun

¹ Yrd. Doç. Dr. İstanbul Kültür Üniversitesi, Şirinevler, İstanbul

² Öğr. Gör. İstanbul Kültür Üniversitesi, Şirinevler, İstanbul

oluşturacağı maliyetten büyük olmasını ifade etmektir. Türkiye'de konut üretimi inşaat sektöründe ve ülkesel yatırımlar içinde yüksek bir payı oluşturmaktadır. Öte yandan, ülkemizde konut ihtiyacı önemli ölçüde varlığını sürdürmektedir. Konut ihtiyacının en ekonomik biçimde karşılanması gerekmektedir. Bu ihtiyacın karşılanması, özellikle de sınırlı gelire sahip grupların konut ihtiyacının karşılanabilmesi için; konutları satın alınabilir hale getirmek, yani maliyetini düşürmek ya da ekonomik davranmak zorunlu olmaktadır. Bu çalışmanın amaçlarından biri de, seçilen örnek bir konut projesinin üç farklı yapım sistemi ile inşa edilmesi durumunda, alternatiflerin ilk yatırım maliyetlerinin karşılaştırılmasıdır.

Bina maliyeti Şekil 1'de görüldüğü gibi, bina üretim sürecinin farklı aşamalarında oluşmaktadır. İlk yatırım maliyetlerinin yanında, konutların yaşam dönemi maliyetleri (life-cycle cost) de önemlidir. Konutların kullanıldıkları süre içinde de maliyetleri vardır. Kullanım süresine bağlı olarak oluşan bakım, onarım ve işletme giderleri de konut sahiplerinin bütçelerinde önemli yer tutmaktadır.



Şekil 1- Bina Maliyeti [1]

Bunların yanında; konut inşaatlarının gerçekleştirilmesi sırasında kullanılan malzeme girdilerinin miktarları da, ülkemizdeki malzeme kaynaklarının tüketilmesi açısından önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, seçilen konut projesi için, üç farklı yapım sistemi alternatifinin gerektirdiği malzeme maliyetleri de belirlenerek; farklı alternatifler için gerekli malzeme girdilerinin maliyetlerinin karşılaştırılması da amaçlanmaktadır.

2. MALİYET KAVRAMI VE MALİYET TAHMİN MODELLERİ

Maliyetin belirlenmesi için de, maliyet tahmin modellerine ihtiyaç vardır. Maliyet tahmin modelleri, maliyeti oluşturan sistemin sembolik oluşumudur.

Maliyetin belirlenmesinde söz konusu olan genel amaçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Bina yapımının ön projelendirme evresinde yatırım miktarının belirlenmesi, yatırım için ayrılacak sermayenin yeterli olup olmadığının veya ayrılması gerekli kaynak miktarının görülebilmesi,
- Alternatif tasarımlardan en düşük maliyet ve en yüksek performansa sahip olanının belirlenebilmesi,
- Maliyeti hangi faktörlerin etkilediğinin görülebilmesi ve maliyetin; bu faktörlerin değiştirilmesi ile düşürülebilmesidir.

Bina maliyetinin büyük ölçüde ilk karar aşamalarında belirlenmesi istenmektedir. Projeyi gerçekleştirmek isteyen kişi; daha işe başlamadan, bu işi gerçekleştirebilecek sermayeyi sağlayıp sağlayamayacağını bilmek istemektedir. Maliyet tahmini doğrultusundaki çalışmalar ile; projenin farklı süreçlerinde kullanılacak, mevcut tasarım bilgilerinin miktarı ile ilişkili, verilen kararların ayrıntı düzeyi ile orantılı maliyet tahmin modelleri geliştirilmiştir. Tahmin modelleri; tasarım aşamalarına bağlı olarak değişmekte ve detaylı tasarıma gidildikçe, tahminin doğruluk oranı artmaktadır.

Maliyet tahmini, bina üretim süreci içinde, ön tasarım evresinden, binanın yok edilmesine kadar yapılmaktadır. Ön tasarım evresinde maliyet tahmini, binanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli sermayenin belirlenmesi veya eldeki sermaye ile hangi büyüklükte nasıl bir bina yapılacağını tespit edilmesi için yapılmaktadır. Bu evrede gerçekleştirilecek binaya ilişkin veriler; büyüklük, kat adedi gibi verilerdir. Avan proje evresinde; bina, mekanları ve ölçüleri ile kesinleşmeye başlamıştır ve yapılacak maliyet tahmini ile, binanın yapımı için gerekli sermaye daha doğru olarak hesaplanabilmektedir. Uygulama projesi evresinde ise, binaya ilişkin bütün kararlar verilmiş ve detaylar kesinleşmiştir; gerçekleştirilecek binaya ilişkin

mevcut veriler daha fazla olduğu için; tahmin edilen bina maliyetinin doğruluk oranı çok yüksektir. Mevcut tasarım bilgilerinin miktarı arttıkça, maliyet tahminin doğruluk oranı artmakta, ancak maliyet hesaplama işleminin süresi de artmaktadır. Bina maliyeti hesabı, binanın yapım evresi ile sınırlı kalmamakta, binanın kullanım süreci içinde de maliyet hesabı yapılmaktadır. Bunlar binanın kullanımına ilişkin maliyetlerdir. Örneğin; bakım-onarım maliyetleri, işletme maliyetleri gibi ...

Ön tasarım evresi, inşa edilecek binanın çeşitli özelliklerinin belirlendiği, bu özelliklere ilişkin kararların alındığı bir evre yani bir planlama (tasarım) evresidir. Bu evrenin başında inşa edilecek bina özelliklerine yönelik kararlar için hedefler belirlenmekte, daha sonra bu hedeflere ulaştıracak çözümler bulunmakta ve evrenin sonunda alınan kararların hedeflere ulaştırıp ulaştırmadığı kontrol edilmektedir. [2]

Bir yapının mimari, betonarme, tesisat, elektrik projeleri üzerinden ne kadar para ile yapılabileceğini hesaplamak için bulunan miktarların birim fiyatlarıyla çarpılması suretiyle yapılan işleme “keşif” denir. Keşif ikiye ayrılır:

- a) Birinci Keşif: Yapıya başlamadan önce, yapının avan projeleri veya uygulama projeleri üzerinden yapılan keşiftir. Yapının ne kadar para ile yapılacağını hesaplamak için yapılır. Proje üzerinden olduğu için tahminidir, değişebilir.
- b) İkinci Keşif: Tamamlanmış bir yapının ne kadar para ile yapıldığını hesaplamak için yapılan keşiftir. İnşaatın kesin projeleri ile yapım sırasında tutulmuş ataşmalar üzerinden yapılır. İkinci keşif kesindir, değişmez. [3]

3. YÖNTEM

Çalışmanın ilk aşamasında; toplam alanı 148 m² olan, iki katlı, dört tarafı açık olarak ayırık nizamda projelendirilmiş bir konut binasının; yığma kargir, betonarme karkas ve ahşap karkas yapım sistemleri ile inşa edilmesi durumunda oluşacak ilk yatırım maliyetleri ve m² başına maliyetlerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir.

Yığma kargir sistemler; taş, tuğla, briket, ahşap, kerpiç ve y tong gibi çok çeşitli ve nispeten küçük yapı malzemesinin üst üste yerleştirilerek, kendi ağırlıkları ile veya bir bağlayıcı/yapıştırıcı malzeme ile taşıyıcı duvar oluşturdukları sistemlere denilmektedir. Bu sistemlerde; taşıyıcı olan bölme ve dış duvarlarda yönetmeliklerin belirlediği oran ve yerlerde kapı, pencere

gibi boşluklar bırakılabilmekte; duvarlar, çekme kuvvetine dayanan hatlı denilen yatay ve düşey olarak oluşturulan elemanlarla bağlanmaktadır.

Betonarme karkas sistemler; yapıların maruz kaldığı dinamik ve statik yüklerin kolon, kiriş gibi taşıyıcı elemanlarla karşılandığı ve düşey yüklerin temel sistemine kolonlar aracılığı ile aktarıldığı sistemlerdir. Tüm duvarlar sadece kendi yüklerini taşımakta ve yüklerini hangi katta olursa olsun oturdukları döşemeye vermektedirler, döşemeler de üzerine gelen yükleri kirişler aracılığı ile veya doğrudan kolonlara iletmektedirler. Bu sistemde, duvarlar taşıyıcı olmadıklarından (perde duvarlar hariç), hangi katta olursa olsun yer değiştirebilmekte veya kaldırılabilirler, bu nedenle mekanların kullanımında esneklik sağlamaktadır.

Ahşap karkas sistemler; hem düşey, hem de yatay yükler için taşıyıcı duvarları ve döşemeleri ahşap iskeletli olarak yapılan sistemlerdir. Ahşap karkas binaların bütün deprem bölgelerinde, bodrum katı hariç olmak üzere en fazla iki katlı yapılmasına; yığma kargir binaların ise, bodrum katı hariç olmak üzere, 1. derece deprem bölgelerinde en fazla iki katlı, 2. ve 3. derece deprem bölgelerinde en fazla üç katlı, 4. derece deprem bölgelerinde ise en fazla dört katlı yapılmasına izin verilmektedir. [4] Betonarme karkas yapım sistemi çok katlı bina yapılmasına olanak vermektedir. Yığma kargir ve ahşap karkas yapım sistemleri az katlı yapıların yapılmasına uygun sistemler olmasına rağmen; Türkiye’de uygulanmakta olan “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”, bu sistemlerde taşıyıcı olan bölme ve dış duvarlarda yönetmeliklerin belirlediği oran ve yerlerde kapı, pencere gibi boşluklar bırakılabilmemesine izin vermektedir. Bu da yapılan tasarımları sınırlamaktadır; dolayısı ile betonarme karkas yapım tekniği bu sınırlamayı ortadan kaldırdığı için, az katlı yapılarda da kullanılmaktadır.

Maliyetlerin hesaplanabilmesi için, her bir alternatif için gerekli mimari projeler ve taşıyıcı sistem için gerekli projeler hazırlanmış, taşıyıcı sisteme ait kesitler ve donatı miktarları belirlenmiştir. Projeler hazırlanırken, Türkiye’de uygulanan Tip İmar Yönetmeliği [5]; Genel Teknik Şartname[6], “TS 500” [7] ve “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” [4] esas alınmıştır. Üç farklı yapım sistemine ait binalarda bütün özellikler sabit tutulmuş, sadece yapım sistemine ait özellikler değiştirilmiştir. Üç konut binasının da aynı plan özelliklerine, brüt alana ve niteliklere sahip olduğu kabul edilmiştir. Üç farklı yapım sistemine ait binaların fonksiyonel elemanlarına ait nitelikler Tablo 1’de verilmiştir. Hazırlanan projeler üzerinden gerekli ölçümler yapılarak, her bir yapım işlemi için miktarların belirlendiği metraj işlemi yapılmıştır. Maliyetler hesaplanırken sadece inşaat işlerine ait işlemler esas alınmıştır. Tesisat işlerine ait maliyetler ve arsa maliyetleri kapsam dışı bırakılmıştır. 2003 yılı

Bayındırlık Bakanlığı birim fiyatları [8] kullanılarak keşif yöntemi ile; ilk yatırım maliyetleri ve m² başına maliyetler hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Tablo 1- Farklı yapım sistemlerine sahip binaların fonksiyonel elemanlarına ait nitelikler.[9]

	YIĞMA KARGİR	BETONARME KARKAS	AHŞAP KARKAS							
1.ALT YAPI										
1.A. Temel	Sürekli temel	Tekil temel	Sürekli temel							
2. ÜST YAPI										
2.A. İskelet	-	Kolon-kiriş	Dikme-başlık- taban kirişi-çaprazlar							
2.B. Döşemeler	Betonarme döşeme	Betonarme döşeme	Ahşap kirişli döşeme							
2.C. Çatı	Ahşap oturtma	Ahşap oturtma	Ahşap oturtma							
2.D. Merdiven	Betonarme	Betonarme	Ahşap							
2.E. Dış duvarlar	Tuğla taşıyıcı duvar+ hatıl	Gazbeton	Gazbeton							
2.F. Pencere ve kapılar	Ahşap çift camlı pencere Ahşap camlı kapı	Ahşap çift camlı p. Ahşap camlı kapı	Ahşap çift camlı p. Ahşap camlı kapı							
2.G. İçduvar bölmeler	Tuğla taşıyıcı duvar+ hatıl	1/2 tuğla duvar	Gazbeton							
2.H. İç kapılar	Ahşap camlı kapı	Ahşap camlı kapı	Ahşap camlı kapı							
3. BİTİRMELER										
	1.Kat				2.Kat					
	mutfak	Salon	giriş holü	wc	teras	yatak odası	yatak odası	Banyo	hol	balkon
3.A. Duvar Bitirmeler										
İç kaplama	Y.boya +fayans	Yağlı Boya	Yağlı boya	Karo fayans	Plastik sıva	Yağlı boya	Yağlı boya	Karo fayans	Yağlı boya	Plastik sıva
Dış kaplama	Plastik sıva	Plastik sıva	Plastik sıva	Plastik sıva		Plastik sıva	Plastik sıva	Plastik sıva	Plastik sıva	
3.B. Döşeme bitirmeleri	serami k	Parke	serami k	serami k	serami k	parke	parke	Serami k	serami k	serami k
3.C. Tavan bitirmeleri	Akrilik badana	Akrilik badana	Akrilik badana	Akrilik badana	Akrilik badana	Akrilik badana	Akrilik badana	Akrilik badana	Akrilik badana	Akrilik badana

İkinci aşamada; üç ayrı yapım sistemi alternatifi ile tasarlanan konut binalarının ilk yatırım maliyetlerinin hesaplanmasında kullanılan metraj bilgilerinden yararlanılarak ve 2003 yılı Bayındırlık Bakanlığı İnşaat Birim Fiyat Analizleri [8] kullanılarak; her bir alternatif için malzeme, düz işçi, usta işçilik ve makine girdilerinin m² başına maliyetleri ve toplam maliyet içindeki payları belirlenmiş ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Üçüncü aşamada ise; bu üç ayrı yapım sistemi alternatifi ile yapılmış konut binalarının taşıyıcı sistem maliyetleri ve taşıyıcı sistem maliyetlerinin toplam maliyet içindeki payları belirlenerek karşılaştırılmıştır.

4. FARKLI YAPIM SİSTEMLERİNE AİT MALİYETLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

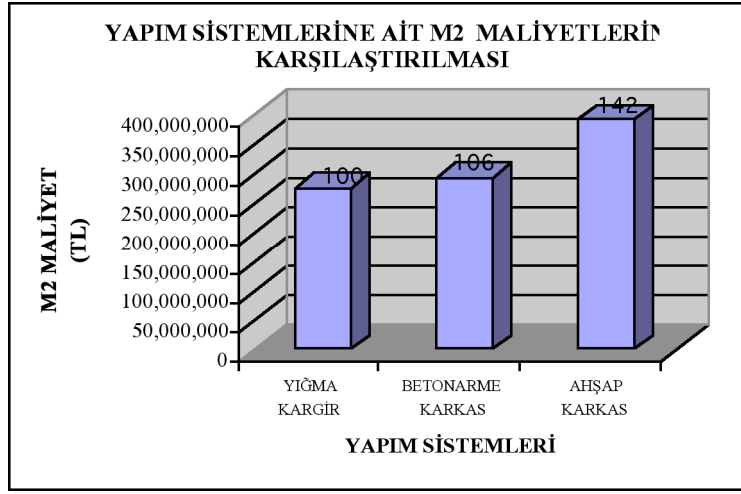
Tablo 2 ve Şekil 2’de görüldüğü gibi, üç farklı yapım sistemine ait iki katlı müstakil konut binalarının toplam ve m² başına maliyetleri karşılaştırıldığında; yığma kargir yapım sisteminin en ekonomik alternatif olduğu görülmektedir. Betonarme karkas yapım sisteminin toplam ve m² başına maliyetlerinin yığma yapıdan %6, ahşap karkas sisteminin ise %42 daha fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 2- Yapım sistemlerine ait toplam ve m² maliyetlerin karşılaştırılması.

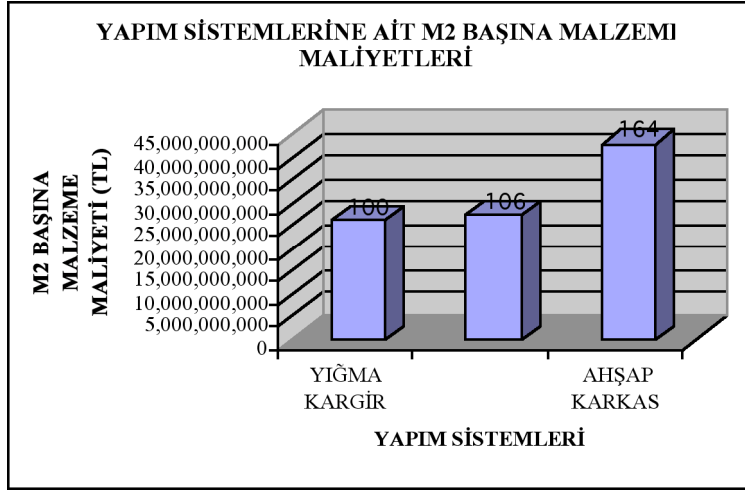
	TOPLAM MALİYET (TL) (2003)	M2 MALİYET (TL/M2) (2003)	M2 MALİYET KARŞILAŞTIRMASI
YIĞMA KARGİR	41.346.575.110	278.690.855	100
BETONARME KARKAS	43.934.273.220	296.132.875	106
AHŞAP KARKAS	58.649.286.250	395.317.380	142

Şekil 3’te görüldüğü gibi; üç farklı yapım sistemi alternatifine ait m² başına malzeme maliyetleri karşılaştırıldığında, en düşük m² başına malzeme maliyetine sahip olan alternatifin yığma kargir yapım sistemi olduğu görülmektedir. Betonarme karkas yapım sisteminin m² başına malzeme maliyeti, yığma kargir yapım sistemininkinden %6, ahşap karkas sistemininki ise % 64 daha fazladır. Şekil 4 ve 5’te görüldüğü gibi; m² başına düz işçi ve usta işçilik maliyetlerinin de en düşük olduğu alternatif malzemede olduğu gibi yığma kargir yapım sistemidir. M² başına düz işçi maliyetinin en fazla olduğu alternatif betonarme karkas sistemdir ve yığma kargir sisteminkinden %8 daha fazladır, ahşap karkas sistemininki ise yığma kargir sisteminkinden %6 fazladır. M² başına usta işçilik maliyetinin en fazla olduğu alternatif, yine betonarme karkas sistemdir ve yığma kargir sisteminkinden %6

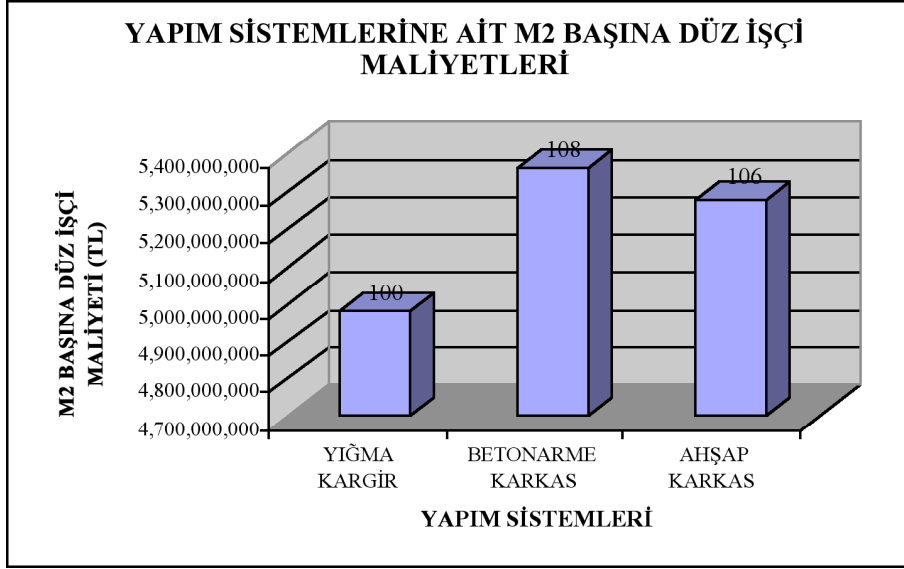
fazladır, ahşap karkas sisteminki ise yığma kargir sisteminkinden %2 fazladır. Şekil 6'da görüldüğü gibi; m² başına makina maliyetinin en fazla olduğu alternatif, yine betonarme karkas sistemdir ve yığma kargir sisteminkinden %33 fazladır, ahşap karkas sisteminki ise yığma kargir sisteminkinden %48 daha azdır. M² başına makina maliyetleri açısından en ekonomik alternatif ahşap karkas sistemdir.



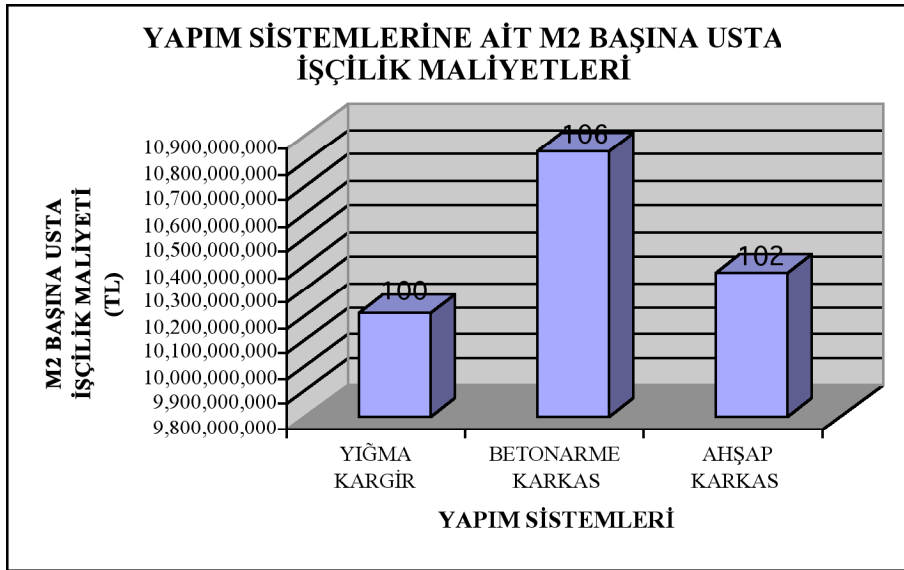
Şekil 2- Yapım sistemlerine ait m² maliyetlerin karşılaştırılması.



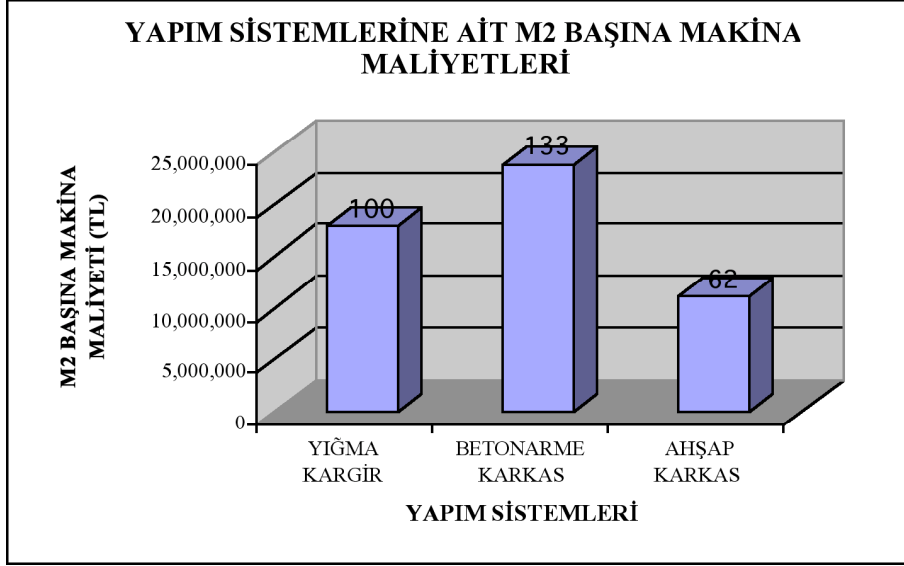
Şekil 3- Yapım sistemlerine ait m² başına malzeme maliyetlerinin karşılaştırılması.



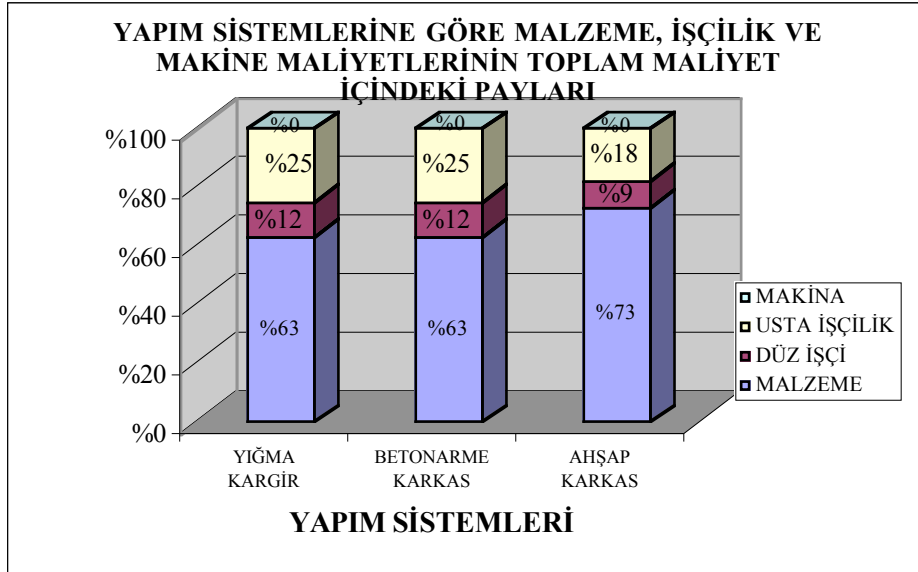
Şekil 4- Yapım sistemlerine ait m² başına düz işçi maliyetlerinin karşılaştırılması.



Şekil 5- Yapım sistemlerine ait m² başına usta işçilik maliyetlerinin karşılaştırılması.

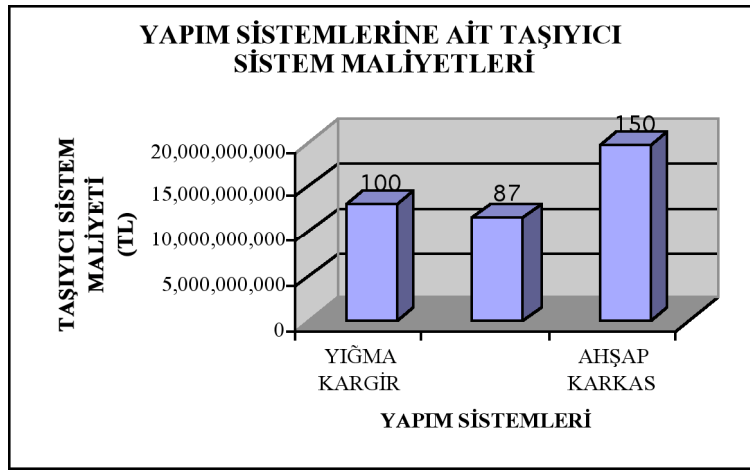


Şekil 6- Yapım sistemlerine ait m² başına makine maliyetlerinin karşılaştırılması.



Şekil 7- Yapım sistemlerine göre m² başına malzeme, işçilik ve makine maliyetlerinin toplam maliyet içindeki payları.

Şekil 7’de de görüldüğü gibi; yapım sistemlerine göre malzeme, düz işçi, usta işçilik ve makine maliyetlerinin toplam maliyet içindeki payları incelendiğinde, yığma kargir ve betonarme karkas sistemlerdeki girdilerin maliyetlerinin toplam maliyete oranının aynı olduğu görülmektedir. Toplam maliyetin; malzeme maliyeti %63’ünü, düz işçilik %12’sini, usta işçilik %25’ini, makine maliyeti ise %0’ını oluşturmaktadır. Ahşap karkas sistemde ise, toplam maliyetin %73’ünü malzeme maliyeti oluşturmaktadır.



Şekil 8- Yapım sistemlerine ait taşıyıcı sistem maliyetlerinin karşılaştırılması.

Şekil 8’de görüldüğü gibi; üç farklı yapım sistemi alternatifine ait taşıyıcı sistem maliyetleri karşılaştırıldığında, en düşük taşıyıcı sistem maliyetine sahip olan alternatifin betonarme karkas yapım sistemi olduğu görülmektedir. Betonarme karkas yapım sisteminin taşıyıcı sistem maliyeti, yığma kargir yapım sistemininkinden %13 daha azdır. Ahşap karkas sisteminki ise, yığma kargir sisteminkinden % 50 daha fazladır.

Yapım sistemlerine göre taşıyıcı sistem maliyetinin toplam maliyet içindeki payları incelendiğinde; taşıyıcı sistem maliyetinin, yığma kargir sistemde toplam maliyetin %32’sini, betonarme karkas sistemde %26’sını ve ahşap karkas sistemde %34’ünü oluşturduğu görülmektedir.

5. SONUÇ

İki katlı müstakil konut binalarının m² başına ilk yatırım maliyetleri karşılaştırıldığında, en ekonomik alternatifin yığma kargir sistem olduğu

görülmüştür. Ancak, betonarme karkas ile yığma sistem birbirine yakın değerler göstermektedir. Ahşap karkas sistem ise en pahalı sistemdir.

En düşük m² başına malzeme maliyetine sahip olan alternatif; yığma yapım sistemidir. Betonarme karkas yapım sistemi, yığma kargir yapım sistemine yakın değerler göstermektedir; fakat ahşap karkas yapım sistemi en fazla malzeme maliyetine sahip sistemdir. Ulusal düzeyde kaynak kullanımı açısından düşündüğümüzde; ahşap karkas yapım sisteminin malzeme kullanımını açısından en pahalı sistem olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Pişirici, E., (1981), “Konutlarda, Maliyetin Fonksiyonel Yapı Elemanlarına Dayalı Olarak Belirlenmesi”, TÜBİTAK, Yapı Araştırma Enstitüsü, Ankara, s.1-2.
2. Bostancıoğlu, E., (1999), “Ön Tasarım Evresinde Maliyeti Etkileyen Faktörler ve Faktörlere Dayalı Bir Maliyet Tahmin Modeli”, Yayınlanmamış doktora tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
3. Gözü, u.g., (1995), “İnşaat Metraj ve Keşif İşlemi”, Bilim Yayınları, Ankara, s.11
4. T.C. Resmi Gazete, (1996), Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Sayı: 22635, Ankara.
5. Şakar, M., (1992), “İmar Mevzuatı”, 2. Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., s.197-223, İstanbul.
6. Yapı İşleri Mevzuatı El Kitabı, (1996), T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Bizim Büro Basımevi, Ankara, s.317-462.
7. TS 500, (1984), Betonarme Yapıların Hesap Ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
8. Akçalı, Ü., (2003), “2003 Yılı İnşaat Birim Fiyat Analizleri”, Ankara.
9. Seeley, I. H., (1986), “Building Economics”, 3rd Edition, Macmillan Education Ltd., Great Britain, s.116-117.