



MODÜLER KOORDİNASYONUN BİNA TASARIMINA UYGULANMASI

Hanifi TOKGÖZ¹ , Yılmaz KOÇAK²

¹Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Ankara, hanifi@gazi.edu.tr

²Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya Meslek Yüksekokulu, Kütahya, yilmazkocak@hotmail.com

Geliş Tarihi: 14.07.2009

Kabul Tarihi: 20.10.2009

ÖZET

Ekonomik ve uygun bir bina tasarımı için kuşkusuz bir çok kural, yöntem ve kriter vardır. Bunların içinde en önemlilerinden biri de yapı elemanlarının tişleşmesi ve standartlaşması olarak görülmektedir. Standartlaşma için de üretilmesi planlanan ve üretilen yapı elemanları arasında boyutsal koordinasyonun sağlanması gerekmektedir. Bu da tasarımda ve yapı elemanları arasında modüler düzenlemeyi zorunlu kılmaktadır. Ancak modül ve modüler koordinasyon uygulamasının, özellikle mimarları kısıtladığının düşünülmesi ve eğitim aşamasında yeterince anlaşılabilmesi gibi nedenlerle toplumun gündeminde yeterince yer alamamıştır. Bu çalışma ile tasarım aşamasındaki sorulara cevap olabilecek bir uygulama ile modüler koordinasyonun toplumun gündemine taşınması amaçlanmaktadır. Bu amaçla modüler sistemde örnek bir bina tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu sayede modüler koordinasyonun bina tasarımına uygulanmasıyla kontrollü, hızlı, kaliteli ve ekonomik bir yapılaşma sağlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Modül, modüler koordinasyon, bina tasarımı.

APPLICATION OF MODULAR CO-ORDINATION TO BUILDING DESIGN

ABSTRACT

Economical and appropriate building design undoubtedly has many rules, procedures and criteria. One of the most important of these is seen as the standardization and classification of building components. For standardization, dimensional co-ordination should be provided between the building components which are already produced or scheduled for the production. This necessitates the modular arrangements between the building components during the design stage. However, the implementation of modul and modular coordination, to date has not taken considerable attention the agenda of the society since it is considered a restriction to the architects and due to the unawareness of its importance during the education stage. This study provides a solution answers to the questions at the design stage with an application that may be of modular coordination which is intended to take part in the community's agenda. For this purpose, modular system design of a building in the sample were carried out. In this way, with the application of the modular co-ordination to building design controlled, fast, qualified, and economical structuring may be provided.

Keywords: Modul, modular co-ordination, building design.

1. GİRİŞ

Bina yapımında endüstrileşme sayesinde daha iyi, daha fazla sayıda ve daha ekonomik binalar elde etmek mümkün olmaktadır. Endüstrileşmenin yanında standartlaşma da bina yapımında vazgeçilmez bir unsur olarak yerini almıştır. Endüstrileşmenin ve standartlaşmanın bir gereği olarak da “modül ve modüler koordinasyon” ortaya çıkmıştır.

Endüstrileşme ve standartlaşmanın bir gereği olarak ortaya çıkan modül ve modüler koordinasyonun anlaşılmasında, daha eğitim aşamasında bir takım sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunları modüler koordinasyon çeşitleri ve uygulamaları, proje aşamasında modüler koordinasyonun eleman boyutlarına olan etkisi/ilişkisi, birleşim detayları, elemanların montajı ve birleşim detayları/modüler koordinasyon ilişkisi olarak sıralanabilir [1].

Bu makalede endüstrileşmiş yapı, standartlaşma, modül, modüler koordinasyon, boyutsal koordinasyon kavramları ve ilkeleri, daha önce yapılmış olan bir çalışma ile irdelenmiştir [2]. Ayrıca modül ve modüler koordinasyonun bina tasarımına uygulanması konusunda bir örnek uygulama yapılmıştır.

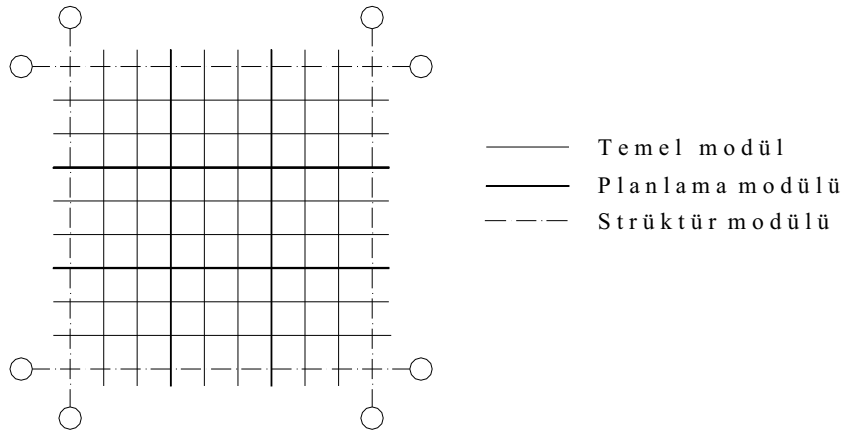
2. MODÜL

İnsanlar, yaşamlarının her evresinde birtakım ölçü birimleri kullanmaktadır. Uzunluk ölçü birimleri ortaçağ sonlarında farklı ölçü birimleri şeklinde gelişmiştir. Bu ölçü birimleri adları aynı olmakla birlikte farklı ölçülerde kullanılmıştır. Örneğin, yalnız Almanya'da kol boyu (elle) 0,495 m ile 0,779 m arasında bölgesel olarak değişirken; benzeri ölçü birimi arşın, Türkiye'de 0,650 m, Sovyet Rusya'da, 0,711 m, Tunus'ta 0,637 m, Mısır'da 0,673 m olarak kullanılmıştır [3]. Bina tasarımı ve uygulaması aşamalarında da modül kullanımı eski tarihlere dayanmaktadır. Bunlar insan ölçüleri ile uyum içindedir. Fransa'da 1791 yılında bir bilimsel kongrede dünya çapının on milyonda biri uzunluk ölçüsü birimi olarak kabul edilmiş ve bundan sonra eski ölçü birimlerinin kullanımı hemen hemen sona ermiştir [4]. 1954-1961 yılları arasında Yapı Araştırma İstasyonu "BRS", İngiliz Standartları Enstitüsü "BSI", Kanada ve ABD'nin de katıldığı 11 Batı Avrupa ülkesi tarafından Avrupa Prodüktivite Ajansı "EPA" kurulmuştur. 1956 yılında EPA metrik sistemde 10 cm, feet sisteminde ise 4 inch'lik modülü önermiş ve çeşitli Avrupa ülkelerinde bu yolda standartlar yayınlanmıştır [4,5]. Türkiye'de de 1960'lardan sonra bu alanda çalışmalar yapılmış ve Türk Standartları Enstitüsü (TSE) konu ile ilgili standartlar yayınlamıştır [6-16].

Çağımızda ise bina tasarımında modül, yapı ürünleri arasında koordinasyon sağlanması ve malzeme kayıplarının önlenmesi gibi daha çok üretime dönük ekonomik yarar sağlamak amacıyla çeşitli ülkeler tarafından benimsenmeye çalışılan bir kavram ve boyutsal koordinasyon için büyüklük olarak seçilen boyut değeri birimi olarak ifade edilmektedir. Standartlaşma endüstrileşmenin bir gereği, dolayısıyla modül de bir standart olarak ortaya çıkmıştır [6,7].

Endüstride pazarlama amaçlı olarak ürün çeşidinin çok olması, ekonomik sıkıntıları da beraberinde getirmektedir. Ürün çeşidini makul oranda tutmak, fabrikalardaki fireyi azaltmak, üretimi akıcı hale getirmek ve işi daha verimli kılmak belirli bir modülün belirlenmesi gereğini ortaya çıkarmıştır.

Uygun bir modül sayısı için bilinen en eski modüllerden biri altın kesittir (Golden Section). Le Corbusier estetik boyutlandırma ve insan vucut oranlarından yola çıkarak işlevsel bir boyutlandırma geliştirmiştir. Bu şekilde Le Corbusier'in Modülör'ü ortaya çıkmıştır [8]. Le Corbusier Modülör'ü, sadece uyumlu sayılar dizisi değil, uzunlukları, yüzeyleri ve hacimleri yöneten ve insan oranını her yerde koruyan bir ölçümler dizisi olarak sunulmaktadır [17]. Bütün bu çalışmalar sonucunda bina tasarımında uygulanan modül temel modül, planlama modülü ve strüktür modülü olarak üç grupta toplanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Modül çeşitleri [6]

Temel modül, bina elemanlarının ve genel amaçlı yapı bileşenlerinin boyutsal koordinasyonunun en esnek ve kolay şekilde gerçekleştirilmesi için seçilen modüler koordinasyon birimidir. Temel modül “M” harfiyle gösterilir ve $1 M = 100 \text{ mm}$ 'dir [8].

Planlama modülü, genellikle asıl modülün katları şeklindedir. Batı Avrupa'da 3M, 6M, 12M olan planlama modülü Sovyetler Birliği'nde 20M, 30M, 60M ve 90M'dir. 3 M ve 6 M büyük modülleri esas alarak binalar için düşünülmüştür. Daha küçük planlama modülleri, daha fazla esneklik ve çeşitlilik getirirken, daha büyük planlama modülleri de, çeşitlilikte azalma sonucunu getirmektedir. Buna karşılık, özellikle endüstriyel üretim ve çok sayıda üretim söz konusu olduğunda, büyük modül daha ekonomik olmaktadır [6,16].

Strüktür modülü, taşıyıcı sistemin aks aralıkları modülüdür. Bina tasarımında mekan sınırları taşıyıcı sistemle aynı ise, planlama ve strüktür modülünün aynı ve tek olduğu söylenebilir. Örneğin, yığma binalarda, genellikle planlama ve strüktürel modül aynıdır. Ana iskelet sistemlerde (yani betonarme karkas sistemlerde), iç bölmeler ve mimari hacimler strüktürün getirdiği boyutlardan farklı olabilir. Strüktür modülü (taşıyıcı akslar arasındaki uzaklık) 7m (70 M), buna karşılık mimari hacimlerin modülü (planlama modülü) 3,5 m (35 M) olabilir [6,7]. Malzeme tasarrufu, planlama kolaylığı gibi nedenler ile modül ağında kesintiler olabilir. Genellikle bu 12, 15, 18, 24 cm gibi küçük bir sayıdır. Fakat tarafsız alanların arası, ya temel ya da planlama modüllerine uyar [6].

Yapıyı oluşturan parçaların çeşitliliğin azaltılması ve ekonominin sağlanması için yapı tasarımında bu modül çeşitlerinin uygulanması gerekmektedir. Çağımız endüstrisinin gereği olan modülasyon fikri, standart parçalar kullanmak yoluyla maliyeti düşürme çabasıdır. Örneğin insan boyu ortalamasının 160 cm olduğunu varsayılırsa, 400 cm kereste standardıyla kapı yüksekliğinin 220 cm ve kapı genişliğinin 90 cm alınması sonucu ortaya çıkan malzeme kaybı, 290 cm tavan yüksekliği karşısında 50 cm yükseklikteki alçı blok standardından doğan malzeme kaybı modülasyonun gereğini ortaya koymaktadır. Her elemanın binlerce defa tekrarlandığı prefabrikte sistemlerde ise modülasyon çok önemlidir [18].

1. MODÜLER KOORDİNASYON

Standart bir yapı bileşeninin, sistemin bütününe uyum göstermesi gerekir. Bu kapsamda, her boydan standart bileşenler, koordinasyon boyutlarında üretildiklerinde bir değer kazanabilmektedirler. Bu nedenle yapımda standartlar için boyutsal bir çerçeve, modüler bir koordinasyon gerekmektedir [5]. Modüler koordinasyon, imal edilen yapı bileşenlerinin genel koordinasyon boyutlarıyla; binada yer alan çeşitli mekan ve yapı elemanlarının yapı bileşenleriyle koordinasyonu yönünden önem taşıyan yatay veya düşey boyutlarını belli bir standart ölçü biriminin (standart temel modülünün) katlarından seçmek suretiyle uygulanan ve boyutsal koordinasyonun da gerçekleştirilmesine olanak veren standartlaşma tekniğidir [6].

Endüstrileşmiş yapımda, yapının bileşenlere bölünmesi modüler koordinasyon aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bir yapı elemanının tüm binalar için kullanılabilir şekilde tasarlanıp boyutlandırılması gerekir. Dolayısıyla modüler sisteme göre tasarlanan bir binayı oluşturan ürünleri çeşitli firmalar arasından seçilerek inşaat gerçekleştirilebilir.

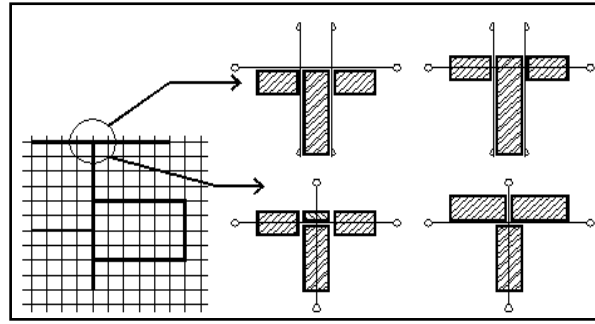
Modüler koordinasyonun temel amacı bina yapımının ve yan faaliyetlerinin standardizasyon yoluyla rasyonelleştirilmesine ve endüstrileşmesine yardım etmek olarak ifade edilebilir. Böylece yapı bileşenleri endüstriyel düzeyde yapılmış ve/veya şantiyede en etkin şekilde gerçekleştirilmiş olur. Bu sayede bina yapımında ekonomi sağlanmış olur [9]. Ayrıca seri olarak üretilen yapı bileşenlerinin boyut değişikliklerini azaltmak ve proje yapanlara bileşenlerin düzenlenmesi için daha fazla esneklik sağlamak amaçlanmaktadır [7]. Ancak binaları modüler koordinasyon çerçevesinde standartlaştırırken en uygun modüler boyutların seçilmesi, optimum tip sayısının belirlenmesi, seçilen boyutların “bir araya getirebilme” yeteneklerinin yüksek olması gibi sorunların çok iyi irdelenmesi ve çözüme ulaştırılması gerekir [5].

2. MODÜLER KOORDİNASYONUN ESASLARI VE TASARIMA UYGULANMASI

Bina bir büyüklükler kompozisyonudur. Kabul edilmiş iki boyut toplamının, kabul edilmiş bir boyutu oluşturması göz önünde bulundurulursa, boyutsal uzlaşma büyük önem taşır [19]. Boyutsal koordinasyon “bina

üretiminde; imal edilmiş yapı bileşenlerinin birbiriyle ve/veya imal edilecek bileşenlerle, büyüklüklerini değiştirmeden bir araya getirebilmek için, bileşenlerin imalatında, mekan ve yapı elemanlarının tasarlanmasında en elverişli boyutların seçilmesidir” şeklinde tanımlanmaktadır [15].

Modüler koordinasyonun esasları, temel modül (1M), büyük modül (3M) ve modüler olmayan kalınlıkların esasları olarak ifade edilebilir. Temel modül ızgarası (1 M'den 1 M'ye), projede görülen bütün bileşenlerin koordinasyon aralıklarının boyutları ve pozisyonlarının tanımlanmasında kullanılabilir. ISO 1791-1973'e göre koordinasyon aralıkları ve derz aralıkları için tolerans ve kuralları içeren koordinasyon planlarının yerine getirilmesiyle bileşenler ve aralıklar sınırlandırılmıştır [20]. Büyük modül ızgara bileşenleri, koordinasyon aralıklarının konumunu tanımlamada kullanılabilir. Bütün bileşenler yine aynı kalınlıkta ve uzunluktadır. Tasarım yapılırken yöntemlerden birisi izlendiğinde diğerlerinin çözümü için bir seçim yapılabilir. Bileşenlerin kalınlıkları ilk tasarım sırasında göz önüne alınmazken sonraki işlemlerde göz önüne alınabilir (Şekil 2).



Şekil 2. Bileşen detayları [21]

Buna göre;

- Belirli bölgelerde büyük modül ızgaranın üzeri kesilir.
- Sınır planında yüzey çizgisi aksel planın merkez çizgisi yerine geçer [20].

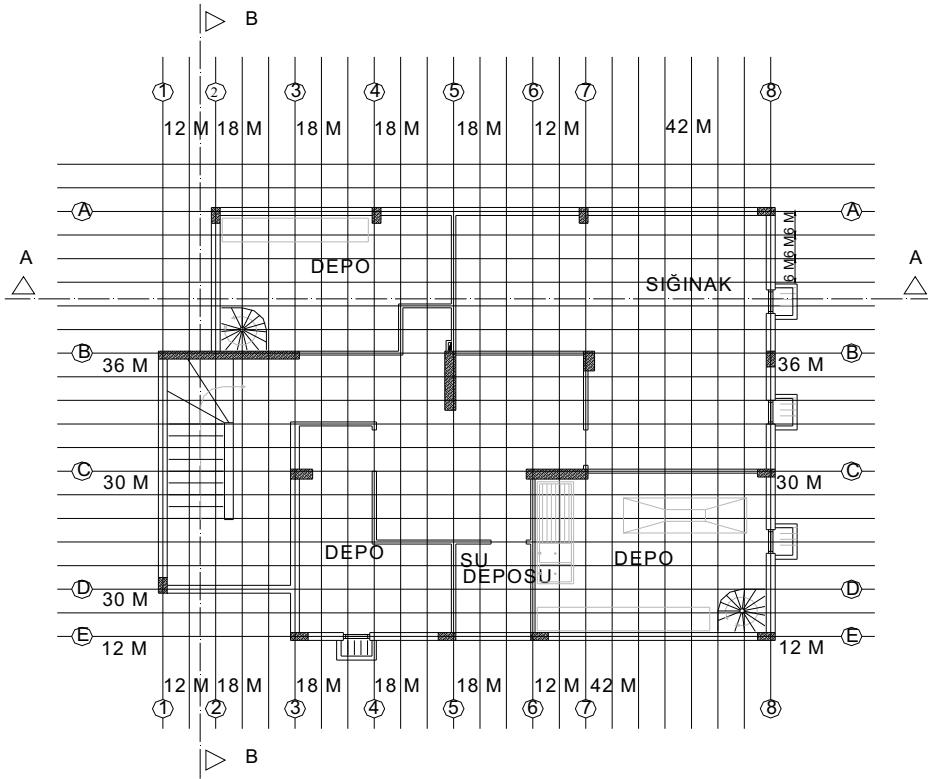
Yalnızca çok istisnai durumlarda vaziyet planlarında üst üste gelmiş koordinasyon alanlarındaki problemler, bu iki ölçüde çözülebilir. Koordinasyon aralıkları birçok uzunluk bileşenleri için azalabilir veya artabilir.

Tasarlanacak mekanların içinde oluşturulması düşünülen eylemlerin gerçekleştirilmesi için de bazı öğeler gerekmektedir. Bunlar;

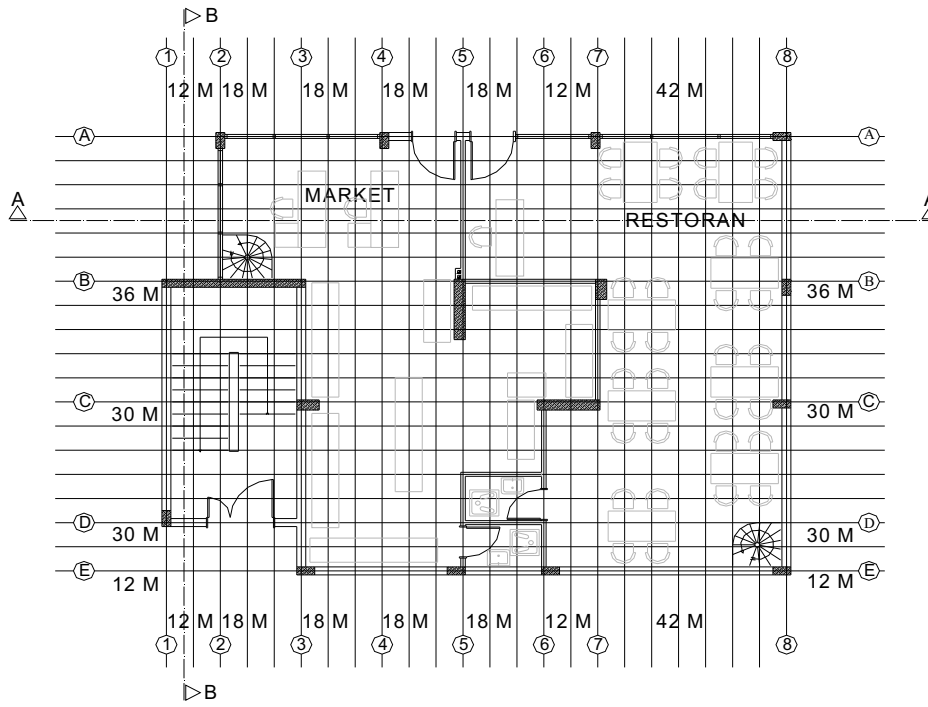
- Yapı ile birlikte yapılan sabit öğeler, yani “döşem”
- Değiştirilebilir nitelikteki öğeler, yani “donatı”
- Çeşitli mobilya ve eşyalar, yani “araçlar” dır [5].

İlk iki gruba büyük ölçüde tasarımcı karar verebilmektedir. Ancak üçüncü grubu oluşturan öğeler öneri olarak belirlenmekte, ya da kullanıcıların ekonomik durumlarına, arzu ve beğenilerine bırakılmaktadır. Yine de genelde kullanılacak her türlü döşem, donatı ve araçlar, kullanım alanları açısından, mekanların boyutlandırılmasında en büyük etken olarak rol almaktadır. Bu elemanların standart ölçüleri ve tipleri, mekan büyüklüklerinin belirlenmesinde yardımcı olarak kullanılmak zorundadır [5].

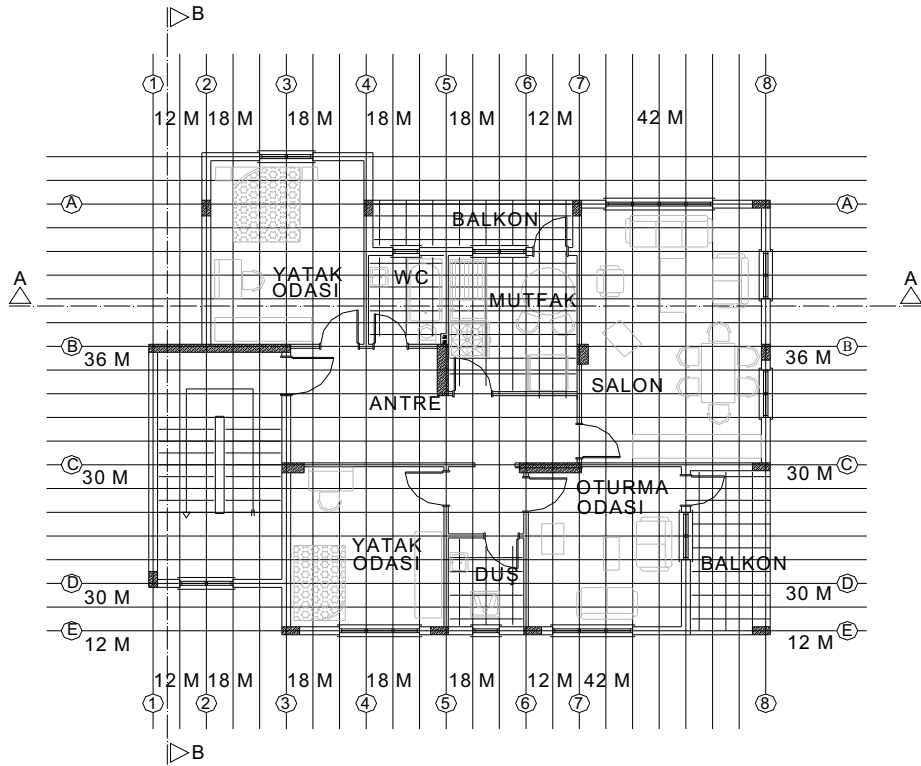
Bütün bu özellikler dikkate alınarak yapılan bina tasarımının modüler koordinasyon çerçevesinde ele alınması; geleneksel yapımın tersine üretim sürecindeki sorunların daha tasarım aşamasında çözümünü sağlayacaktır. Bunun için de tasarım sürecinde modül seçimi başlangıçta belirlenmelidir. Bu nedenle örnek tasarımda modül, çok büyük seçilerek kısıtlayıcı bir etkiye neden olmayacak, ya da çok küçük seçilerek çeşitlilik arttırmayacak şekilde 6 M olarak seçilmiştir. Tasarımda teknik boyutlar (döşemeler, kolonlar vb.) modül dışı tutulmuştur. Ayrıca tasarımda modül çizgileri, bileşenleri ortalayacak şekilde yapılmıştır. Bahsedilen bu özelliklerin uygulanmasıyla ilgili örnek bir bina tasarımına ait kat planları Şekil 3'te, görünüşler Şekil 4'te ve kesitler Şekil 5'te verilmiştir.



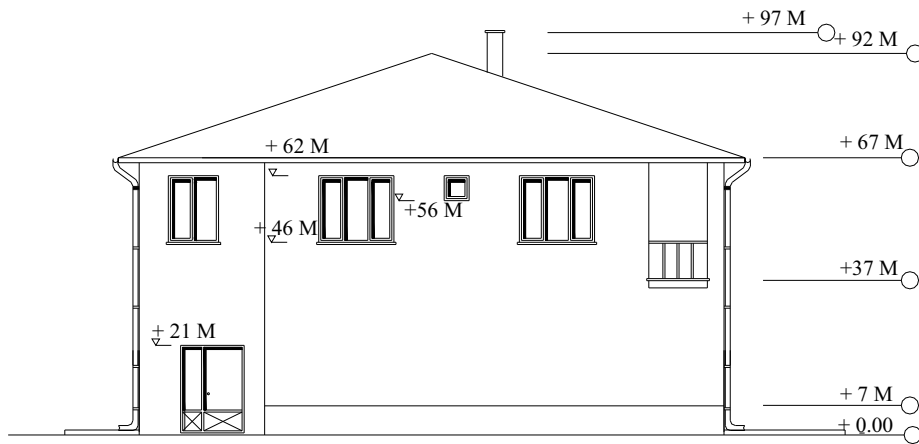
Şekil 3.a. Bodrum kat planında koordinasyon aralıkları



Şekil 3.b. Zemin kat planında koordinasyon aralıkları



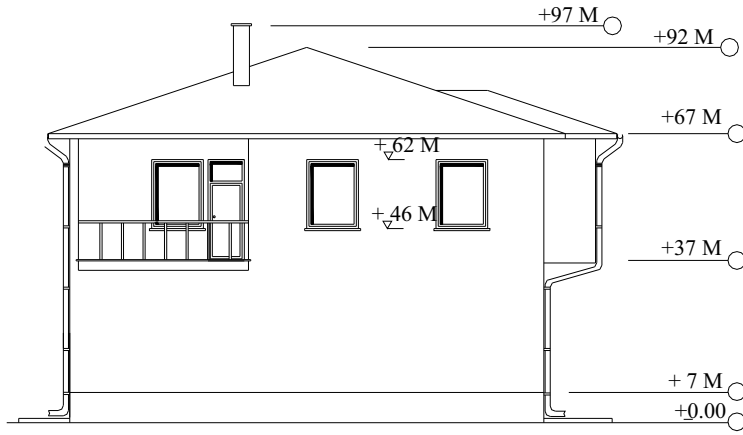
Şekil 3.c. Birinci kat planında koordinasyon aralıkları



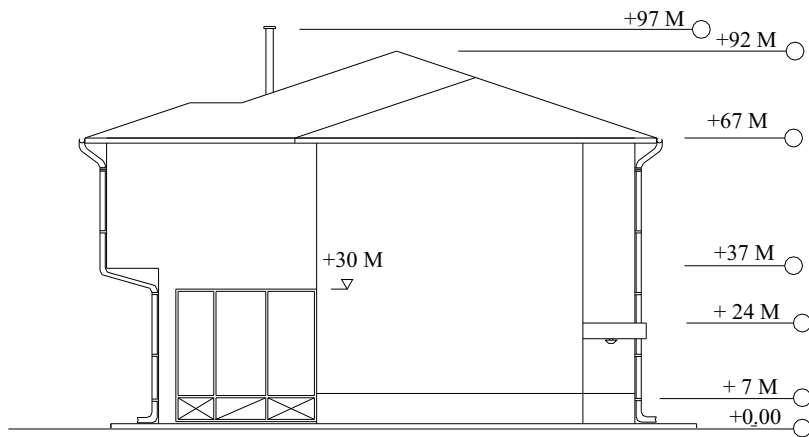
Şekil 4.a. Ön görünüşte koordinasyon aralıkları



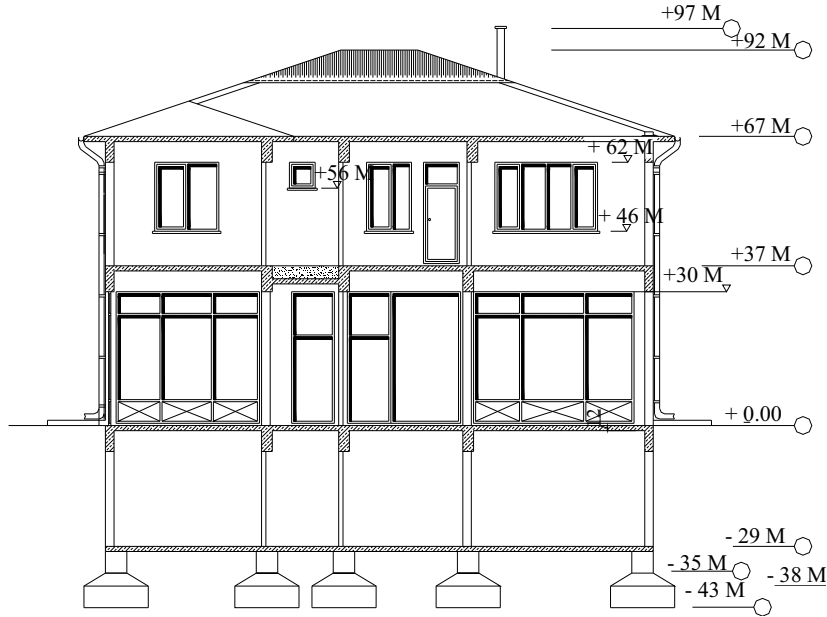
Şekil 4.b. Arka görünüşte koordinasyon aralıkları



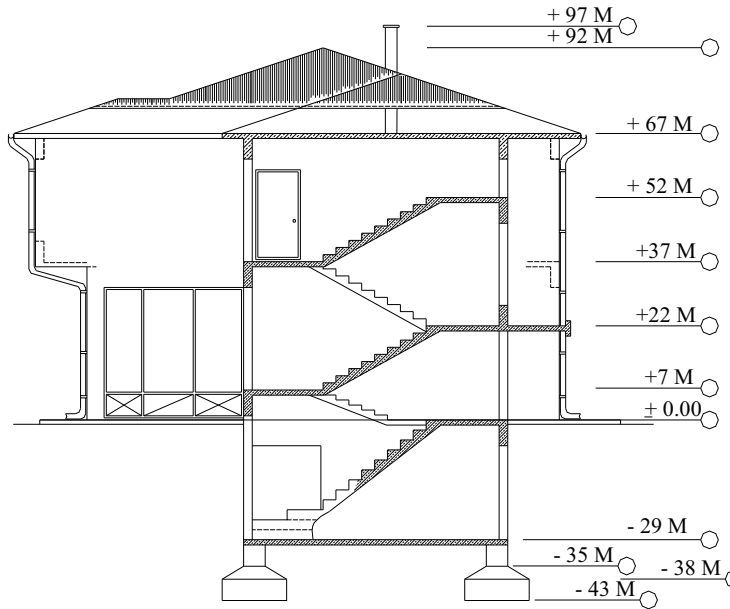
Şekil 4.c. Sağ yan görünüşte koordinasyon aralıkları



Şekil 4.d. Sol yan görünüşte koordinasyon aralıkları



Şekil 5.a. A-A Kesitinde koordinasyon aralıkları



Şekil 5.b. B-B Kesitinde koordinasyon aralıkları

Örnek bina tasarımında da görüldüğü gibi modüler büyüklüklerin tasarıma uygulanması çok karmaşık bir süreç değildir. Bu sayede modüler yapı bileşenlerinin, minimum düzeltme ve değiştirmeye şantiyede birleştirilip istenen binanın oluşturulmasını sağlayacak biçimde bina planlarının boyutlandırılmasıyla gerçekleştirilebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Modüler koordinasyonun bina tasarımına uygulanmasıyla ülke ekonomisine önemli yararların sağlanabileceği düşünülmektedir. Bunlar kısaca aşağıdaki beş madde halinde özetlenebilir:

- Bina üretiminin seri ve sürekli olarak gerçekleştirilebilmesi için standartlaşma vazgeçilmez bir unsur olarak yerini almaktadır. Bunun için de tasarlanan binayla üretilen ve üretilmesi planlanan bina elemanları arasında boyutsal bir koordinasyonun sağlanması gerekmektedir.
- Bina tasarımının modüler çerçevede ele alınması, geleneksel tasarımın aksine üretim sürecindeki sorunların daha tasarım aşamasında çözülmesini sağlayabilecektir.
- Bina tasarımında modül ve modüler koordinasyon sayesinde ölçülerin sınırlandırılması ve tekrarı sağlanarak işlem, teknoloji tekrarı ve prefabrik elemanların tipleşmesiyle büyük üretim serilerinin oluşması sağlanabilir. Bu da yapı üretiminin rasyonelleşmesini ve maliyetlerin düşürülmesini sağlar.
- Tasarımlarının sadeleştirilmesi ile şantiye işlerinde açıklık ve basitlik sağlanabilir.
- Koordinasyon boyutlarının birbiriyle nerede ve ne şekilde ilişkilendirileceğinin belirlenmesiyle yapım sırasında malzeme kaybı azaltılarak kontrollü ve kaliteli üretim sağlanabilir. Ayrıca montaj aşamasında yapım süreleri kısaltılabilir ve böylece bina üretim hızı artırılabilir. Bu da özellikle bina yapım süresi az olan soğuk bölgelerde büyük yarar sağlayabilir.

Sonuç olarak ön yapım elemanlarının ölçülerini ve konumlarını belirlemek amacı ile yapılan modüler koordinasyonun sadece bir plan çizme sorunu olmadığı, detaylandırma ve sistem çözümleriyle çok yakın ilişki içerisinde olduğu açıktır. Gerek standartlaşma, gerekse modüler düzenlemeler, gerektiği yerde ve dozda kullanılmaları sayesinde kısıtlayıcı bir etki olmadan arzulan kalite ve maksimum ekonomi sağlanabilecektir.

Bunun için de detaylı bir planlama ile mal sahibi, mimar, mühendis, yapı ürünleri üreticileri ve yükleniciler arasında koordinasyon sağlanarak ülke genelinde bir politika oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Eminel, M., Ekinci, C.E., Özçetin, Z., “Prefabrikasyonun mimarlık eğitimindeki yeri ve önemi”, *12. Prefabrikasyon Sempozyumu: Prefabrikasyonda Yenilikler ve Eğitim, Bildiriler Kitabı*, (2007).
- [2] Tokgöz H., Koçak Y., “Endüstrileşmiş bina tasarımında modüler koordinasyonun rolü”, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi*, 3: 275-284, (2008).
- [3] Doğan, T., “Tasarımda ve uygulamada modül”, *E.Ü. Müh. Bil. Fak. Yay.*, No:18, İzmir, (1976).
- [4] Ayaydın Y., “Büyük açıklıklı prefabrike betonarme yapılar”, *Çağdaş Yapım Sistemleri Yayın Dizisi*, İstanbul, (1989).
- [5] Gültek, G., “Bina tasarımında modüler koordinasyon”, *G.Ü. Fen Bil. Enst. Yük. Lis. Tezi*, Ankara, (1986).
- [6] Gökhan Ç., Baytin, D., “Standartlaşma ve boyutsal eşgüdüm”, *Mimarlık Dergisi*, 158: 77-79, Ankara, (1979).
- [7] T.S.E., “Modüler koordinasyon-terimler”, TS 2017, *TSE Yayınları*, Ankara, (1975).
- [8] T.S.E., “Modüler koordinasyon-temel modül”, TS 2014, *TSE Yayınları*, Ankara, (1975).
- [9] T.S.E., “Modüler koordinasyon ilkeler ve kurallar”, TS 2020, *TSE Yayınları*, Ankara, (1975).
- [10] T.S.E., “Modüler koordinasyon-yatay kontrol koordinasyon ölçülerinin referans doğruları”, TS 2316, *TSE Yayınları*, Ankara, (1976).
- [11] T.S.E., “Modüler koordinasyon-bina merdiven boşlukları koordinasyon boyutları”, TS 3613, *TSE Yayınları*, Ankara, (1981).
- [12] T.S.E., “Modüler koordinasyon-binalar için kat yükseklikleri ve hacim yükseklikleri”, TS 2016, *TSE Yayınları*, Ankara, (1975).

- [13] T.S.E., “Modüler koordinasyon-binalarda kullanılan düz, rijid levha ve panolar için koordinasyon boyutları”, TS 2019, *TSE Yayınları*, Ankara, (1975).
- [14] T.S.E., “Modüler koordinasyon iç ve dış kapılar için koordinasyon boyutları”, TS 2018, *TSE Yayınları*, Ankara, (1975).
- [15] T.S.E., “Yapı ve mekan elemanlarının sınıflandırılmaları ve boyutlandırılmaları ile ilgili tarifler”, TS 734, *TSE Yayınları*, Ankara, (1969).
- [16] T.S.E., “Modüler koordinasyon - Yatay koordinasyon boyutları için büyük modüller”, TS 2015, *TSE Yayınları*, Ankara, (1975).
- [17] Divanlıoğlu, D., “Temel tasar”, *Birsen Yayınevi*, S 51, 54, İstanbul, (1997).
- [18] Baydar, F., “Yapıda prefabrikasyonun genel tanıtımı”, *Yapı Endüstrisi Dergisi Prefabrikasyon Özel Sayısı*, 37-38, Ankara, (1970).
- [19] Sunar, Ş., “Endüstrileşmiş bina açısından mimari tasar ve uygulama”, *İ.T.Ü. Yayınları*, İstanbul, (1975).
- [20] De Troyer, F., “System building” or “industrialised building: a review of approaches and a vision for the future”, *Joint Co-Ordinator Of CIB W24*, 3-11, Helsinki, (1995).
- [21] Cuperus, Y.J., “An introduction to open building”, *Cic.Vtt.Fi/Lean/Singapore/Cuperusfinal*, P 3-4, Singapore, (2002).