

Programlamaya Giriş I

Yrd. Doç. Dr. Görkem SERBES

Bilgisayar Bilimlerine Giriş

gserbes@yildiz.edu.tr

<http://yarbis.yildiz.edu.tr/gserbes>

Ders Detayları

- Ders İsmi: Programlamaya Giriş I
- Dersi Veren: Yrd. Doç. Dr. Görkem SERBES

Değerlendirme

Yöntem	Sayı	(%)
Ödev	3	15
Vize	1	35
Final	1	50

Ders Özeti

1. Bilgisayara Giriş.

Bilgisayar nedir?, Bilgisayarın Tarih İçerisindeki Gelişimi, Bilgisayarın Ana Birimleri, Bilgisayar Türleri, Bilgisayarın Temel Yapı Taşları, Donanım, Klavye Kısayolları Listesi.

2. Programlama ve Yazılım.

Learning how to start MATLAB and being familiarize with Matlab user interface, How to use MATLAB as a sophisticated calculator?, Syntax and Semantics, MATLAB help. How to create plots in MATLAB?

3. Matrices and Operators.

Manipulating Matrices and the usage of operators, How to define matrices, extract parts of them and combine them to form new matrices? How to use operators to add, subtract, multiply, and divide matrices?, MATLAB's rules for determining the order of operators.

4. Functions.

Breaking up complex problems into smaller, more manageable parts by using functions, How write functions in MATLAB?, How to define a function to allow input to it when it initiates its execution and output from it when it is done?

5. Programmer's Toolbox.

Built-in functions in MATLAB, Polymorphism in MATLAB, MATLAB as a random number generator, How to get input from the keyboard?, How to print to the Command Window, and how to plot graphs in a Figure window?

Ders Özeti

6. Selection.

How to use the if-statement, which is the most important method of selection.
How to use relational operators and logical operators? How to write polymorphic functions and how to make functions resistant to error?

7. Loops.

How to use both of MATLAB's loop constructs?, the for-loop and the while-loop,
How the break-statement works?, nested loops, Logical indexing.

8. Data Types.

Data Types in MATLAB, Conversion functions to change one type of data into another, strings and how the characters in them are encoded as numbers, How to produce heterogeneous collections of data via structs and cells?

9. File Input/Output.

How to use the MATLAB's most important methods for reading and writing files?,
How to create, read from, and write into MAT-files, Excel files, text files, and binary files? How to navigate among folders with MATLAB commands?

10. Graphical User Interfaces.

How to write a Graphical User Interface (GUI) in MATLAB?

Dersin Amaçları

- Dönem sonunda öğrenciler:
 - temel bilgisayar mimarisini öğrenmiş olacaktır.
 - programlama dillerinin temellerini biliyor olacaktır.
 - sözde kodlar (pseudocodes) ve akış şemaları (flowcharts) kullanarak algoritma tasarlayabilecektir.
 - MATLAB kullanarak matris işlemleri yapabilecektir.
 - MATLAB kullanarak fonksiyon ve script yazabilecektir.
 - MATLAB kullanarak seçim (selection) işlemlerini yapabilecektir.
 - MATLAB kullanarak döngü işlemlerini yapabilecektir.
 - MATLAB kullanarak giriş/çıkış işlemlerini yapabilecektir.

Bilgisayar Tanımı

- Kullanıcıdan aldığı veri yada bilgilerle kullanıcının isteği doğrultusunda mantıksal ve aritmetiksel işlemleri yapabilen, veri yada bilgileri hard disk, disket, CD, DVD gibi dış belleklerde istenilen sürece saklayabilen, istenilen şekilde yazılı, ses, görüntü olarak çıktı verebilen elektronik makinelerdir.
 - Veri : Bilgiyi oluşturan parçalardır. Çoğunlukla tek başlarına anlamları yoktur. Bir kişinin adı soyadı, sicil numarası birer veridir. Benzer şekilde bir ürünün üretim tarihi, fiyatı vb bilgileri de birer veridir.
 - Bilgi : Verilerin işlenmiş anlamlı sonucudur. Bilgi bir yargı üretir. Örneğin bir hesaplamada kullanılan rakamlar veridir, hesaplamanın kendisi ve sonucu bir bilgidir.

Bilgisayarlar nerde kullanılır?

- Günümüzde bilgisayarlar, basit hesaplamaların dışında çok daha fazla işlevsel alanlarda kullanılmaktadır.
- Bugün, bir süpermarketin satılan ürünlerinin hem stokunun tutulması, hem de kasaya getirilen yüzlerce çeşit ürünün fiyatlarının okunmasında bilgisayarlar kullanılmaktadır.
- Her gün milyonlarca insanın kullandığı ATM (*Automatic Teller Machine*) denen otomatik para çekme makineleri başta olmak üzere tüm bankacılık sektöründe, sanal olarak dünyanın herhangi iki uç noktası arasındaki para aktarılması ve diğer bankacılık işlemlerinin yapılmasında yine bilgisayarlar kullanılmaktadır.
- Günümüzde 1000 dolara satın alabileceğiniz bir bilgisayar 1970'lerdeki 10 milyon dolar değerindeki ana bilgisayarlardan kat be kat güçlüdür. Bugün satılan herhangi bir otomobilde 1969 yılında aya gönderilen uzay mekiğinden daha fazla bilgisayar parçası bulunmaktadır.

Biyomedikal Mühendisliğinde Bilgisayar

Biyomedikal mühendislerinin çalışma konuları 7 ana bölüme ayrılabilir:

1. Mühendislik sistem **analiz ve modelleme tekniklerini** (**bilgisayar simülasyonu**) biyoloji ve tıp problemlere uygulamak,
 2. Fizyolojik sinyallerin **ölçülmesi ve gözlemlenmesi**,
 3. Biyoelektrik verilerin **sinyal işleme teknikleri** kullanılarak tanı amacıyla yorumlanması,
 4. Tedavi ve rehabilitasyon **işlemleri ve cihazları geliştirmek**,
 5. Vücut fonksiyonlarını yerine getirmede yardımcı olacak protez vb. ilave parçalar **tasarlamak**,
 6. Hastayla ilgili bilgilerin **bilgisayarla analizi**,
 7. **Tıbbi görüntüleme**- anatomik detayların ve fizyolojik fonksiyonların görüntülenmesi
- Kırmızı ile öne çıkarılmış ifadelerin hepsinde bilgisayar kullanılmaktadır.

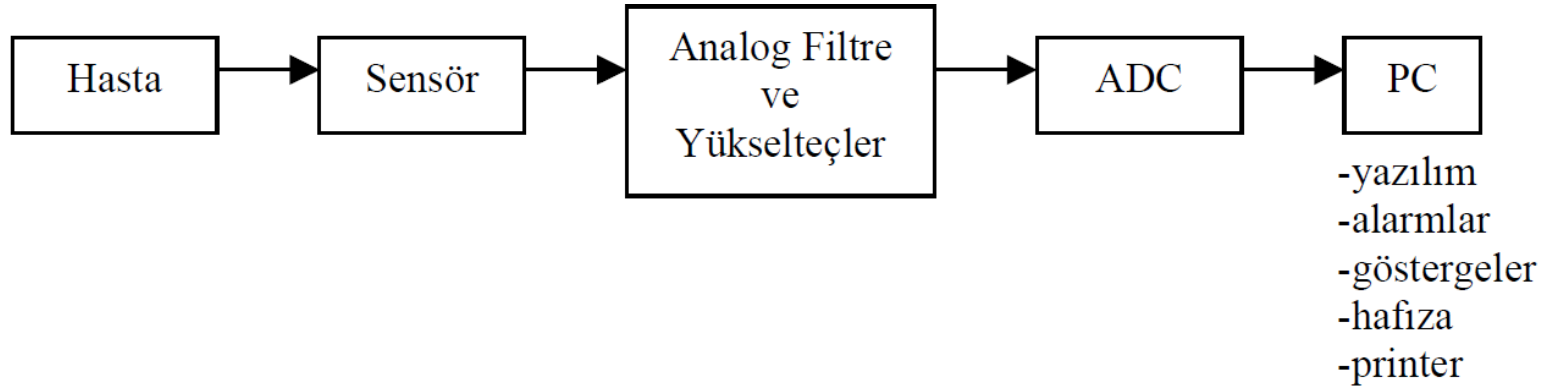
Biyomedikal Mühendisliğinde Bilgisayar

Biyomedikal mühendislerinden katkıda bulunmaları beklenen işlerden bazıları :

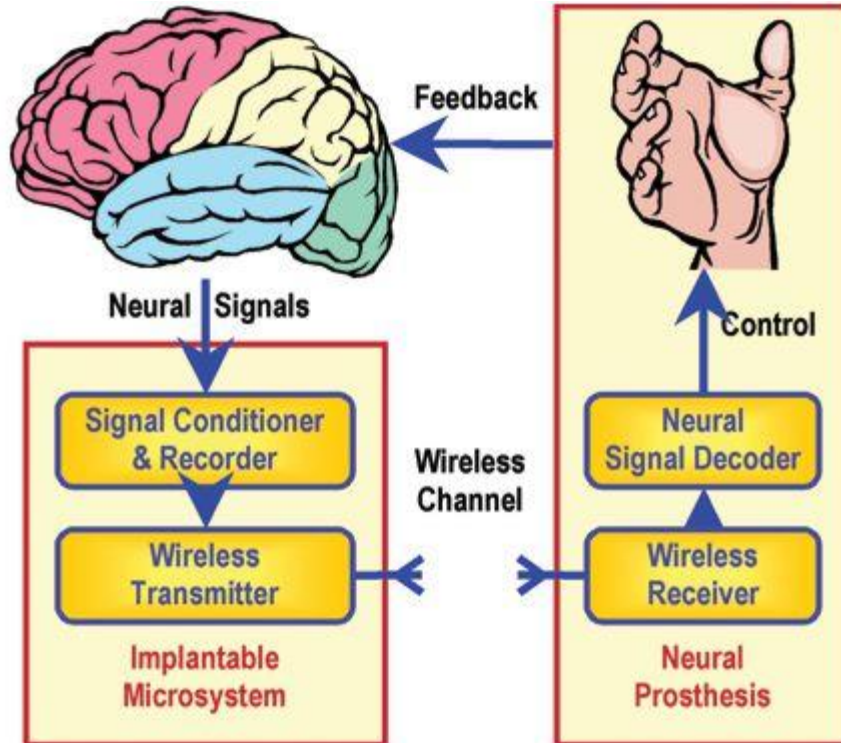
- İnsan fizyolojisi ile ilgili araştırmalar için cihaz tasarımı,
- Vücuda takılacak yapay organ veya cihazlar üzerine inceleme,
- Kan analizinde kullanılacak yeni tanı cihazlarının geliştirilmesi,
- İnsan kalbinin çalışmasının bilgisayarla modellenmesi,
- Tıbbi araştırma verilerinin analizi için yazılım hazırlanması,
- Tanı amaçlı yeni görüntüleme sistemlerinin geliştirilmesi,
- Hastaları gözlemede kullanılacak telemetre sistemlerinin tasarlanması,
- İnsan fizyolojisine ait değişkenlerin ölçülmesini sağlayacak sensörlerin tasarımı
- Yapay zeka üzerine araştırmalar yaparak hastalık tanısı için sistemlerin geliştirilmesi
- İlaçların verimli şekilde kullanılması için geri-beslemeli kontrol sistemleri tasarımı,
- İnsan vücudundaki fizyolojik sistemlerin modellenmesi,
- **Sakatlar için bilgisayarlar ve iletişim destekleri geliştirmek,**
- Akışkan dinamiği prensiplerini kullanarak, akciğerler ve dolaşım ile ilgili hesaplamalar, simülasyonlar yapmak (yapay kalp)

Biyomedikal Mühendisliğinde Bilgisayar

- Biyomedikalde uygulama örnekleri,

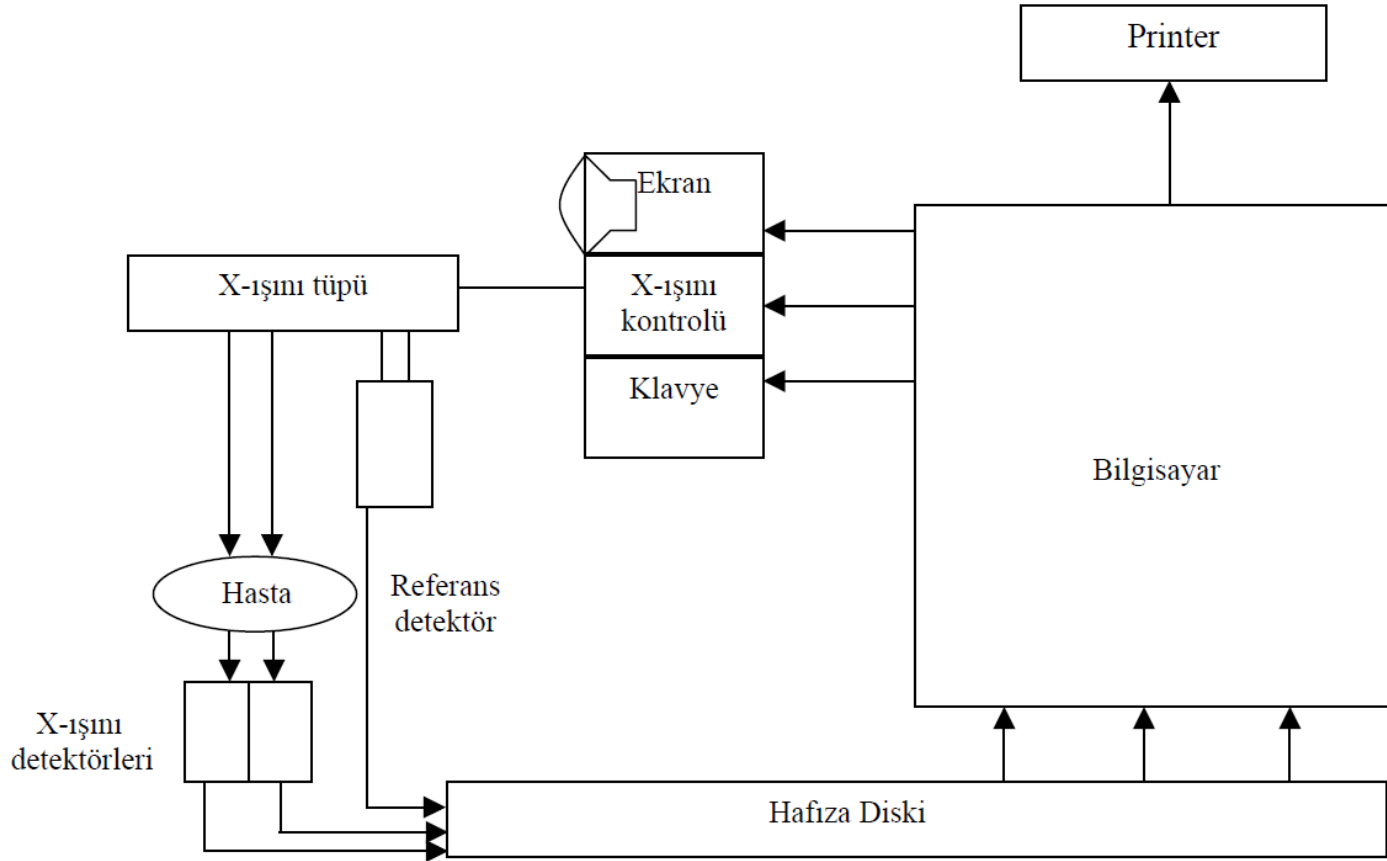


Şekil-1 Bilgisayar tabanlı bir hasta ölçüm/kayıt cihazı



Şekil 2 Beyin Bilgisayar Arayüzü

Biyomedikal Mühendisliğinde Bilgisayar



Şekil-3: Bir bilgisayarlı tomografi cihazını oluşturan bölümler

Şekil-3'te bir bilgisayarlı tomografi cihazını oluşturan bloklar görülmektedir. Bu sistemde de x-ışını detektörleri ve bunlara bağlı elektronik devrelerden gelen bilgiler sayısal veriler haline dönüştürüldükten sonra diske aktarılmakta, bilgisayardaki yazılımla gerçekleştirilen bir çok karmaşık matematik işleminden sonra bu veriler görüntüye dönüştürülmektedir.

Biyomedikal Mühendisliğinde Bilgisayar

Bilgisayarların tıbbi cihazların önemli bir parçası olmasının sebepleri şunlardır:

- ADC, DAC, mikroişlemci, hafıza yongaları, iletişim ara elemanları gibi bir çok bilgisayar parçasının düşük maliyetle ve yüksek kaliteli olarak elde edilebilmesi ve yüksek güvenilirlikle çalışması,
- Intel işlemcilerle çalışan mikroişlemciler ve kişisel bilgisayarların yaygın olarak standartlaşmış olması,
- Unix, Windows gibi az sayıda işletim sisteminin bilgisayar sistemlerinin çoğunluğunda hakim olması ve standart hale gelmesi
- Telli ağlarda TCP-IP kullanılan ethernetlerin son zamanlarda da telsiz ethernetin kullanılması,
- Yerel ağlar (LANS) için iletişim standartlarının, internet protokollerinin (IP), ve gelişmekte olan telsiz ağları uygulama protokollerinin (WAP) yaygın ve standart hale gelmesi,
- Radyolojik görüntü paylaşım ve saklama sistemlerinin (PACS) standart olarak kabul görmesi,

Biyomedikal Mühendisliğinde Bilgisayar

- Veri tabanı işletim sistemlerinin (DBMS) standart hale gelmiş olması,
- PC'lerden 'mainframe' bilgisayarlara kadar çok değişik boyut ve kapasitedeki bilgisayarın her türlü işletme ve klinik uygulamaya uygun kullanımı kolay, ucuz ve güvenli sistemler haline gelmiş olması,
- Gelişmiş ülkelerde hasta bilgilerinin güvenli ve verimli olarak saklanma ve gerektiğinde diğer merkezlere nakledilebilme zorunluluğu,
- PC ve internetin işletme ve aile ortamı dahil her yerde yaygın olarak kullanılır hale gelmiş olması,
- Özellikle iş gücünün pahalı olduğu gelişmiş ülkelerde ekonomik baskılar sonucu sistem, teknoloji ve eğitilmiş personele talebin artmış olması

Bilgisayarların tıbbi cihazların bu denli bir parçası haline gelmiş olması biyomedikal mühendisliği sektöründe çalışacak personelde çok iyi bilgisayar becerilerine sahip olmalarını zorunlu hale getirmiştir.

Biyomedikal Mühendisliği Eğitiminde Bilgisayar

Tablo-I. BMM eğitim ve/veya araştırma alanında Matlab uygulamaları kullanan yurtdışı örnek üniversiteleri:

• Emory Un. (School of Medicine, Biomedical Engineering Department and Georgia Institute of Technology, USA)) ABET accreditation
• Simon Fraser Un. (Faculty of Applied Sciences, Medical Image Analysis Lab. British Columbia Canada)
• Un. of Wisconsin (Department of Biomedical Engineering, Madison) ABET accreditation
• Un. of Southern California (Biomedical Engineering, Los Angeles, USA) ABET accreditation
• Un. of Southampton (Institute of Sound and Vibration Research Lab. UK)
• Un. of Texas (Department of Biomedical Engineering, Biomedical Informatics Lab. Austin Texas USA) ABET accreditation
• Yale Un. (School of Medicine, Departments of Diagnostic Radiology and Biomedical Engineering, Image Processing and Analysis Group, New Haven Connecticut, USA) ABET accreditation

- Yurtdışında 1970'lerde, Rensselaer Poly-technic Enstitüsü ve Louisiana Teknik Üniversitesi ile başlayan Biyo-Medikal Mühendisliği (BMM) eğitiminde, görsel ve etkin eğitim amacıyla bilgisayar tabanlı benzetimler kullanılmaktadır.

Eğitimde kabul görürlük koşulunu sağlayan bir çok üniversitede (Bkz Tablo-I), biyo-fizyolojik olayların oluşumunu açıklamak amacıyla **Matlab** araçları kullanılmakta ve bu uygulamalar ders kitaplarında da yer almaktadır.

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

- Bilgisayarın gelişiminin, günümüzden 5000 yıl önce abaküsün bulunması ile başladığı söylenebilir. İnsanoğlu ilk defa abaküs kullanarak bir araç yardımı ile sayıları saymaya başlamıştır. Tarihsel süreç içerisinde kâğıt ve kalemin bulunması ile sayılarla işlemler kâğıt üzerine taşınmıştır. 17. yüzyıla gelene dek abaküs ve kâğıt kalem ile toplama işlemini gerçekleştiren başka bir makine keşfedilmemiştir.
- 1642 yılında Blaise Pascal, vergi toplayıcısı olan babasına yardım edebilmek için ilk basit hesap makinesini icat etmiştir [Şekil 4]. Bir tekerlekten oluşan ve üzerinde sayılar Şekil 4 Pascaline (Pascal) olan bu basit makine, hesap makinelerinin atası sayılır. Pascal'ın geliştirdiği bu hesap makinesinin adı Pascaline'dir.



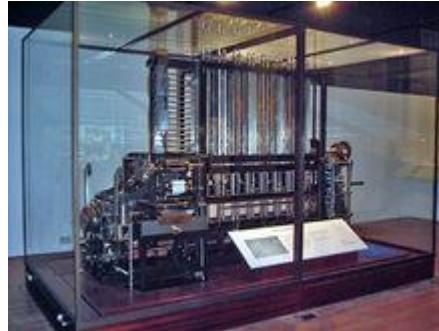
Şekil 4. Pascaline (Pascal)

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

- 1673 yılına gelindiğinde Alman **Gottfried Wilhelm von Leibniz**, Pascaline'yi geliştirerek çarpma işlemi de yapabilen bir makine haline getirmiştir.
- 1820 yılında Fransız **Charles Xavier Thomas de Colmar**, dört işlem yapabilen bir hesap makinesi icat etmiştir. Colmar'ın icat ettiği makinenin üzerinde çalışılarak 'Arithometer' adı verilen mekanik hesap makineleri kullanılmaya başlanmıştır.
- Günümüzde anladığımız işleviyle bilgisayar mantığının temelini ilk olarak İngiliz matematik profesörü **Charles Babbage** ortaya atmıştır. 1812 yılında Babbage, makineler ile matematik problemleri arasında doğal bir uyum olduğunun farkına varmıştır.
- Makinelerin bir işlemi hatasız tekrarlayarak sürekli yapabilmeleri, matematik yardımıyla da işlem basamaklarının basit şekilde tekrarı sağlanabilmektedir.

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

- Böylece sorun, matematik işlemlerinin makineler üzerinde nasıl yapılacağı merkezinde toplanmaya başlamıştır. Bu düşüncelerin toplamı ile bilgisayar teknolojisinin temelleri atılmıştır.
- 1832 yılında **Babbage** bu sorunu çözebilecek ilk önerisini ortaya atmış, 'Difference Engine' adını verdiği diferansiyel denklem çözümü yapabilen makineyi geliştirmeyi düşünmüştür [Şekil 5].
- Lokomotif büyüklüğünde ve buharla çalışan bu makineyi, programları saklayabileceği ve hesaplamaları yapıp çıktı alabileceği bir düzenekte çalıştırmayı tasarlamıştır. Fark makinesi, projenin ilk haliyle, 2,5 mt yüksekliğinde, 15 ton ağırlığında olacak ve 25.000 parçadan oluşacaktı. 10 yıl süren çalışmaların sonunda bu ülküsüne ulaşamamıştır, ancak o zaman düşündüğü yapı bugün bizim kullandığımız bilgisayarların işlevine tıpatıp benzemektedir.



Şekil 5. 1832-1847 yılları arasında Tamamlanan Londra Bilim Müzesi'ndeki Fark Makinesi

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

- 1801 yılında **Joseph-Marie Jacquard**, delikli tahtayı tasarlayarak eldeki verilerin bu tahtaya basılıp saklanması fikrini ortaya atmıştır. Bu fikirden yararlanarak Babbage, 'Analitik Makine' adı verilen genel amaçlı kullanımı olabilecek bir makine geliştirmiştir. Bu makine, bir mil etrafında dönerek delikli kartlara 50 basamaklı 1000 numara işleyebilecek ve delikli kartlardan da bir makine yardımı ile kâğıda baskı yapabilecek biçimde tasarlamıştır.
- 1890 yılında, Amerikalı mucit **Herman Hollerith**, Jacquard'ın delikli tahta buluşunu daha hızlı baskı yapabilen bir makinede geliştirip kullanmıştır [Şekil 6]. 'Tabulator' denen bu makine ile ilk iş olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde nüfus sayımı yapmayı planlamıştır. Eski yöntemlere göre nüfus sayımı 10 yılda tamamlanırken, Hollerith'in buluşu ile sayım 6 haftada bitmiştir. Hollerith, önce 'Tabulate Machine Company', daha sonra 1924 yılında '**International Business Machines**' (**IBM**) adı altında bir firma kurarak kendi delikli kart okuyucusunu iş dünyasıyla da tanıştırmıştır.



Şekil 6. Hollerith Tabulating makinesi

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

- Sonraki yıllarda bilim adamları önemli ilerlemeler kaydetmişlerdir. **Vannevar Bush**, 1931 yılında diferansiyel denklem çözebilen hesap makinesi icat etmiştir.
- 1939'da Iowa üniversitesi profesörlerinden **John V. Atansoff** ve asistanı **Clifford E. Berry**, 'Boolean Algebra' işlemini, yani sadece 1 ve 0 değerlerini bilgisayar devrelerine uygulayarak ilk elektronik bilgisayar mantığını ortaya çıkarmıştır.
- Bilgisayar devrelerinde 1 ve 0 rakamları, devrenin sırasıyla, açık ve kapalı olduğunun anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu mantıksal devrimin dayanağı da **George Boole**'un her matematiksel denklemi basitçe doğru ya da yanlış olarak simgeleyen ikili (binary) cebir sistemini keşfetmesidir.
- Bilgisayarlar beş döneme ayrılarak sınıflandırılmışlardır.

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

1.Kuşak Bilgisayarlar (1946-1959): Vakumlu tüp teknolojisiyle geliştirilen ENIAC, EDVAC ve UNIVAC.

- İnsanlık tarihinde genel amaçlı ilk bilgisayar, 1946 yılında tamamlanan ENIAC'tır (Electronic Numerical Integrator And Computer).
 - Ağırlık : 50 ton
 - Vakumlu Tüp Adeti : 18.000
 - Veri Giriş Aygıtı : IBM 405 Kart Okuyucu
 - Kapladığı Alan : 167 m²
 - Yaptığı İşlemler : Toplama, Çıkarma, Çarpma, Bölme, Karekök Hesaplama
 - Saniyede Yapılan İşlem Adeti : 5.000 adet toplama işlemi

1.Kuşak Bilgisayarlar'ın Temel Özellikleri

- 1. İşlemci olarak çok büyük vakum tüpleri kullanılırdı
- 2. Fazla enerji harcarlardı
- 3. Çevreye fazla ısı yayarlardı
- 4. Veri programlarını ana belleklerinde tutarlardı
- 5. Saklama aracı olarak manyetik teyp kullanılırdı
- 6. Programlar fazla detay gerektiren makine dilinde yazılırdı.

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

2. Kuşak Bilgisayarlar (1959-1964): Transistör teknolojisiyle üretilen bilgisayarlar.

- Transistör teknolojisinin kullanıldığı ilk bilgisayar IBM'in 1401 modelidir. Bu bilgisayarların boyutu 1. kuşak bilgisayarlarla kıyaslanamayacak kadar küçüktü. Performans açısından da kıyaslanamayacak bir gelişim sağlanmıştır.

2. Kuşak Bilgisayarlar'ın Temel Özellikleri

- 1. İşlemci olarak transistör kullanılırdı
- 2. Ortalama 10.000 transistör ile çalışırlardı
- 3. Az enerji kullanırlardı
- 4. Daha az ısı yayarlardı
- 5. Transistörler tablolar üzerine el ile monte edilirdi
- 6. Makine dilinin yerine programlama dillerine geçildi
- 7. Birinci nesildekiler gibi her amaç için makine üretmek yerine, her amaç için program yazılmaya başlanmıştır. 'COBOL' ve 'Fortran' dilleri budönemde geliştirilmiştir.

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

3. Kuşak Bilgisayarlar (1964-1970): Transistörler, bilgisayar tarihinde çok önemli bir buluş olmuştur. Ancak bilgisayarlar elektronik devrelerindeki ısınmadan dolayı uzun süre çalıştırılmamaktadır.

- 1958 yılında, **Jack Kilby**, bütünleşmiş devre (IC -*Integrated Circuit*) buluşuyla ısınma sorununu çözümlenmiştir. IC, üç elektronik parçanın küçük silikon disklerde birleştirilmesiyle oluşan bir devredir. Bilim adamları tek bir yonganın üzerine çok daha fazla transistör ekleyerek yarı iletkenleri (*semi-conductor*) icat ederler. Yongaların içerisine ne kadar çok transistör eklenirse, bilgisayarların boyutu da o kadar küçülmektedir.
- Bu döneme damgasını vuran ikinci gelişme de, bilgisayarlar için 'işletim sistemi' geliştirilerek çok sayıda, farklı programlar Entegre devre teknolojisiyle üretilen ilk bilgisayar IBM'in 360 modelidir.

3.Kuşak Bilgisayarlar'ın Temel Özellikleri

- 1. İşlemci olarak entegre devreler kullanılırdı
- 2. Düşük maliyet ile yüksek güvenilirlik sağlanmaya başlandı
- 3. Manyetik diskler kullanılmaya başlandı
- 4. Program ve veriler ihtiyaç duyulduğu sürece saklanabiliyordu

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

4. Kuşak Bilgisayarlar (1970 - Günümüze): Dördüncü nesil bilgisayarları diğer dönemlerden ayıran özellik, milyonlarca transistörün tek bir bütünleşik devre yongası (*Integrated Circuit Chip*) üzerinde toplanarak, mikro işlemcilerin bulunması ve karmaşık programlama dillerine geçilmesidir.

- IBM, 1981 yılında, insanları ilk defa **kişisel bilgisayarlar (PC - Personal Computer)** ile tanıştırmıştır. Bu tarihten itibaren bilgisayarlar büyük endüstriyel ve askeri amaçlı çalışmaların dışında; evlere, okullara ve işyerlerine girmiştir. Bilgisayarların bu gelişimi, sonraki yıllarda masaüstü ve dizüstü bilgisayarlar olarak hayatımızın bir parçası olmalarını sağlamıştır.
- Daha sonra, bilgisayarların günlük hayatın her alanında yerini alması ile bu makinelerin birbirleriyle bağlantılarının nasıl yapılacağı sorusu gündeme gelmiştir. Bu sorun, ağ bağlantı topolojilerinin keşfine ışık tutmuştur. **Yerel Ağ Bağlantısı (LAN - Local Area Network)** ya da telefon kabloları gibi ağ altyapıları kurularak bilgisayarlar birbirleriyle iletişime geçirilmiştir.
- Ağ bağlantıları daha da geniş kapsamlı düşünülerek, bugün çoğu insanın her gün yaptığı, televizyon izlemek gibi bir iş olarak gördüğü **'internet'** kavramı oluşmuştur. İnternet, dünyanın herhangi iki yerindeki bilgisayarlar arasında iletişimi sağlayan bir buluş olmuştur.

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

4. Kuşak Bilgisayarlar'ın Temel Özellikleri

- 1. Mikroişlemcilerle daha hızlı işlemler yapılmaktadır
- 2. Daha fazla bilgi ve program saklanabilen disk ve CD'ler kullanılabilmektedir
- 3. Yapay zekâ kavramı hayata geçirilmiştir
- 4. Ağ sistemleri oluşturulup bilgisayarlar arasında iletişim sağlanabildi
- 5. Bilgisayarlar fiziksel olarak küçülerek kullanışlı ve taşınabilir hale geldi

Bilgisayarın Tarih İçindeki Gelişimi

5.Kuşak Bilgisayarlar (1990- ...) : Beşinci nesil bilgisayarların günümüze damgasını vuran gelişmeleri, **paralel işleme (parallel-processing)** ve büyük ölçekli bütünleşmiş devrelerin bulunmasıdır. Bu gelişme ile milyonlarca transistör tek bir yongada toplanıp, milyarlarca işlemi salise ile ifade edilebilecek zaman dilimlerinde gerçekleştirebilmektedir. İnsanoğlunun hayal gücüne paralel buluşlar gerçekleştirmesinin sonu olmadığından, bu dönemin sonu belirtilememektedir.

- Yapay Zekâ teknolojileri kullanılan bilgisayarlardır. Kasparov ile satranç maçı yapan Deep Blue isimli bilgisayar örnek gösterilebilir. Kullanılan yapay zeka teknikleri sayesinde Kasparov'la yaptığı maçlardan ilkinin kaybederken, sonraki maçlarında Kasparov'u yenmeyi başarmıştır