

# Bina Tipi Yapılar için CAD Tabanlı Metraj Programı

Osman Murat KAYA<sup>1</sup>, Osman AYTEKİN<sup>2</sup>, Hakan KUŞAN<sup>3</sup>, İlker ÖZDEMİR<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

<sup>3</sup> Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kütahya

**Özet:** Mühendisliğin hemen her alanında kullanılan CAD (Computer Aided Design) tabanlı, win32 ağırlıklı uygulamaların inşaat mühendisliğindeki yeri büyüktür. CAD tabanlı inşaat mühendisliği programları daha çok statik hesaplamalar yapabilen ve uygulama projelerinin çizimini gerçekleştiren programlar şeklindedir. Fakat bu tip programların çoğu, projelerin demir, beton, kalıp ve bazı standart ölçülü imalat miktarlarının (kapı, pencere, boya, badana vb.) yaklaşık olarak hesaplanması dışında diğer imalatların miktarlarının hesaplanmasını yapamamaktadır. Bu nedenle yapı yaklaşık maliyetleri, hakedişler ve kesin hesapların yapılabilmesi için imalat miktarlarının genellikle proje üzerinden elle hesaplanması gerekmektedir. İmalat miktarlarının hesaplanması sırasında, kullanıcının imalat boyutları ve malzeme çeşitliliği arasında sürekli üç boyutlu düşünmesi gerekmektedir. Çok fazla sayıda verinin projelerden okunup MS Excel benzeri hesap tabloları olan paket programlara girilmesinde karışıklık meydana getirmekte ve hesap hataları ortaya çıkarmaktadır. Bu amaçla, CAD ortamında mimari ve betonarme uygulama planları çizilen bir bina projesinin imalat kalemlerine ait metraj miktarlarının hesaplanabilmesi için bir yazılım geliştirilmiştir. Mimari ve betonarme uygulama planları olan bir bina projesinin yazılıma ait CAD ortamına aktarılmasında yapılacak işlemlerin detayı ve programın kullanımının tanıtıldığı bu çalışmada, farklı bir CAD tabanlı statik-betonarme programının CAD çizimlerini kullanarak imalat iş kalemlerine ait metraj miktarlarını hesaplayabilecek bir program olarak geliştirilmesi için algoritma yapısının ve işlem aşamalarının nasıl olması gerektiği araştırılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** CAD, Metraj, Hakediş, Yaklaşık Yapı Maliyeti

## Bill of Quantity Estimating Software Based on CAD for Building Construction

**Abstract:** Engineering softwares based on CAD and win32, are very important in civil engineering applications. Civil engineering softwares based on CAD, are mostly capable to do the static calculations and also are capable to draw the application projects. But, these softwares are not capable to calculate the other bill of quantities of building projects except from total amount of reinforcement, concrete, forms and some standard applications (such as windows, doors, painting etc.). Because of this, total bill of quantities of all applications of a project must be estimated from project drawings by reading in order to estimate the first cost, monthly payment and final cost of a project. While the estimating of bill of quantities of a project, estimator must consider all dimensions, materials variety and 3D imagination. After reading the application project drawings and getting the required data, it can be caused to some complications and mistakes while entering these data to MS Excel and similar programs. For this aim, the sample software called MetrajPRO has been developed in order to calculate the bill of quantities of a building structure that is given architectural and application project drawn in CAD base. In this study, we have introduce the MetrajPRO and also we have investigated how to estimate the bill of quantities of a building construction using other output architectural and application drawings of projects prepared by other software based on CAD.

**Keywords:** CAD (Computer Aided Design), Bill of Quantity, Monthly Payment of Construction, First Cost Estimating of Construction.

## 1. Giriş

İnşaat sektöründe en yaygın biçimde kullanılan programlar, proje yönetimi, stok kontrolü, keşif-metraj hesaplamaları, statik betonarme hesaplamaları, muhasebe ve teknik çizim işlevlerini yapabilen programlar halindedir [1].

Bununla beraber, mühendisliğin hemen her alanında kullanılan CAD (Computer Aided Design) tabanlı, win32 ağırlıklı uygulamaların inşaat mühendisliğindeki yeri büyüktür. CAD tabanlı inşaat mühendisliği programları daha çok statik hesaplamalar yapabilen ve uygulama projelerinin çizimini gerçekleştiren programlar şeklindedir. Fakat bu tip programların çoğu, projelerin demir, beton, kalıp ve bazı standart ölçülü imalat miktarlarının (kapı, pencere, boya, badana vb.) yaklaşık olarak hesaplanması dışında diğer imalat miktarlarının hesaplanmasını yapamamaktadır. Bu nedenle yapı yaklaşık maliyetleri, hakedişler ve kesin hesapların yapılabilmesi için imalat miktarlarının genellikle proje üzerinden elle hesaplanması gerekmektedir.

Bir projenin tüm metrajlarının elle hesaplanması bu metrajlara göre inşaatta kullanacak malzemelerin tespit edilmesi basit programlar yardımıyla hem fazlaca bir emek harcanmasına neden olmakta hem de hata riskini hayli arttırmaktadır [2].

İmalat miktarlarının hesaplanması sırasında, kullanıcının imalat boyutları ve malzeme çeşitliliği arasında sürekli üç boyutlu düşünmesi gerekmektedir [3]. Çok fazla sayıda verinin projelerden okunup MS Excel benzeri hesap tabloları olan paket programlara girilmesinde karışıklık meydana getirmekte ve hesap hataları ortaya çıkarmaktadır.

Bu amaçla, CAD ortamında mimari ve betonarme uygulama planları çizilen bir bina projesinin bütün inşaat imalat kalemlerine ait metraj miktarlarının hesaplanabilmesi için

MetrajPRO olarak adlandırılan bir yazılım geliştirilmiştir. Yapılan çalışmada, mimari ve betonarme uygulama planları olan bir bina projesinin, MetrajPRO yazılımına ait CAD ortamına aktarılmasında yapılacak işlemlerin detayı ve programın kullanımı tanıtılmıştır. Ayrıca, bu programın farklı bir CAD tabanlı statik-betonarme programının CAD çizimlerini kullanarak imalat iş kalemlerine ait metraj miktarlarını hesaplayabilecek bir program olarak geliştirilmesi için gerekli algoritma yapısının ve işlem aşamalarının nasıl olması gerektiği araştırılmıştır.

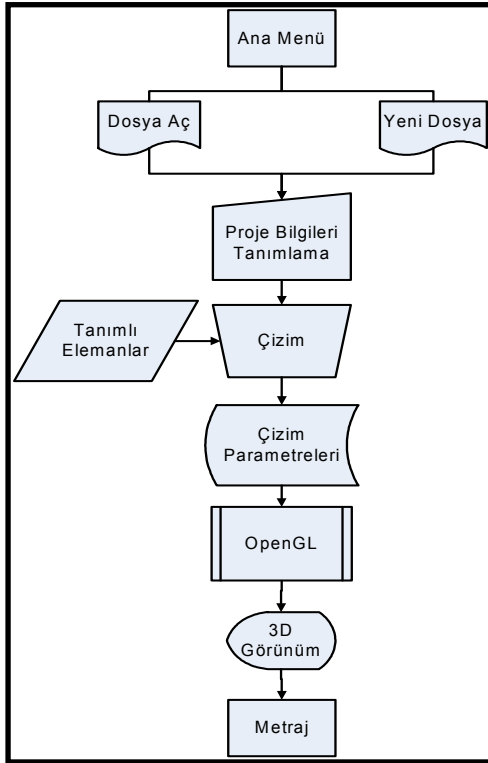
## 2. Yaklaşık Maliyet ve Hakediş Uygulamalarında Kullanılan CAD Tabanlı Metraj Programların Yapısı

CAD tabanlı inşaat mühendisliği programları kullanılarak, projelerin demir, beton, kalıp ve bazı standart ölçülü imalat miktarları yaklaşık olarak hesaplanabilmektedir. Bu tür programlar, yapı elemanlarına ait toplam alan, hacim, adet, uzunluk ve malzeme ağırlık hesaplarını genellikle çizim esnasında kaydettiği verilerle yapabilmektedir [4,5,6].

Özellikle statik ve betonarme hesaplamaları yapan CAD tabanlı programların hesaplamalara ait verileri kiriş, kolon, döşeme, uzunlukları, betonarme donatı uzunlukları ve sayılarını içermektedir. Bu verileri kullanarak demir metrajını beton metrajını ve kalıp metrajını yaklaşık olarak hesaplayabilmektedir. Bazı cad tabanlı 3D modelleme yapabilen programlar ise aynı imalat metrajlarına ilave olarak veritabanına aktardıkları uzunluk değerlerini kullanarak diğer imalat metrajlarını yapabilmektedir [7].

Bunların dışında LISP ile kodlanmış AutoCAD eklentileri de bu tip hesaplamalar için kullanılabilen yazılımlardandır. Bu yazılımların en büyük avantajı AutoCAD içinde çalıştığından dolayı dosya uyumluluk problemi söz konusu değildir. Fakat bu tarz yazılımların kaynak kodunun gizlenememesi ticari olarak bir yazılım haline getirilmesinde

bir dezavantaj oluşturmaktadır. Ayrıca CAD tabanlı olmayıp sadece proje üzerinden okunan boyutları kullanarak MS Excel tarzı çalışma sayfasına sahip olan programlar da mevcuttur.



Şekil 1. MetrajPRO yazılımın genel işleyişi

### 3. MetrajPRO Yazılımının Bileşenleri ve Özellikleri

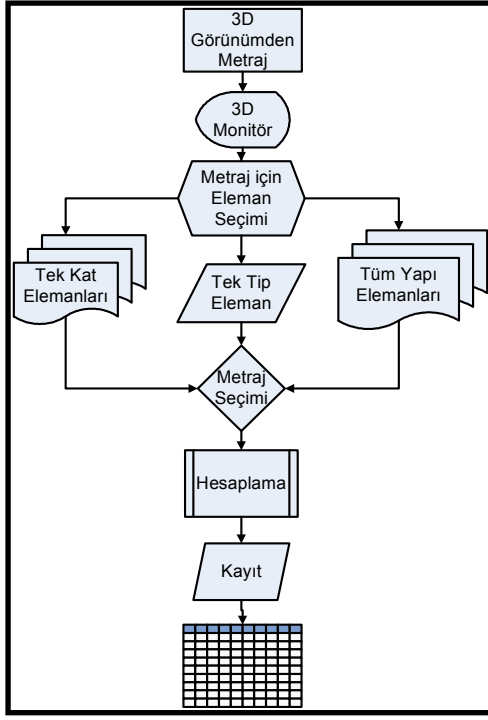
MetrajPRO tabanı, lisanslı ve değiştirilme izni alınmış bir CAD tabanının vektör grafik çizimlerinden nesneden nesneden nesne türetme metoduyla (object oriented) ile bileşenlere (component) dönüştürülmesiyle oluşturulmuş özel bir CAD tabanıdır. Bunun bize en büyük avantajı, çizilen vektörün aslında birer form bileşeni olması yani oluşturulan objenin standart özelliklerine ilave edilen diğer vektörel özellikler sayesinde objenin adını, etiketini, konumunu, genişliğini, uzunluğunu, ölçeğini, sayısını ve 2D dolgusunu da kullanabilmemizdir.

2D de oluşturulan yapı elemanının 3D görünümü, ilgili yapı elemanın çizim araç çubuğunun OnMouseUp prosedüründe otomatik olarak dönüştürülmektedir. Bu işlem sırasında yükseklik parametresi elle girilen yükseklik alınır, şayet elle girilmemişse, proje tanımlanırken seçilen kat yüksekliği alınır.

3D görünümünün oluşturulmasında ise OpenGL 1.1 bileşenleri kullanılmıştır. Yine 2D de olduğu gibi 3D görünümde de nesneden nesne türetme yoluyla çizim sağlanmıştır. Bunun bize sağladığı en büyük avantaj, çizimdeki her öğenin 3D ekranında seçildiğinde direkt olarak yapı elemanının boyutlarını, alanlarını, eksenlere olan mesafelerini ve atalet momentini okuyabilmemizi sağlamaktadır. Bu okunan bilgiler kullanılarak çalışma zamanlı olarak yapı elemanına ait istenilen metrajının hesaplanmasına olanak sağlanmaktadır.

#### 3.1 MetrajPRO Yazılımının Genel İşleyişi

MetrajPRO yazılımında ilk olarak proje bilgilerinin tanımlanması ve tanımlanan bu bilgileri kullanarak 2D çizimi gerçekleştirilir. Şekil 1'de gösterilen genel işleyiş şemasına bakıldığında program, ana menüden dosya menüsü seçildiğinde tipik program özelliği olarak yeni dosya oluşturma veya mevcut dosyalar üzerinde çalışma olanağı sağlar. 2D çizimde tanımlı elemanlara Mouse'un tıklama ve serbest bırakma koordinatları gönderilerek çizime çağrılır. Bu koordinatlar metriktir. Bu bilgiler kullanılarak çizimler 2D görünümünden 3D görünüme aktarılırken gerek duyulan parametreler (eleman koordinatları, kat ve eleman yüksekliği) de girilerek 3D oluşturulur ve buradan eş zamanlı olarak metraj hesaplamalarına ulaşılır.



Şekil 2. Metraj Hesabı

### 3.2 MetrajPRO Yazılımı Kullanılarak Metraj Hesaplanması

MetrajPRO yazılımını kullanarak metraj hesaplanmasında Şekil 2’de gösterilen işlem aşamaları mevcuttur. MetrajPRO yazılımı, tek bir elemanın (kiriş, kolon, döşeme, duvar, kapı, pencere, temel, çatı vb.) uzunluk, alan, hacmini hesaplayıp bu hesaplardan ilgili elemanın kalıp, donatı, sıva, boya, kaplamalar vb. imalat miktarlarının hesaplanması yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra tablodan seçilecek eleman tipine göre de tüm projedeki o eleman tipine ait toplam imalat miktarları da hesaplanabilmektedir. Bu miktarların bina kat sayısı yardımıyla tüm katlara ait metrajlarını ayrı ayrı veya toplam olarak hesaplanabilmektedir. Yine tablodan seçilecek kata ait tüm elemanlara ait imalat miktarları da kolayca hesaplanabilmektedir.

### 4. Sonuç ve Öneriler

Yapı yaklaşık maliyetleri, hakedişler ve kesin hesapların yapılabilmesi için imalat miktarlarının genellikle proje üzerinden elle hesaplanması gerekmektedir. İmalat miktarlarının hesaplanması sırasında, kullanıcının imalat boyutları ve malzeme çeşitliliği arasında sürekli üç boyutlu düşünmesi gerekmektedir.

MetrajPRO yazılımı elle hesaplama yapmadan, projenin mimari ve betonarme çizimlerini temel olarak projeye ait bilgileri ve bu projeyi oluşturan yapı elemanlarının özelliklerini (yapı elemanı tipi ve boyutları) kullanarak yazılımın CAD ortamında 2D ve 3D görünümünün oluşturulması ve bu görünümlerden imalat miktarlarının çıkarılmasına olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmanın temelini oluşturan MetrajPRO yazılımı’nın yapı yaklaşık maliyetleri, hakedişler ve kesin hesapların yapılabilmesi için sağladığı yararlar şöyle özetlenebilir:

- MetrajPRO yazılımının tabanı, lisanslı ve değiştirilme izni alınmış bir CAD tabanının vektör grafik çizimlerinden nesneden nesne türetme metoduyla (object oriented) ile bileşenlere (component) dönüştürülmesiyle oluşturulmuş özel bir CAD tabanıdır. Bu CAD tabanının sağladığı en büyük avantaj ise çizilen vektörün aslında birer form bileşeni olması yani oluşturulan objenin standart özelliklerine ilave edilen diğer vektörel özellikler sayesinde objenin adı, etiketi, konumu, genişliği, uzunluğu, ölçeği, sayısı ve 2D dolgusu hakkında bilgilere ulaşabilmemizi sağlamasıdır.
- Yazılımın CAD tabanında oluşturulan çizimler 2D görünümünden 3D görünüme aktarılırken gerek duyulan parametreler (eleman koordinatları, kat ve eleman

yüksekliği) de girilerek 3D oluşturulur ve buradan eş zamanlı olarak metraj hesaplamalarına ulaşılır.

- Mimari ve statik proje çizimleri yapılmış bir bina inşaatına ait çizimlerin yazılımın CAD ortamında oluşturulmasından sonra tek bir elemanın (kiriş, kolon, döşeme, duvar, kapı, pencere, temel, çatı vb.) uzunluk, alan, hacim gibi değerlerini hesaplayıp bu hesaplardan ilgili elemanın kalıp, donatı, sıva, boya, kaplamalar vb. imalat miktarlarının hesaplanması yapılabilmektedir.
- Bunun yanı sıra tablodan seçilecek eleman tipine göre de tüm projedeki o eleman tipine ait toplam imalat miktarları da hesaplanabilmektedir.
- Bu miktarların bina kat sayısı yardımıyla tüm katlara ait metrajlarını ayrı ayrı veya toplam olarak hesaplanabilmektedir. Yine tablodan seçilecek kata ait tüm elemanlara ait imalat miktarları da kolayca hesaplanabilmektedir.

Yazılıma ait CAD ortamında çizimler yapmadan, başka yazılımlardan alınan CAD çizimlerini bu yazılımın CAD ortamında açıp bazı değişiklikler ve ilaveler yaparak çizimlerin; kiriş, kolon, döşeme, kapı, pencere, duvar, temel gibi tanımlanabilir yapı elemanları haline getirilmesi ve buradan imalat metrajlarının hesaplanabilirliği üzerinde de araştırmalar yapılmıştır. Öncelikli çalışmamız yazılımı tüm inşaat imalat metrajlarını hesaplayabilir hale getirmek ve ileride de başka yazılımlardan alınmış CAD çizimleri kullanılarak imalat metrajlarının hesaplanması olmuştur.

MetrajPRO yazılımı tamamlandığında özellikle bina inşaatlarına ait yapı yaklaşık maliyetlerinin, hakedişlerin ve kesin hesapların yapılması için gerekli inşaat imalat metrajlarının kolayca hesaplanmasını sağlayacağını, zaman ve emek kaybını azaltacağını düşünmekteyiz. Ayrıca yazılımın oluşturulmasına kullanılan algoritma yapısının da bu konuda daha kapsamlı çalışmalara bir kaynak olabileceği kanaatindeyiz.

## 5. Kaynaklar

[1] Sorguç, D., “Ülkemizde İnşaat Firmalarında Bilgisayar Kullanımı”, **Türkiye Mühendislik Haberleri**, Sayı:372, 20-26 (1994).

[2] Altın, M., “Devlet İhale Kanunu’na Göre Bilgisayar Destekli İnşaat Maliyet Analizleri”, **Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**, Konya, (2003).

[3] Nielsen, Ö.Y., “Computer Aided Drawing and Cost Estimating of Civil Engineering Project”, **Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 120 s., (1995).

[4] <http://www.sta.com.tr/>

[5] <http://www.idecad.com.tr/>

[6] <http://www.probina.com.tr/teknik/11detay.html>

[7] [http://www.ai4cad.com/ai4cad3d\\_10.htm](http://www.ai4cad.com/ai4cad3d_10.htm)