

DEPREM SONRASI KALICI KONUT ÜRETİMİ İÇİN HIZLI VE EKONOMİK BİR YAPIM SİSTEMİ ÖNERİSİ

Kutluğ SAVAŞIR¹

Posta Adresi: Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Tınaztepe Kampusu Buca / İZMİR

E-posta: kutlug.savasir@deu.edu.tr

ÖZ: Türkiye’de deprem sonrası yapılan çalışmalar üç ana aşamadan oluşmaktadır. Bunlar kısaca; acil barınma (çadırlar), geçici barınma (prefabrike konutlar) ve kalıcı barınma (kalıcı konutlar)dır. Bu üç aşama için ayrı ayrı harcamalar yapılmakta ve afetzedeler kalıcı konutlara yerleştğinde ilk iki aşamada yapılan barınaklar bir daha kullanılmayacak durumda olmaktadır. Türkiye olarak içinde bulunduğumuz ekonomik durum göz önüne alındığında, yapılan bu geçici prefabrike barınaklar ve konvansiyonel sistemli kalıcı konutların yerine, hızlı inşa edilen ve üreyebilen kalıcı konutların yapılması hem alt yapı maliyetleri açısından hem de üst yapı maliyetleri açısından daha ekonomik olabilecektir.

Bildiride acil barınmadan hemen sonra afetzedelerin geçici olarak yerleşeceği, zaman içinde üreyerek kalıcı konut niteliğini kazanacak konutların taşıyıcı sisteminin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bunun için önce tip projeler geliştirilmiştir. Bu tip projeler kapsamında 1999 Kocaeli Depremi sonrası bölgede uygulanmış olan konvansiyonel yapım sistemi ile polistren sert köpükten üretilmiş, içinde donatılı beton bulunan duvar ve döşeme elemanlarının kullanıldığı yapım sistemi; yapım hızı, kalifiye işçi ihtiyacı, ısı konfor şartlarının sağlanması ve yapım maliyeti açısından birbiri ile karşılaştırılmıştır.

İnşa edilmesi önerilen kalıcı konutlar deprem bölgesinde uygulanan geçici prefabrike barınaklar gibi 35-45 m² kullanım alanına sahip olmaktadır. Ayrıca tek katlı olup; mutfak, tuvalet ve yaşama mekanından oluşmaktadır. Bu konutların geçici konutlara benzeyen diğer özelliği ise kısa sürede inşa edilebilmeleridir. Yapım sisteminin seçiminde bizim için en önemli ölçüt hızlı inşa edilebilmesidir. Bu konutlarda bulunması gereken ikinci özellik ise, bir adet geçici konut ile bir adet kalıcı konutun maliyetleri toplamından daha düşük maliyete sahip olmasıdır. Bu konutlar ilerleyen günlerde yatayda ve/veya düşeyde üreyebilme özelliğine sahip olmalıdırlar. Özellikle düşeyde üreyen sistemlerde, ayrıca alt yapı masrafı olmadan yapı düşeyde yükseltildiğinden, konutların ortalama maliyetleri daha da düşük olmaktadır. Yatayda üreyen sistemler için ise bazı duvarların yıkılıp, komşu dairelerin birleştirilmesi ile yeni kalıcı konutlar elde edilebilmektedir.

Sonuç olarak önerilen yapım sistemi ile deprem sonrasında uygulanacak kalıcı konutların hem daha hızlı, hem de daha ekonomik olarak inşa edilebileceği ispatlanmaktadır.

ABSTRACT: Post-Earthquake Works done in Turkey consist of three main phases. These are briefly; urgent sheltering (tents), temporary sheltering (prefabricated dwellings) and permanent sheltering (permanent dwellings). For these three phases separate expenditures are made and when the victims of earthquake are settled down in permanent dwellings, the dwellings built in the first two phases would be in no condition to be used again. Considering the present economical situation of Turkey, building rapidly constructed and reproduced permanent dwellings in place of these temporary prefabricated dwellings and conventional permanent swellings, would be more economical for both the infrastructure and the superstructure costs.

Determination of structural system of dwellings; which will temporarily shelter the populace right after urgent shelters, will reproduce and gain permanent dwelling qualities

with time is aimed in the paper. For this, initially typical projects are developed. The conventional system, which has been implemented after the 1999 Kocaeli earthquake, and a structural system, which is made up from extruded polystyrene and uses reinforced concrete for wall and floor elements, are compared in terms of construction speed, the need for qualified personel, the achievement of thermal comfort criteria and construction costs in scope of the aforementioned typical projects.

The usage area of the proposed permanent dwellings is 35-45 m² just like the implemented prefabricated dwellings. Besides they are one storey high and consist of kitchen, WC and living space. Another property of the proposed dwellings that are similar to implemented ones is that they can be rapidly constructed. The most important criteria in choosing the structural system for us the rapidness of construction. The second property for these dwellings to have should be that their cost would be less than the combined cost of one temporary dwelling and one permanent dwelling. These dwellings should have the property to reproduce horizontally and/or vertically. Especially in the vertically reproducing system, since the building is heightened without infrastructural costs, the average costs of the dwellings will be much less. As for the horizontally reproducing systems, a new dwelling can be produced by demolishing some walls and joining the neighbouring dwelling.

As a result, permanent post-earthquake dwellings to be implemented can be both more rapidly and economically built with the proposed construction system will be proven.

DEPREM SONRASI KALICI KONUT ÜRETİMİ İÇİN HIZLI VE EKONOMİK BİR YAPIM SİSTEMİ ÖNERİSİ

17 Ağustos 1999 ve 12 Kasım 1999 tarihlerinde, Richter ölçeğiyle 7.4 ve 7.2 şiddetlerinde gerçekleşen depremler, etkiledikleri bölge itibariyle çok büyük hasar yaratmıştır. Resmi rakamlara göre 18.373 kişi hayatını kaybederken, 48.901 kişi de yaralanmıştır. 96.808 konut ile 15.944 iş yeri tamamen yıkılmış; Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nce toplam 376.685 hasarlı konut ve işyeri tespit edilmiştir.(ERKOÇ, 2001, s.32) (Tablo.1) Bu iki deprem sonucunda yaklaşık 10 milyar dolarlık bir kayıp meydana gelmiştir.(DEMİRTAŞ, 2000, s.1)

Tablo.1: Marmara Depremi Sonucu Konutlarda Ve İşyerlerinde Oluşan Hasar Durumu

HASAR DURUMU	KONUT	İŞ YERİ
Yıkık-Ağır Hasarlı	96.808	15.944
Orta Hasarlı	107.331	16.815
Az Hasarlı	124.033	15.754
Toplam:	328.172	48.513

Bölgede depremin hemen ardından acil barınmayı sağlamak için derhal çadır kentlerin kurulmasına başlanılmıştır. Kocaeli'de 47, Sakarya'da 33, Yalova'da 10, Bolu'da 30, İstanbul'da 1 adet olmak üzere toplam 121 adet çadır kent kurulmuştur. Kızılay'ın dışında Türk Silahlı Kuvvetleri, Dışişleri Bakanlığı, yabancı ülkeler ve özel kuruluşlarca yapılan çadır kentlerde, kurulan çadır sayısı toplam 113.924 adettir.(Anonim, 2000, s.49)

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 17 Ağustos depreminden hemen sonra geçici prefabrik konutların da yapımına başlamıştır. Kocaeli'de 16.314, Sakarya'da 11.707, Yalova'da 5.514, Bolu'da 3.903, Düzce'de 3.258 adet olmak üzere toplam 44.107 adet prefabrik konutun yapımı tamamlanarak, 30 Kasım 1999 tarihinde afetzedelere teslim edilmiştir. 1995 Kobe Depremi'nin ardından Japonya, ihtiyaç duyduğu prefabrik konutları yaklaşık 7 ayda tamamlarken; Türkiye 3,5 aylık bir sürede tamamlama başarısını göstermiştir. Arazi-kira ve unsur bedelleri, alt yapı hizmetleri ve üst yapı için toplam 128 trilyon lira harcanmıştır.(ERKOÇ, 2001, Kişisel Görüşme)

Depremlerden sonra, yıkılan konutların yerine Bayındırlık ve İskan Bakanlığı; Kocaeli'de 17.860, Sakarya'da 8.239, Düzce'de 8.469, Yalova'da 5.476, Bolu'da 1.733 ve İstanbul'da 810 adet konut yapımına karar vermiştir.(ERKOÇ, 2001, Kişisel Görüşme) Bu konutların bir kısmı Bakanlık, bir kısmı da Dünya Bankası tarafından inşa edilmiştir. Bir kısım konut da çeşitli kuruluşlarca hibe yoluyla yapılmıştır. Kalıcı konutlardan 27.01.2001 tarihinde 1458 adedi Bolu'da, 28.04.2001'de 5508 adedi Yalova'da, 12.05.2001'de 6000 adedi Sakarya'da, 19.05.2001'de 1606 adedi Kocaeli'de tamamlanarak; İstanbul'da da Emlak Bankası'ndan 559 adet konut satın alınarak hak sahiplerine teslim edilmiştir. 42.587 adet konut yapımına karar verildiği halde, ortalama 21 ay sonra ancak 15.131 adedi tamamlanarak hak sahiplerine teslim edilmiştir. (SAVAŞIR, 2001, s.30)

Ancak afetzedeler kalıcı konutlara yerleştikten sonra, geçici prefabrik konutların bir çoğunun bir daha kullanılamayacak durumda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca alt yapıyı oluşturan yol, su, elektrik, kanalizasyon v.b. için yapılan çalışmaların ve harcamaların da artık kullanılmadığı görülmüştür. Böylece her bir aile için iki defa mesken üretilmiş ve iki defa da alt yapı hizmeti sağlanmaya çalışılmıştır.

Depremden dört yıl sonra Sakarya'da gerçekleştirilen Bakanlar Kurulu toplantısı sonrası, Başbakan Recep Tayyip Erdoğan şu açıklamayı yapmıştır:

"Ankara'dan bütün sorunlar tam olarak görülemiyor. Tabii ki bir zorluktan, ihtiyaç duyulmuştu ama hükümet seri olarak o gün kalıcı konutlara başlamış olsaydı bugüne kadar konut sorunu çözülmüş olacaktı. Geçici konutlarla zaman kaybedildi. Sonra kalıcı konutlara başlanarak hem kaynak israfı oldu, hem de kalıcı konutlar geç teslim edilmiş oldu."(Hürriyet, 19/08/2003)

Başbakanın da ifade ettiği gibi, depremden hemen sonra hızlı inşa edilebilen yapım sistemleriyle kalıcı konut yapımına başlansaydı, çok daha kısa sürede kalıcı konutların yapımı tamamlanacak, ayrıca geçici barınma için kullanılan prefabrik konutlara duyulan ihtiyaç da azalacaktı.

Konutların daha hızlı inşa edilmeleri konusunda birçok yapım sistemi incelenmiştir. Bu yapım sistemlerinden birkaçı; 'Takviyeli Yığma Yapım', 'Teçhizatlı Gazbeton Düşey Panel ve Döşeme Plağıyla Yapım' ve 'Isı İzolasyonlu Betonarme Duvar ve Döşeme Sistemiyle Yapım' şeklinde ifade edilebilir. Bildiri kapsamında, bu yapım sistemleri içinde yapımı en kısa sürede gerçekleştirilebilen "Isı izolasyonlu Betonarme Duvar ve Döşeme Sistemi" ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın depremden sonra Marmara bölgesinde yaptığı kalıcı konutların yapım sistemi olan 'gazbeton dolgulu betonarme çerçevesi konvansiyonel tarzındaki yapım sistemi' hem maliyet, hem de yapım süreleri açısından karşılaştırılmaktadır. Bu sistemleri birbiri ile karşılaştırmak için öncelikle, tek tip bir plan şeması geliştirilmesi zorunludur.

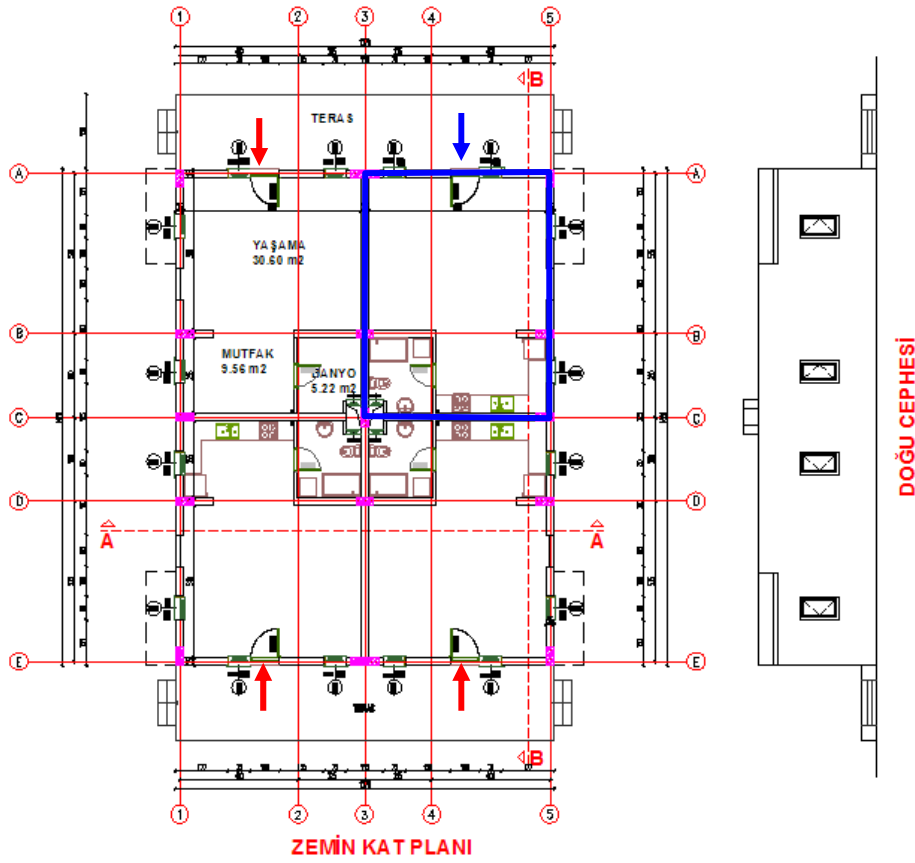
Konvansiyonel Sistemle Konut Yapımı:

Konvansiyonel sistemde kullanılacak malzemeler Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın 1999 Depremi'nden sonra, bölgede inşa edilen ve bakanlık tarafından ihale edilen kalıcı konutlarda kullanılan malzemelerle aynı olacak şekilde kabul edilmiştir. Taşıyıcı sistem

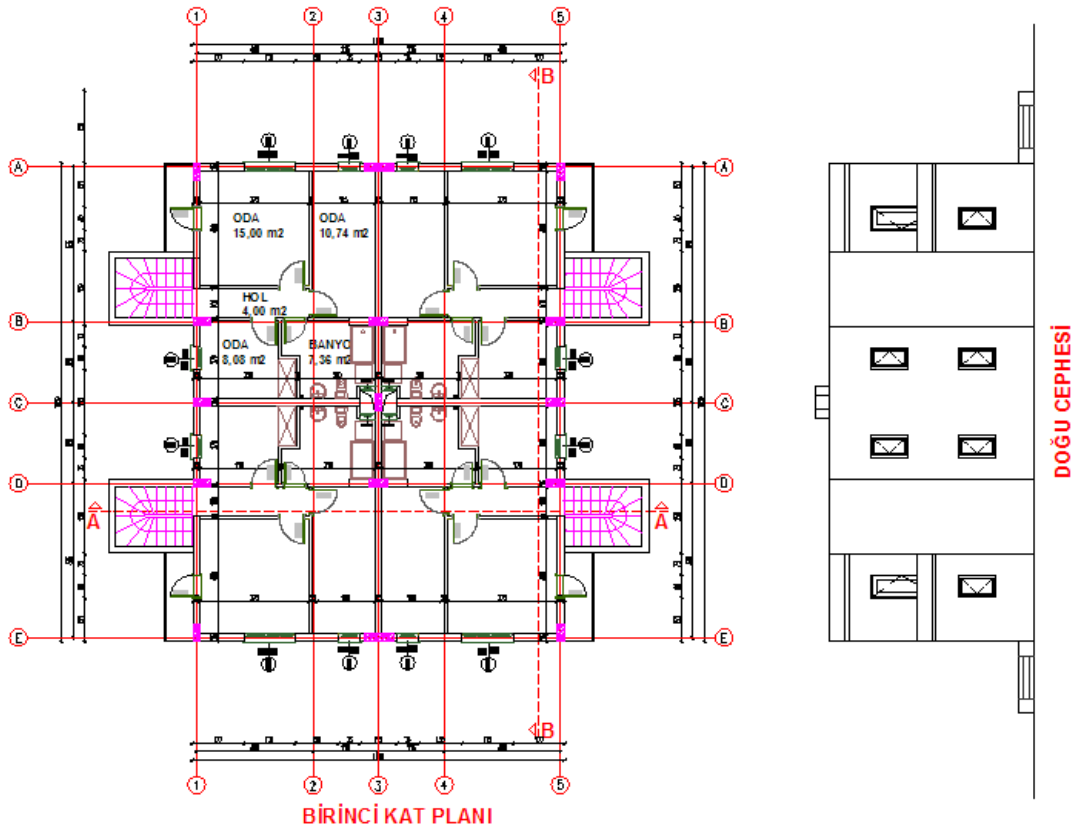
betonarme kolon, kiriş ve döşemeler tarafından oluşturulmaktadır. Dış duvarlar 25 cm., içteki bölücü duvarlar ise 10 cm. teçhizatsız gazbeton bloklarla örülmektedir. Isı yalıtımı sağlamak amacıyla; II. Isı Bölgesi'nde kolon ve kirişlerde 5 cm., tavan döşemesi üzerinde 9 cm., zemin döşemesi altında ise 4.5 cm. kalınlığında polistren köpük kullanılmaktadır. Yerler salonda ve odalarda duvardan duvara halı, diğer mahallerde ise seramik kaplıdır. Dış duvarlarda dış sıva olarak perlitli çimento ile izolasyon sıvası yapılmış olup, iç sıva olarak 350 Kg. dozlu serpmme sıva kullanılmıştır. İç duvarlar mutfakta kısmi, ıslak hacimlerde tavana kadar fayans kaplı olup, diğer yüzeylerde plastik boyalıdır. Tavanlarda kireç badana yapılmıştır. İç ve dış kapılar ahşap, pencereler ise çift cam pvc doğramalıdır. Banyolar, duşakabinli duş mahalli, klozet ve lavaboyla tefriş edilmiştir. Mutfak ise mermerit tezgâhlı ve mdflam dolaplıdır.

Hazırlanan plan şemasına göre ilk etapta zemin kat inşaa edilecek ve zemin katın kullanım alanı yaklaşık geçici konutlar kadar olacaktır. Bu plan tipinde 30,60 m² yaşama mekanı, 9,56 m² mutfak ve 5,22 m² de banyo alanı bulunmaktadır. Konvansiyonel sistemde inşa edilen konutun zemin katının plan şeması Şekil.1'de gösterilmektedir.

Bina maliyetini ve yapım süresini azaltmak için 4 adet mesken sırtlarından birleştirilerek zemin kat inşa edilmiştir. Böylece daha az duvar yapımı gerçekleştirilecektir. Ayrıca ıslak mekanların bir arada olmasından dolayı tesisat maliyetlerinde de azalma görülmektedir. Kısa sürede afetzedeler bu konutlara yerleşecek, ileri bir tarihte ise ikinci etaba geçilecek ve üste bir kat daha inşa edilerek, dubleks bir kalıcı konut elde edilecektir. Öncelikle bina cephesine üst kata çıkmak için bir merdiven inşa edilmelidir. Merdivenin yaşama mekanına bağlandığı yerde duvar kalınlığı daha ince tutulmuştur. Böylece bu ince duvar yıkılarak merdivenden üst kata ulaşım sağlanacaktır. İkinci etabın sonunda 15,00 m², 10,74 m² ve 8,08 m² alanlı üç adet oda, 4,00 m² hol ve 7,36 m² kullanım alanlı bir banyo ile 1 balkonun bulunduğu üst kat bitirilmiş olacaktır. Sonuç olarak binanın düşeyde üremesi sağlandığından dolayı, ek alt yapı masrafı olmaksızın konut, kalıcı konut haline dönüştürülmektedir. Konvansiyonel sistemde inşa edilen konutun üst katının plan şeması Şekil.2'de gösterilmektedir.



Şekil.1: Konvansiyonel Sistemle İnşa Edilen Konutun Zemin Katının Plan Şeması

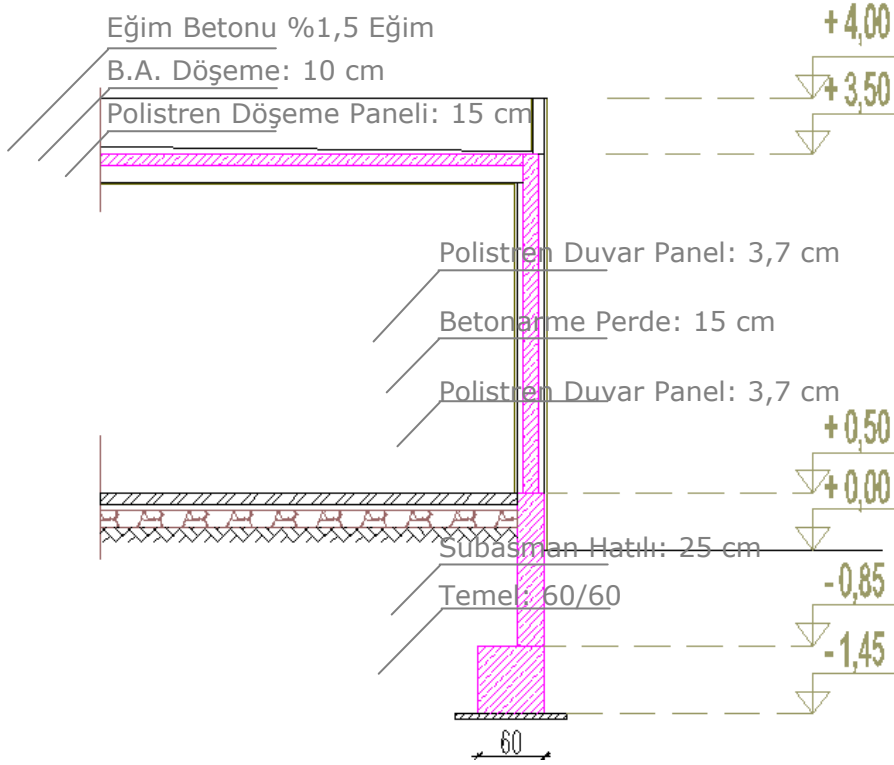


Şekil.2: Konvansiyonel Sistemle İnşa Edilen Konutun Birinci Katının Plan Şeması

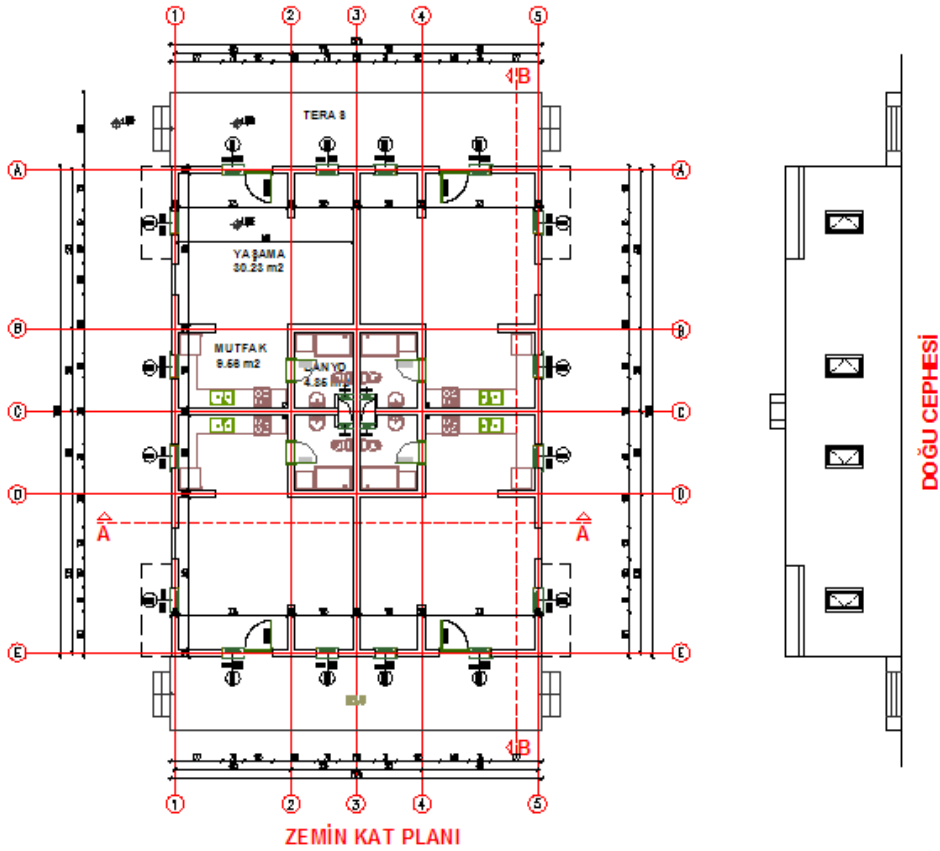
Isı İzolasyonlu Betonarme Duvar ve Döşeme Sistemiyle Konut Yapımı:

Öncelikle bu sistemi oluşturan yapı taşlarına yapım sürecine değinmek gerekirse; sistemin temeli \emptyset 2,2 cm. galvanize çelik telden oluşan üç boyutlu kafes ve bu kafesin her iki yanına yerleştirilmiş olan polistren köpüklerdir. Çelik tellerin iki görevi vardır. Birincisi polistren köpükleri tutmaktadır. İkinci olarak da sıvanın tutunacağı yüzeyleri oluşturmaktadırlar. Polistren köpükler ise içine dökülecek beton için kalıp görevi görmenin yanında, çok iyi bir ısı yalıtım malzemesi olarak da kullanılmaktadırlar.

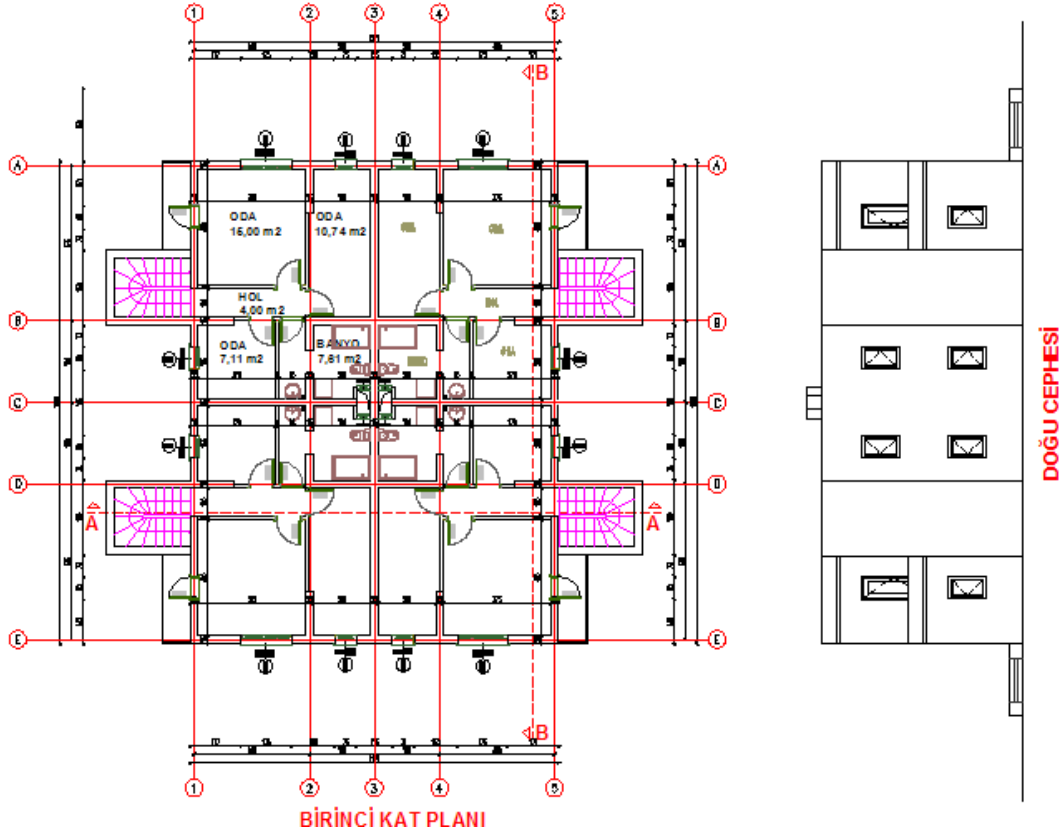
Sistemin yapım sürecini kısaca anlatmak gerekirse, önce temeller, subasman hatılları ve grobeton döşeme yapılmaktadır. Ardından galvanize çelik tellerden oluşan kafesin iki yanına 3,7 cm kalınlığında polistren köpükler yerleştirilmektedir. Oluşturulan paneller iskelelerin yardımıyla binadaki yerlerine yerleştirilmekte ve yan yana gelen iki panel birbirine tellerle birleştirilmektedir. Statik hesap sonucu elde edilen donatı miktarı kadar nervürlü demir, tek sıra veya çift sıra hasır şeklinde hazırlanıp, panellerin içine yerleştirilmektedir. 25 cm.'lik duvarlar için minimum donatı aralığı 13cm. aralıkla \emptyset 8'lik veya 20 cm. aralıkla \emptyset 10'luk nervürlü demir olmaktadır. Kapı ve pencere boşlukları çıkarıldıktan ve tesisat boruları döşendikten sonra, panellerin arası 15 cm genişliğinde betonla doldurulmaktadır. Polistren köpük ısı yalıtımı sağlamanın yanında, içine dökülen beton için kalıp görevini de üstlenmektedir. Betonlama işlemi bittikten sonra döşeme panelleri hazırlanmaktadır. Döşeme paneli için de 15 cm kalınlığındaki galvanizli çelik tellerden oluşan kafes ve bu kafesin içine yerleştirilen polistren köpükler kullanılmaktadır. Döşeme sistemini yerine koymak için öncelikle ahşaptan ızgaralı kalıp hazırlanmalıdır. Normal kalıba göre ızgaralı döşeme kalıbının yapım süresi yaklaşık % 30 daha azdır. Kalıbın tamamlanmasının ardından döşeme panelleri yerleştirilir. Bir yandan da statik hesap sonucu elde edilen döşeme donatıları yerlerine konur. Donatıların yerleştirilmesinin ardından beton dökümü yapılır.(Şekil.3) Döşeme kalıplarının alınması için 7 gün beklendikten sonra kalıplar alınır ve bölücü duvarların yapımına başlanır. Döşeme kalıplarının alınması beklenirken duvarlara içten ve dıştan püskürtme sıva uygulanır. Böylece kaba inşaat bitirilmiş olur. Döşeme ve duvar kaplama malzemeleri ile vitrifiye malzemeleri konvansiyonel sistemdeki malzemelerle aynıdır.



Şekil.3: Isı İzolasyonlu Betonarme Duvar ve Döşeme Sisteminin Detayı



Şekil.4: Isı izolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sistemiyle inşa edilen konutun zemin katının plan şeması



Şekil.5: Isı izolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sistemiyle inşa edilen konutun birinci katının plan şeması

Konvansiyonel sistem için önerilen plan şeması bu yapım sistemine uygun olacak şekilde düzenlenmiştir. Bu plan tipinde 30,23 m² yaşama mekanı, 9,56 m² mutfak ve 4,85 m² de banyo alanı bulunmakta olup, toplam kullanım alanı yaklaşık 45 m²'dir. Konutun zemin katının plan şeması Şekil.4'de gösterilmektedir.

İkinci etabın sonunda ise 15,00 m², 10,74 m² ve 7,118 m² alanlı üç adet oda, 4 m² alanlı kat holü ve 7,61 m² kullanım alanlı bir banyo ile 1 balkonun bulunduğu üst kat bitirilmiş olacaktır. (Şekil.5)

Duvar ve döşemede kullanılan polistren köpük paneller nedeniyle sistem dört ısı bölgesi için de yeterli ısı yalıtımı yapmaktadır. Bunun yanında yangına dayanım süresi ise 140 dakikadır.

İki Yapım Sisteminin Maliyet Yönünden Karşılaştırılması:

Her iki yapım sistemi için yaklaşık bir maliyet hesabı çıkarılmıştır. Maliyetin hesaplanmasında Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın İnşaat işleri için hazırlanan genel fiyat analizlerinden yararlanılmıştır. Yapının inşası sırasında kullanılan her malzeme ve her türlü işçilik için bulunan birim fiyat değerleri, binadaki miktarı ile çarpılarak toplam maliyet değerlerine ulaşılmaktadır. Isı izolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sistemindeki duvar ve döşeme panelleri için Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın birim fiyat analizinde poz numaraları bulunmamaktadır. İstendiği takdirde Ticaret Odası onayı ile bu tip malzemelerin birim fiyatları devletten alınmaktadır.

Bulunan maliyet değerleri, her bir kat için kaba inşaat ve ince inşaat maliyeti olarak kategorize edilmiştir. Bunun nedeni, sistemlerin yapım sürelerini karşılaştırırken, yalnızca kaba inşaatın bitirileceği sürelerin değerlendirmeye alınmasıdır.

Konvansiyonel sistemle inşa edilen konutun, zemin kattaki kaba inşaat maliyeti içine; sürekli temel yapımı, zemindeki grobeton ve altındaki katmanların yapımı, kolon, kiriş ve tavan döşemesinin betonarme sistemin gerektirdiği şekilde yapımı ile iç ve dış duvarların teçhizatsız gazbeton bloklarla örülmesi dahildir. Birinci katın kaba inşaat maliyeti içine ise; betonarme merdivenin yapımı ve çevresinin gazbeton duvarla örülmesi, birinci katın kolon, kiriş ve tavan döşemesinin betonarme sistemin gerektirdiği şekilde yapımı ile iç ve dış duvarların teçhizatsız gazbeton bloklarla örülmesi dahildir. İnce inşaat maliyeti ise; içe, dışa ve tavana sıva, iç ve dış boya, tavana kireç badanası, ıslak hacimlerde yerlere seramik ve duvarlara fayans, diğer mahallerde ise duvardan duvara halı, kapı ve pencere maliyetlerinden oluşmaktadır. (Tablo.2)

Tablo.2: Konvansiyonel sistemle inşa edilen konutun maliyeti

	Kaba İnşaat Maliyeti	İnce İnşaat :Maliyeti	Toplam Maliyet
Zemin Kat	32.048,43 YTL	18.356,39 YTL	50.404,82 YTL
1.Kat	28.757,92 YTL	30.500,62 YTL	59.258,54 YTL
Toplam	60.806,35 YTL	48.857,01 YTL	109.663,36 YTL

Isı izolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sistemiyle inşa edilen konutun, zemin kattaki kaba inşaat maliyeti içine; sürekli temel yapımı, zemindeki grobeton ve altındaki katmanların yapımı, betonarme tarzdaki taşıyıcı duvarın ve döşeme sisteminin yapımı dahildir. Birinci katın kaba inşaat maliyeti içine ise; betonarme merdivenin yapımı ve çevresinin izolasyonlu betonarme duvar sistemiyle kaplanması, üst katın taşıyıcı duvarlarının ve izolasyonlu döşeme sisteminin yapımı ile iç duvarların yarım tuğla duvarla örülmesi dahildir. İnce inşaat maliyeti ise konvansiyonel yapım sistemiyle aynıdır. (Tablo.3)

Tablo.3: Isı İzolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sistemiyle inşa edilen konutun maliyeti

	Kaba İnşaat Maliyeti	İnce İnşaat :Maliyeti	Toplam Maliyet
Zemin Kat	37.148,23 YTL	15.918,66 YTL	53.066,89 YTL
1.Kat	34.876,83 YTL	25.414,22 YTL	61.291,05 YTL
Toplam	72.025,06 YTL	41.332,88 YTL	113.357,94 YTL

Tablo.2 ve Tablo.3 incelenip, yalnız zemin katların kaba inşaat maliyetleri karşılaştırılırsa konvansiyonel yapım sistemi, diğer sisteme göre % 14 daha ekonomiktir. Birinci katların kaba inşaat maliyetleri karşılaştırılırsa aradaki fark % 17,5 düzeyine çıkmaktadır. İnce inşaat maliyetleri karşılaştırıldığında ise, zemin katta, ısı izolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sistemiyle inşa edilen yapının kmonvansiyonel yapım sistemiyle inşa edilen yapıya göre % 13; birinci katta ise % 16,5 daha ekonomik olduğu görülmektedir. Bunun nedeni konvansiyonel yapım sistemi olarak adlandırılan sistemin tavan döşemesinden oluşan ısı kaybını önlemek için kullanılan ısı yalıtım malzemesi ile, dış cephede kullanılan perlitli sıvanın sisteme getirdiği ek maliyetlerdir. Toplam maliyetler karşılaştırıldığında ise konvansiyonel yapım % 5 daha ekonomik çıkmaktadır.

İki Yapım Sisteminin Yapım Süresi Yönünden Karşılaştırılması:

İki yapım sisteminin, yapım sürelerinin karşılaştırılması için Gantt Diyagramlarından yararlanılmıştır. Gantt diyagramları zemin + 1 katlı yapının sadece zemin katı için yapılmıştır. Çünkü deprem sonrasında acil olarak binanın zemin katının bitirilmesi gerekmektedir. Üst kat inşası daha sonraki aylarda da yapılabilecektir. Bunu yanında zemin katın ince işleri, temel inşası ve zemin döşemesinin yapımı da diyagrama yansıtılmamıştır. Bunun nedeni ise her iki sistemde de aynı malzemelerle, yaklaşık olarak aynı miktarda işlerin, hemen hemen aynı süre içinde yapılmasıdır.

Tablo.4'te Konvansiyonel sistemle inşa edilen betonarme çerçeveli, gazbeton bloklarla örülmüş bölücü duvarların kullanıldığı konutun; Tablo.5'te ise ısı izolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sistemiyle inşa edilen konutun zemin katları için kaba yapım süreci ve yapım süresi görülmektedir.

Bu verilere göre konvansiyonel sistemle inşa edilen konutun kaba inşaatı için 55,8 güne ihtiyaç olmaktadır. Isı izolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sistemiyle inşa edilen konutun yapım süresi ise 26,7 gün olarak karşımıza çıkmaktadır. Yani bu sistemle konut yapıldığında, konvansiyonel sisteme göre % 52 daha kısa sürede binanın kaba inşaatı bitirilebilecektir.

Yapım süresine etki eden faktörlerden ilki inşaatta çalışan usta sayısıdır. Burada amaç ortalama bir usta ekibiyle yapının ne kadar sürede bitirileceğinin tespitidir. Bunun için 7 kişilik bir usta ekibi kurulmuştur. Usta ekibindeki toplam usta sayıları her iki yapım sistemi için de sabit olmakla beraber, ekipteki ustaların türleri değişmektedir. Örneğin konvansiyonel sistemde kalıp işleri ve duvar örme işleri çok uzun zaman aldığı için, dülger ustası ve duvarcı ustası ikiye kişi tutulmuştur. Böylece bu işler için yapım süresi yarıya indirilmiştir. Bunun yanında ısı izolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sisteminde ise duvarcı ustasına gerek olmamaktadır. Bu ustanın yerine duvar ve döşeme panellerini hazırlamak üzere kalıpcı ustası ekibe dahil edilmiştir. Bunun yanı sıra 2 adet de dülger ustası ve 2 adet soğuk demirci usta yardımcısı bulunmaktadır.

Yapım süresine etki eden faktörlerden bir diğeri kalıp alma süreleridir. Beton prizini alıp, gerekli sertliğe ulaşana kadar kalıplar yerlerinden alınamaz. TS 500 uyarınca kolon kalıpları için bekleme süresi 3 gündür. Kiriş ve döşeme kalıpları için bekleme süresi, kirişlerin altını geçici dikmelerle desteklemek şartıyla 14 gündür. Isı izolasyonlu betonarme döşeme sistemi için kalıp alma süresi, sistemi uygulayan firma yetkililerince 7 gün olarak belirtilmiştir. Tablo.4'te görüleceği gibi kolon kalıplarının sökülmesi beklenirken yapım süreci devam ettirilebilmektedir. Fakat kiriş ve döşeme kalıplarının alınması için geçen 14 günlük dönemde, lentoların hazırlanması dışında bir iş bulunmamaktadır. Bu nedenle konvansiyonel sistemin yapım süresi uzamaktadır. Buna karşın diğer sistemde duvar yapımında kullanılan polistren köpükler duvarı oluşturan betona kalıp olma görevini yerine getirmektedir. Ayrıca döşeme sistemini oluşturan, içinde galvanizli çelik kafes bulunan 15 cm kalınlığındaki polistren köpükler ise üzerine dökülen 10 cm'lik betona kalıp olma işlevini, döşeme kalıplarının yedinci günde sökülmesinden sonra da sürdürmektedir.

Tablo.4: Konvansiyonel Sistemle İnşa Edilen Konutun Yapım Sürecini Öngören Gantt Diyagramı

Süre (Gün)	0	1,5	4,1	5,1	19,4	22,9	23,8	37,8	39,6	55,8
Kolonların Donatılarının Yapımı ve Konulması				4,1						
Kolon Kalıplarının Yapımı			3,6							
Kolon Betonunun Dökümü			0,1							
Kolon Kalıplarının Alınması			0,5							
Kiriş ve Döşeme Kalıplarının Yapımı					14,2					
Kiriş ve Döşeme Donatılarının Yapımı ve Konulması						10,3				
Kiriş ve Döşeme Betonunun Dökümü							0,9			
Kiriş ve Döşeme Kalıplarının Alınması								14	1,8	
Lentoların Demirlerinin Hazırlanıp Betonlanması						0,4				
Bölücü Duvarların Yapımı										16,2
Usta Ekibi:	Dülger Ustası:2, Soğuk Demirci Ustası:1, Betoncu Ustası:1, Duvarcı Ustası:2, Soğuk Demirci Us. Yrd.:1 Toplam: 7									

Tablo.5: Isı İzolasyonlu Betonarme Duvar ve Döşeme Sistemiyle İnşa Edilen Konutun Yapım Sürecini Öngören Gantt Diyagramı

Süre (Gün)	0	1,5	7,6	9,0	13,8	16,7	17,7	24,7	26,7	
İzo. Betonlu Duvar Donatılarının Yapımı ve Yerine Konulması			7,6							
İzo. Betonlu Duvar Tabakalarının Hazırlanıp Yerleştirilmesi			7,5							
İzo. Betonlu Duvar Tabakalarının Arasına Dolgu Beton Dökümü			0,8							
Döşeme Kalıplarının Yerleştirilmesi				4,8						
Döşeme Panellerinin Hazırlanıp Yerleştirilmesi					6,0					
Döşeme Donatılarının Yapımı ve Yerine Konulması						2,4				
Döşeme Betonunun Dökümü						0,4				
Döşeme Kalıplarının Alınması							7	1,5		
Bölücü Duvarların Yapımı									1,0	
Usta Ekibi:	Dülger Ustası:2, Soğuk Demirci Ustası:1, Betoncu Ustası:1, Kalıp Ustası:1, Soğuk Demirci Us. Yrd.:2 Toplam: 7									

Konvansiyonel sistemin yapım süresini uzatan bir diğer etki bölücü duvarların yapım süresinden gelmektedir. 2 adet duvarcı ustası ve ekibi kullanılmasına rağmen bölücü duvarlar oldukça uzun sürede yapılmaktadırlar. Diğer sistemde duvarların tek bir kalıpcı ustası tarafından yapıldığı kabul edilmiştir. Burada duvarların betonu döküldüğü anda dış duvarların yapımı tamamlanmış olmakta, ayrıca duvar yapımıyla uğraşılmamaktadır. Bu da 'Isı İzolasyonlu Betonarme Duvar ve Döşeme Sistemi'nin avantajlarından biridir.

SONUÇ

Yapılan çalışmanın sonunda ulaşılan sonuçlar kısaca şöyle özetlenebilir:

Isı izolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sisteminde duvar ve döşeme panellerinin şantiyede hazırlanıp, yerlerine yerleştirilmelerinde çok fazla kalifiye işçiliğe gerek yoktur. Her bir panel bünyesinde bulunan galvanizli çelik teller yardımıyla, yanına yerleştirilen diğer panele kolaylıkla birleştirilebilir. Bu işte usta olan bir kişi tarafından sistemin uygulanması diğer işçilere kolaylıkla öğretilir. Bunun dışında sistemin uygulanmasında konvansiyonel yapıma göre bir farklılık bulunmaktadır.

Konvansiyonel tarzdaki, taşıyıcı sistemin betonarme çerçeve olduğu ve bölücü duvarların kullanıldığı yapım sistemi; polistren köpük panellerin duvar ve döşemede kullanıldığı monolitik betonarme duvar ve döşeme sistemine göre % 5 daha ekonomiktir. İki sistem arasındaki maliyet farkının çok fazla olmadığı görülmektedir. Bunun yanı sıra inşa edilecek konutun maliyeti, 1 adet kalıcı konutla 1 adet geçici konut maliyetinin toplamından daha düşük olmaktadır. Bu nedenle bu sistemle ve yöntemle inşa edilen konutların maliyetlerinin daha ekonomik olacağı açıktır.

Konvansiyonel sisteme göre, 'Isı izolasyonlu betonarme duvar ve döşeme sistemi'nin yapım süresi % 52 daha kısa olmaktadır. Bildirinin başında ifade edildiği gibi depremden 21 ay sonra, ancak 15.131 adet kalıcı konut tamamlanarak hak sahiplerine teslim edilmiştir. Eğer deprem sonrası kalıcı konut yapım sistemi olarak önerilen sistem kullanılmış olsaydı, matematiksel olarak 15.000 kalıcı konut depremden yaklaşık 10,5 -11 ay sonra teslim edilebilirdi. Bunun yanı sıra önerilen tip projeye yaklaşık 45 m²'lik konutlar üretildiği ve bunun kalıcı konut kullanım alanının ortalama yarısı olduğu düşünülürse, depremden yaklaşık 6 ay sonra geçici nitelikli konutların inşasının tamamlanabileceği hesaplanabilir.

Deprem sonrasında acil olarak binanın zemin katının bitirilmesi, üst kat inşasının daha sonraki aylarda da yapılabileceği öngörülmektedir. Amaç geçici barınma işlevinin en kısa sürede gerçekleştirilmesidir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2000). Depremler 1999, 17 Ağustos ve 12 Kasım Depremlerinden Sonra Bakanlıklar ve Kamu Kuruluşlarınınca Yapılan Çalışmalar, Başbakanlık Basımevi, Ağustos.
- DEMİRTAŞ, R. (2000). 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi Raporu, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müd. Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ocak, Ankara.
- ERKOÇ, T. (2001). (Kişisel Görüşme), (Afet İşleri Genel Müdürlüğü Acil Yardım ve Koordinasyon Şube Müdürü).
- ERKOÇ, T. (2001). Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 Depremlerinde Yapılan Faaliyetler, Afet ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü Eğitim-Haber-Bilim Dergisi, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yücel Ofset, Yıl:2001, Sayı:1.
- HÜRRİYET, 19/08/2003 Tarihli Gazete.
- SAVAŞIR, K. (2001). Deprem'in İkinci Yılında Marmara Bölgesi'nde Yapılan Çalışmalar ve Son Durum, Ege Mimarlık, Sayı:39, No:2001/3
- TEZCAN, S., KAPTAN, K., ERKAL, A., (2005). Sismo Yapı Teknolojisi Değerlendirme Raporu, Ağustos, İstanbul.

[1] www.birimfiyat.net/