



ANKARA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

[JFM204]
JEOFİZİKTE BİLGİSAYAR UYGULAMALARI
DERS NOTLARI

Dr. İrfan Akca

Ankara, 2015
© Tüm hakları saklıdır.

ÖNSÖZ

Bu ders notları Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü lisans ders kataloğunda bulunan **JFM204 Jeofizikte Bilgisayar Uygulamaları** dersinin ön dört haftalık programı içerisinde anlatılacak konular ile ilgili genel bilgiler ile uygulama örneklerini içermektedir. Diğer bilgisayar uygulama ve programlama derslerinde olduğu gibi kişisel merak, konuların tekrarı ve derse devamlılık dersin başarımında önemlidir. Uygulamalar, yeni nesil bir programlama dili ve ortamı olan MATLAB kullanılarak yapılacaktır. İlgili program Jeofizik Mühendisliği Bölümü Öğrenci Bilgisayar Laboratuvarı'ndaki bilgisayarlarda yüklü bulunmaktadır. Evde ya da kişisel bilgisayarınızda çalışmak amacı ile <https://www.gnu.org/software/octave/> adresinden indireceğiniz Octave programını kullanabilirsiniz. Bu program MATLAB fonksiyonlarının birçoğunu desteklemekte ve ücretsiz dağıtılmaktadır. Bunun dışında MATLAB, öğrenci lisansı ile satın alma konusunda çeşitli kolaylıklar sağlamaktadır. Yasal olmayan yollarla edinilen kopyaların kullanımını **önerilmemektedir**.

Dr. İrfan Akca

iakca@eng.ankara.edu.tr

Bu ders notu, konunun ilgililerinin yararlanması için yazılmıştır. Eğitim amacıyla paylaşılıp dağıtılabılır. Ancak bir bölümünün veya tamamının kaynak gösterilmeksizin kopyalanması, başka bir makale, kitap, not veya yayının içeriğinde kullanılması durumunda yazar yasal haklarını saklı tutar.

1. GİRİŞ

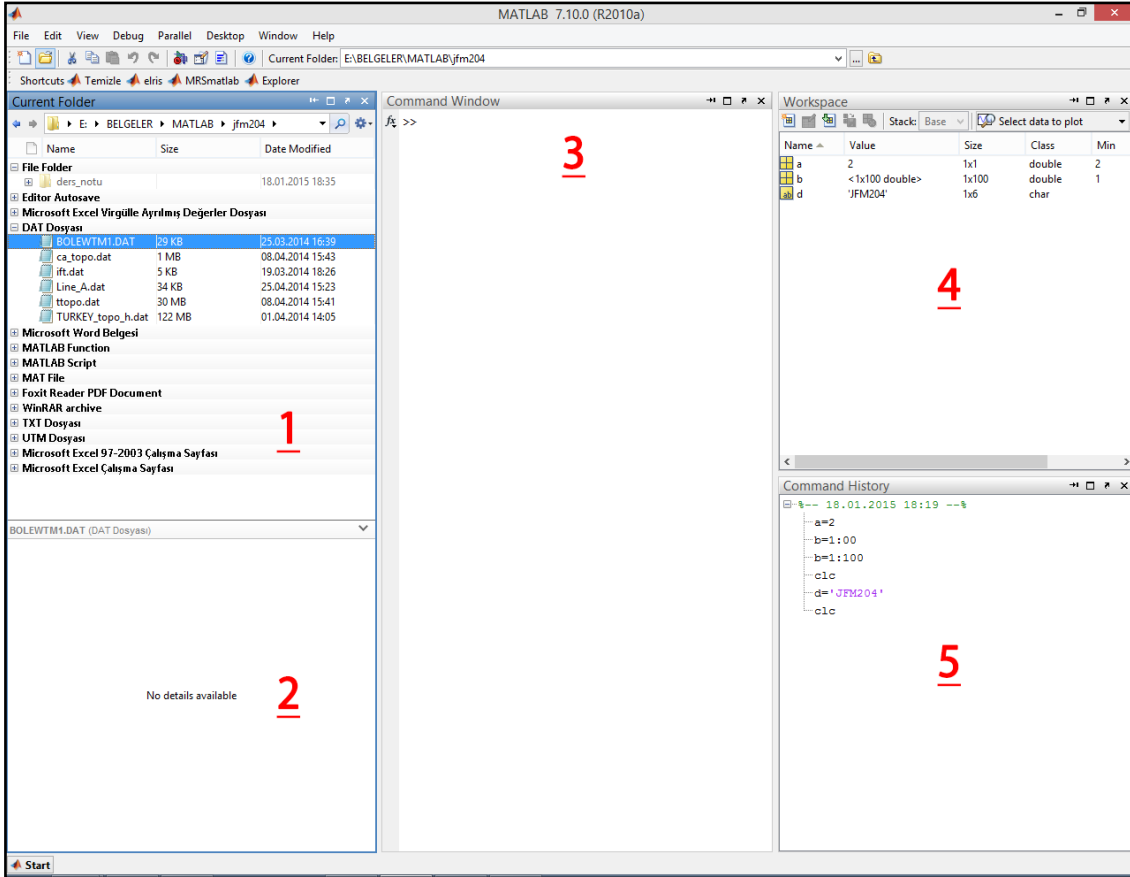
Günümüz bilgisayar teknolojisinin bizi getirdiği noktada analog kayıt ve işlem teknikleri terkedilmiştir. Jeofizik Mühendisliğinde ölçümlerden, verilerin işlenmesine ve sonuçların görüntülenmesine kadar tüm aşamalar sayısal olarak yürütülmektedir. Bu haliyle bilgisayarlar ve onların üzerinde çalışan yazılımlar mesleğimizin olmazsa olmaz öğeleridir. Jeofizik yöntemler oldukça geniş bir yelpazede yer alan sorunların çözümü için kullanılmaktadır. Yöntemlerden elde edilen veriler üzerinde yürütülecek işlemlerde de farklı yetenek ve içerikte yazılımlara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu amaçla geliştirilmiş çok sayıda paket program ticari olarak lisanslanarak satılmaktadır. Özellikle petrol sektöründe yürütülen arama faaliyetleri ile toplanan veriler çok kapsamlı veri işlem adımlarından geçmekte ve bu konuda kullanılan yazılımlar çok büyük tutarlar karşılığında satılmaktadır. Bunun yanı sıra çeşitli araştırma grupları tarafından geliştirilen tamamen ya da çeşitli şartlar altında ücretsiz olarak dağıtılan yazılımlar da bulunmaktadır. Bu yazılımlarla ilgili geniş bilgiye <http://goo.gl/FOWRd8> sayfasından erişilebilir. Paket yazılımların yönetime ve kimi zaman konuya özel olarak geliştirilme zorunluluğu bulunmaktadır. Bu tür yazılımların kullanıcı ile etkileşimi sağlayabilecek bir arayüze de gereksinim bulunmaktadır. Paket programlar kaynak kodları verilmeden dağıtıldıklarından kullanıcının ihtiyacındaki değişikliklere göre programda değişiklikler yapma olanağı bulunmamaktadır. Bu durumda yazılım üreticisinden yeni modül ve fonksiyon istenmesi ve bunun karşılığında yeni ödeme yapılması gerekmektedir. Bahsi geçen paket programların geliştirilme süreçlerinde jeofizikçiler mutlaka yer almaktadır. Her jeofizikçinin paket yazılımlar geliştirmesi beklenilemez. Ancak çalışma alanları ve şekli göz önünde bulundurulduğunda her jeofizik mühendisinin veri işleme, görüntüleme, raporlama gibi gereksinimleri için en az bir programlama dilinde program yazabiliyor olması/yazılmış programları kullanabiliyor ve okuyabiliyor olması gereklidir. Bu nedenle Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü ders programında çeşitli (FORTRAN, C++, MATLAB ve Python) programlama dilleri zorunlu ve seçmeli ders olarak yer almaktadır.

Bu ders kapsamında çeşitli sayısal analiz, görüntüleme ve çözümle yöntemleri MATLAB programlama ortamı kullanılarak anlatılacaktır. Ders içeriğindeki ikinci ve üçüncü bölümler, programlama ortam ve araçlarının tanıtımını amaçlamaktadır. Her bir konu anlatımı örnek ve alıştırmalar ile desteklenecektir. Sonraki bölümlerde ise bu araçlar kullanılarak çeşitli uygulamalar yapılacaktır.

MATLAB dördüncü kuşak programlama dilleri ailesinin bir üyesidir. Çeşitli ticari firma ve araştırma kuruluşlarınca benzer özellikler gösteren Mathematica, PVWave, MATFOR gibi programlama dilleri geliştirilmiştir. Sayılan diller ileri düzeyde işlevsel fonksiyon ve araçlar içermektedir. Bir arayüz ve grafikleme araçları ile birlikte sunulmaları programcıların zaman ve işgücünden kazanmalarını sağlamaktadır. Diğerlerinden farklı olarak MATLAB akademik, tıp, tasarım, mühendislik gibi birçok alanda çok hızlı kabul görmüş ve yaygınlaşmıştır. Mathworks (<http://www.mathworks.com/>) firması tarafından geliştirilmiş olan MATLAB içerisinde çok geniş bir fonksiyon kütüphanesi ve araç kutuları bulunmaktadır. **MATrix LABoratory** kelimelerinin ilk kısımlarının birleştirilmesi ile isimlendirilmiştir. İsmi de aldığı bu deyimden anlaşılacağı üzere MATLAB dizey (matrix) tabanlı bir programlama dilidir. Girilen tüm bilgileri dizeyler şeklinde bellekte tutar ve işler. Örnek olarak 5.0 sayısı bellekte 1x1 boyutlarında bir dizey şeklinde saklanır. Benzer şekilde ' j fm204 ' karakter dizisi 1x6 boyutlarında bir dizeyde saklanır.

2. MATLAB KULLANICI ARAYÜZÜ

MATLAB kendinden önceki kuşak programlama dillerinden farklı olarak komut satırı işlemleri, editör (düzenleyici) ve grafikleme ara yüzlerini bir arada sunmaktadır. Mühendislik ve teknik hesaplama açısından bu birliktelik büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Basit hesaplamalar için komut satırına yazılan deyimler doğrudan derlenmekte ve işlenmektedir. İşlemler sırasında üretilen değişkenler ve bilgiler özel olarak silinmedikleri sürece bellekte saklanmakta ve kullanıcı arayüzü aracılığı ile görüntülenebilmektedir. Bu özellik sonuçları her bir adımdan sonra yeniden okunabilir bir ortama aktarma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Bellekte bulunan tüm değişkenler yapı ve türlerine uygun grafikleme araçları kullanılarak eşzamanlı olarak görselleştirilebilmektedir. R2010a sürümü için MATLAB kullanıcı arayüzünün varsayılan görünümü Şekil 2.1'de verilmiştir. MATLAB kullanıcı arayüzü boyut ve yerleşim olarak tamamen kişiselleştirilebilir bir yapıdadır. Ara yüzdeki alt pencerelerin yer ve boyutları bilgisayar faresi kullanılarak değiştirilebilmektedir. Pencereler dışında geçerli klasörün değiştirilebildiği ve çeşitli kısayol tuşlarını barındıran araç çubuğu ve açılır menüler ana ekranda yer alan öğelerdir.



Şekil 2.1 MATLAB kullanıcı arayüzü (1) dosya gezgini (2) içerik görüntüleyici (3) komut satırı (4) çalışma belleği (5) komut geçmişini

Dosya gezgini:

Geçerli klasörde bulunan tüm dosya ve dizinlerin listelendiği penceredir. Bu pencere Windows işletim sistemindeki dosya gezgini ile benzer özellikler taşımaktadır. Dosya kopyalama, taşıma, silme, oluşturma, yeniden adlandırma gibi işlemlere izin vermektedir. Bu işlemlere fare sağ tuşu ile açılan

menüden ulaşılabilir. Diğer taraftan geçerli klasördeki dosya ve dizinler çeşitli özelliklerine göre gruplandırılabilir gibi bir liste halinde de gösterilebilir. MATLAB dışından sürükleyip bırak yoluyla bu pencereye dosya ve klasör kopyalanabilir.

İçerik görüntüleyici

Dosya gezgininde seçili bulunan dosya türüne bağlı olarak bir önizleme ve ayrıntı görüntüleme penceresidir.

Komut satır (Command window)

MATLAB ile kullanıcı arasındaki ana etkileşim penceresi MATLAB komut satırındır. Geçerli MATLAB komut ve deyimleri buraya yazılarak doğrudan işletilebilir. Yapılan işlemin sonucu yine burada doğrudan görüntülenmektedir. Buradaki **>>** işareti komut yazımına hazır beklendiğini göstermektedir. Veri girişi, deyimlerin ve programların işletilmesi sırasında ortaya çıkan sonuç ve hatalar yine bu pencerede görüntülenmektedir.

Çalışma belleği (Workspace)

Bu pencerede geçerli oturum sırasında yürütülen işlemler, arka planda çalıştırılan fonksiyonlar ve komut satır işlemleri ile üretilen değişkenlerin bellekteki durumları görüntülenmektedir. Değişkenlerin değerleri, boyutları, türleri, en küçük ve en büyük değerleri gibi bilgiler bu pencerede görülebilmektedir. Pencere kullanıcı etkileşimine izin vermektedir. Değişkenler üzerine çift tıklatılarak içeriği bir tablo halinde görülebilmektedir. Bellekteki tüm değişkenleri silmek için komut satır penceresine

```
>> clear all
```

bellekte **a** ismi ile saklanmış değişkeni silmek için ise

```
>> clear a
```

komutları kullanılabilir. Değişken adı ve içeriğini düzenlemek için pencerede listelenen değişkenler üzerine fare sağ tuşu ile tıklatılarak açılan menüden faydalanılabilir.

2.1 MATLAB Komut Satır Penceresi

MATLAB programlama ortamında geçerli tüm komutlar bu pencereye yazılarak bir derleme işlemine gerek olmaksızın çalıştırılabilir. Bu haliyle en basit anlamda bu pencere bir hesap makinesi olarak kullanılabilir. Örnek olarak aşağıdaki aritmetik ifade komut satırına yazılıp giriş tuşuna basıldığında:

```
>> 69.7*3+sqrt(4)
ans=
    211.1000
```

sonucu görüntülenir. Herhangi bir değişkene atanmayan sayı ya da ifadeler geçici **ans** değişkeninde tutulur. Ancak yeni bir işlem yapıldığında yine aynı değişkene atanacağı unutulmamalıdır. Komut satırına girilen her ifadenin bir kopyası işlem geçmişinde saklanır. Daha önceki işlemler komut satırında iken aşağı yukarı yön tuşları ile çağırılıp yeniden kullanılabilir.

Komut ve deyimler yazılmaya devam edildikçe ekran kalabalık ve kaşık bir durum alabilir. Ekran temizlenmek istendiğinde basitçe:

```
>> clc
```

komutu girilebilir. Daha önce kullanılan veya MATLAB kütüphanesinde bulunan deyim ve fonksiyonların çağırılması için ilk birkaç harf girildikten sonra sekme (tab) tuşuna basılarak veya aşağı yukarı yön tuşları ile seçenekler arasında hızlı geçiş yapılabilir.


2.2 MATLAB Editör Penceresi

Bir dizi işlemi bir bütünlük içerisinde yapmak komut satırını kullanarak her zaman mümkün olmayabilir. Diğer taraftan işlem ya da programlar yalnızca ekran karşısındaki kişi için geliştirilmez. Başka kullanıcılar için ve daha sonra tekrar kullanım için kod dosyaları oluşturulmalıdır. MATLAB deyim ve komutlarından oluşan program dosyaları MATLAB düzenleyicisi aracılığı ile oluşturulur. Bu dosyalar *.m tür ekiyle kaydedilirler. Burada oluşturulan m-dosyaları isimlendirilirken aşağıdaki kurallara uyulmalıdır:

Dosya isimleri sayı ile başlayamaz (örnek : **2d.m**)

Dosya isimlerinde Türkçe karakter kullanılamaz.

MATLAB kütüphanesindeki hazır fonksiyonlarla aynı ismi taşıyamamalıdır.

Editör ekranına ana penceredeki araç çubuğunda bulunan yeni (new)  ikonu tıklanarak erişilebilir. Editör ekranının kullanılmasında çok özel bir kural bulunmamaktadır. Ancak okunabilir ve anlaşılabilir bir kod yazabilmek için program başlangıcında birkaç satır açıklama satırına yer vermekte fayda vardır. Editör penceresinde kod olarak işletilmeyecek açıklama satırları oluşturmak için satır başına % işareti koymak yeterlidir. Örnek:

```
%Bu program üç sayının ortalamasını hesaplar.
%Geliştiren : İrfan Akca
%Değişkenler:
%ort: Sayıların ortalamasını saklar
%a,b ve c: ortalaması alınacak sayılardır.
%Son güncelleme: 12.01.2015
```

Komut satırının özel bir başlangıç ya da bitiş sütunu bulunmamakla birlikte satır bir konumdan kesip alt satırda devam edebilmek için satır sonuna `...` konulabilir. Buna örnek olarak aşağıdaki yazılış verilebilir:

```
delta=254*sin(2*x^2)+(xc+yc)^2+...  
sqrt(z)+cos(2*pi);
```

Bir m-dosyası içeriğindeki tüm işlem ve komutlar, iki şekilde çalıştırılabilir. İlk olarak dosya ismi komut satırına :

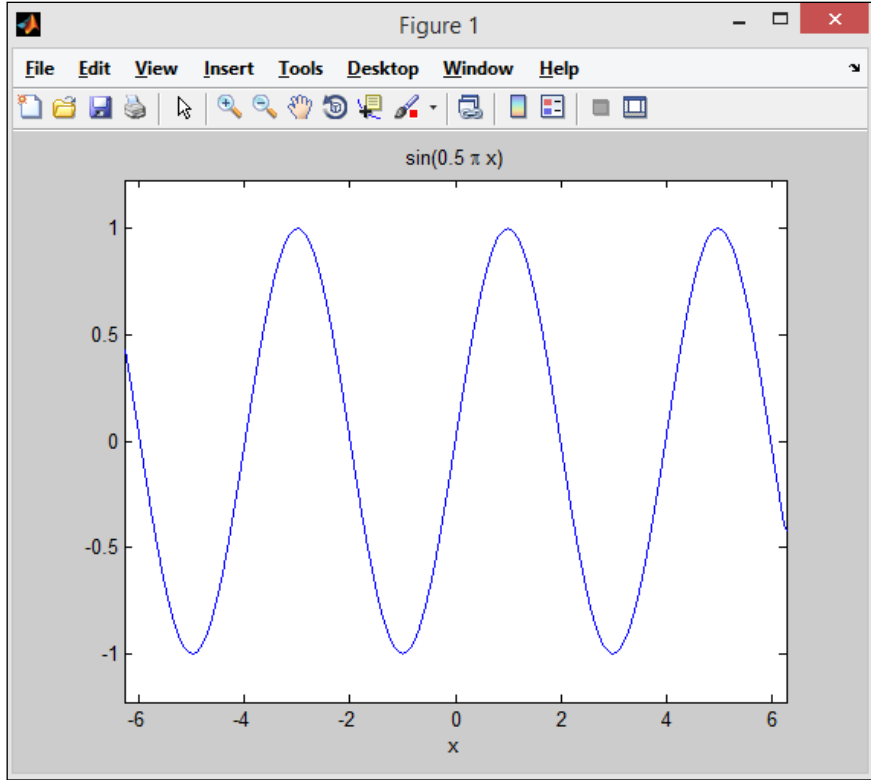
```
>> ortalama.m
```

yazılıp giriş tuşuna basılabilir. İkinci yol olarak ise editör penceresi etkin iken F5 fonksiyon tuşuna basılabilir. Editör penceresi ile ilgili diğer işlev ve kısayollara pencerenin üst bölümünde bulunan araç çubuğu ve açılır menülerden erişilebilmektedir.

2.3 Şekil Penceresi

MATLAB çok geniş programlama ve hesaplama araçları sunması yanında farklı boyut ve türdeki verilerin grafiklenmesi ve görselleştirilmesi için de çok çeşitli olanaklar sunmaktadır. Geleneksel programlama dillerinde üretilen veri ya da sonuçlar bir dosyada saklanıp programlama ortamından bağımsız grafikleme için geliştirilmiş ikinci bir program aracılığı ile görselleştirilebilmektedir. MATLAB ve benzeri programlama ortamları tüm bu işlemleri tek bir arayüzden yapmaya olanak vermektedir. Bu özellik programcıya zaman ve işgücü kazandırmaktadır.

MATLAB ile grafikleme ve görselleştirme daha sonra ayrı başlıklar altında geniş olarak anlatılacaktır. Burada bir şekil penceresinin genel görünümü ve tanıtımı yapılacaktır. Bir sinüzoidal grafiklendiği şekil penceresi Şekil 2.2'de verilmiştir. MATLAB ile bir grafik üretildiğinde sonuç ana pencere ve editör penceresinden farklı bir pencerede açılır. MATLAB bu pencereleri otomatik olarak numaralandırır. Birden çok şekil (Figure) penceresi aynı anda açık olabilir. Bu durumda sıradaki numara yeni pencereye verilir (Figure 1, Figure 2... gibi).



Şekil 2.2 MATLAB şekil penceresi (Figure window)

Şekil penceresinde grafiklerin görüntülediği bir ya da daha çok eksen, bir araç çubuğu ve açılır menüler yer almaktadır. Araç çubuğu üzerinde yakınlaşım-uzaklaştırma, döndürme, kaydırma ve işaretleme gibi araçlara erişim sağlayan kısayollar bulunmaktadır. Bunlar daha sonra uygulamalar üzerinde anlatılacaktır. Şekil penceresi geçerli içeriği ve düzenlemesi ile bir MATLAB dosyası olarak kaydedilebilir. *.fig türü eki ile kaydedilen şekiller daha sonra MATLAB'da yeniden açılarak düzenlenebilir. Şekil penceresinin içeriği farklı ortamlarda kullanılmak üzere kopyalanabileceği gibi farklı türlerde resim dosyası olarak da kaydedilebilir. Kaydetme seçeneklerine File>Save as menü yoluyla ulaşılabilir. Şeklin içeriğini bilgisayar panosuna kopyalamak için ise Edit > Copy Figure yolu takip edilebilir. Şekil içeriği sayılan yollardan biri ile kaydedilmeden kapatılırsa içeriği kaybedilecek ve gerekli ise yeniden üretilmesi gerekecektir.

2.4 Araç Kutuları (Toolbox)


MATLAB kullanıcıları ve üreticileri tarafından geliştirilen ve özel amaçlarla hazırlanmış çok sayıda araç kutusu seçeneği sunmaktadır. Araç kutularının tümü MATLAB'in doğal bir parçası olmayıp bunlardan ihtiyaç duyulanlar lisansa dahil edilerek ayrı ayrı ücretlendirilmektedir. Araç kutusu belirli tür problemlerin çözümüne yönelik geliştirilmiş çok sayıda MATLAB fonksiyonunu içeren bir kütüphane şeklinde tanımlanabilir. MATLAB yüklemenizin içerdiği araç kutularının bir listesini görmek için `ver` komutu kullanılabilir. Örnek bir çıktı aşağıda verilmiştir.


```

-----
MATLAB Version 7.10.0.499 (R2010a)
MATLAB License Number: 161051
Operating System: Microsoft Windows 7 Version 6.2 (Build 9200)
Java VM Version: Java 1.6.0_12-b04 with Sun Microsystems Inc. Java HotSpot(TM) 64-Bit Server
VM mixed mode
-----

```

MATLAB	Version 7.10	(R2010a)
Curve Fitting Toolbox	Version 2.2	(R2010a)
Database Toolbox	Version 3.7	(R2010a)
Filter Design HDL Coder	Version 2.6	(R2010a)
Filter Design Toolbox	Version 4.7	(R2010a)
Fuzzy Logic Toolbox	Version 2.2.11	(R2010a)
Global Optimization Toolbox	Version 3.0	(R2010a)
Image Processing Toolbox	Version 7.0	(R2010a)
Instrument Control Toolbox	Version 2.10	(R2010a)
MATLAB Builder JA	Version 2.1	(R2010a)
MATLAB Builder NE	Version 3.1	(R2010a)
MATLAB Compiler	Version 4.13	(R2010a)
MATLAB Distributed Computing Server	Version 4.3	(R2010a)
MATLAB Report Generator	Version 3.8	(R2010a)
Mapping Toolbox	Version 3.1	(R2010a)
Model Predictive Control Toolbox	Version 3.2	(R2010a)
Neural Network Toolbox	Version 6.0.4	(R2010a)
Optimization Toolbox	Version 5.0	(R2010a)
Parallel Computing Toolbox	Version 4.3	(R2010a)
Partial Differential Equation Toolbox	Version 1.0.16	(R2010a)
Signal Processing Blockset	Version 7.0	(R2010a)
Signal Processing Toolbox	Version 6.13	(R2010a)
Spline Toolbox	Version 3.3.8	(R2010a)
Spreadsheet Link EX	Version 3.1.1	(R2010a)
Statistics Toolbox	Version 7.3	(R2010a)
Symbolic Math Toolbox	Version 5.4	(R2010a)
Wavelet Toolbox	Version 4.5	(R2010a)

Sıralanan araç kutularından bazılarının ayrı bir arayüzü bulunmaktadır. Bunlara MATLAB ana penceresinin sol alt köşesinde bulunan  Start tuşu takip edilerek erişilebilir. Araç kutularında yer alan fonksiyonlar farklı amaçlar için komut satırından ve MATLAB programlarından da çağırılarak kullanılabilir. Yukarıda verilen listede görüleceği üzere eğri çakıştırma, haritalamaya, görüntü düzenlemeden süzgeç tasarımına yönelik çok sayıda araç kutusu bulunmaktadır.