

TEMEL YAZILIM KAVRAMLARI

Tarihçe

1642 Yılında *Blaise Pascal* tarafından icat edilen Pascalline Hesap Makinesi, eldeli toplama, ödünç almalı çıkarma yapıyordu.

1671 Yılında *Gottfried Wilhelm Leibniz* tarafından icat edilen Leibniz Çarkı, toplama, ödünç almalı çıkarmanın yanında bölme, çarpma ve karekök işlemlerini yapıyordu.

1801 Yılında *Joseph Maria Jacquard* dokuma tezgahlarında desenleri oluşturmak için **delikli kartlar** (**punch card**) kullanmayı icat etmiştir. Sonradan bilgisayara veri girdisi sağlamak ve sonuçların çıktısını göstermek için kullanılacaktır.

1830 Yılında *Charles Babbage* fark makinesi olan analitik makineyi icat etmiştir. Buhar gücü kullanan bu makinenin mantıksal işlem birimi, veri depolama birimi, giriş çıkış üniteleri bulunuyordu. *Augusta Ada Byron*, Babbage ile beraber çalışmıştır. Byron, analitik makinenin bir dizi matematiksel işlemi gerçekleştirebildiğini fark etti ve bu makineyi *Bernoulli* sayılarını üretmek için kullandı. Bu sayıların hesaplanması için yazdığı algoritma tarihteki ilk bilgisayar programı olarak kabul edilir. Bu sebeple *Byron*, ilk programcı olarak kabul görür.

1854 Yılında *George Boole* tarafından ikili sayı sistemini geliştirmiş bugün bilgisayarlarımızın kullandığı bool cebiri üzerine çalışmalar yapmıştır.

1890 Yılında *Herman Hollerith* tarafından delikli kartlarla bilgilerin yüklenebildiği ve bu bilgiler üzerinde toplama işlemlerinin yapılabilirdiği bir elektro mekanik araç geliştirdi. ABD'nin 1890 nüfus sayımında başarılı biçimde kullanıldı. *Hollerith* başarılı olunca bir şirket kurdu ve daha sonra üç firma işle birleşerek 1924 yılında adını IBM olarak değiştirdi.

1941 Yılında *Konrad Zuze* Z3 isimli elektrik motorları ile çalıştırılan mekanik bir bilgisayar yaptı. Bu (Z1, Z2, Z3 ve Z4 serisi) program kontrollü ilk bilgisayardır.

1944 Yılında *Howard Aitken*, IBM ile iş birliği yaparak MARK I'i yaptı. Bilgiler, MARK I'e delikli kartlarla veriliyor ve sonuçlar yine delikli kartlarla alınıyordu. Saniyede 5 işlem yapabiliyordu. Boyutları, 18 m uzunluğunda ve 2,5 m yüksekliğinde idi. İnsan müdahalesi olmadan sürekli olarak, hazırlanan programı yürüten ilk bilgisayar idi ve tam olarak elektronik bir bilgisayar değildi.

1943-1945 Yılları arasında *Konrad Zuze*, ilk yüksek düzey programlama dili olan Plankalkül'ü, Z1 bilgisayarı için geliştirmiştir. **Emir kodlarını** (**instruction code**) ve **sembolik isimleri** (**mnemonic**) içermeyen programlama dilleri **yüksek düzey programlama dili** (**high level programming language**) olarak adlandırılır. Yüksek düzey programlama dilleri çoğunlukla İngilizce sözcükleri kullanır.

1946 Yılında *John Von Neumann* önderliğinde Pensilvanya Üniversitesinde ENIAC (Elektronik Sayısal Hesaplayıcı ve Doğrulayıcı) isimli sayısal elektronik bilgisayar tamamlandı. Askeri amaçla üretildi ve top mermilerinin menzillerini hesaplamak için kullanıldı. *Neumann* tarafından geliştirilmiş bu mimari (Stored-program computer and Universal Turing machine & Stored-program computer), günümüzdeki bilgisayarlarda hala kullanılmaktadır. 18,000 adet elektronik tüp kullanılan ENIAC; 150 kW gücünde idi ve 50 ton ağırlığıyla 167 m² yer kaplıyordu. Saniyede 5.000 toplama işlemi yapabiliyordu. Mark-I'den 1000 kat daha hızlıydı.

Bir önceki bölümde anlatıldığı üzere emir kodu veya sembolik isimlerle yazılan programlar **düşük düzey programlama** (**low level programming**) olarak adlandırılır. Bu programlamanın yapılabilmesi için hem işlemcinin hem de hafıza ve işlemciye bağlanan diğer bileşenlerin nasıl çalıştığı ve tasarlandığını çok iyi bilinmesi gerekir. Daha çok elektronik ve bilgisayar mühendisleri ya da sistemi tasarlayan matematikçiler bu programlama türünü kullanır.

Genel Amaçlı Yüksek Düzey Diller

Sembolik isimler veya makine kodu yerine bildiğimiz konuşma diline yakın talimatlarla metin olarak yazılan programlara dilleri, **yüksek düzey programlama dilleri** (**high level programming language**) olarak adlandırılır. Yani **emir kodu** (**instruction code**) ve **sembolik isim** (**mnemonic**) kullanmayan programlama dilleri yüksek düzey programlama dilleridir.

Yüksek düzey dillerde **talimatlar** (**statement**) olarak yazılan programlar yine kendine has derleyiciler tarafından makine diline çevrilir. Her talimat, genellikle birden fazla **emirden** (**instruction**) oluşur.

1954 Yılında FORTRAN (**FORmula TRANslation**), *John Backus* liderliğinde IBM 704 için geliştirildi. 32 farklı **talimata** (**statement**) sahiptir. İlk genel amaçlı, yüksek düzey bir programlama dilidir.

Yüksek seviyeli bir dilde yazılmış bir **talimat** (**statement**), bilgisayara belirtilen bir eylemi gerçekleştirmesini söyler. Yüksek seviyeli bir dildeki tek bir talimat, birkaç **emri** (**instruction**) içerebilir. Talimatlar, yapılması gerekeni kısa ve net olarak belirten **mantıksal satırlardır** (**logical sequence**).

Aşağıda üç kenarı teyp ünitesinden alınan bir üçgenin alanını hesaplayan FORTRAN II programı verilmiştir⁵. Görüldüğü üzere talimatlar kısa öz ve anlaşılırdır.

```
C AREA OF A TRIANGLE - HERON'S FORMULA
C INPUT - CARD READER UNIT 5, INTEGER INPUT
C OUTPUT -
C INTEGER VARIABLES START WITH I,J,K,L,M OR N
  READ(5,501) IA,IB,IC
501 FORMAT(3I5)
  IF (IA) 701, 777, 701
701 IF (IB) 702, 777, 702
702 IF (IC) 703, 777, 703
777 STOP 1
703 S = (IA + IB + IC) / 2.0
  AREA = SQRT( S * (S - IA) * (S - IB) * (S - IC) )
  WRITE(6,801) IA,IB,IC,AREA
801 FORMAT(4H A= ,I5,5H B= ,I5,5H C= ,I5,8H AREA= ,F10.2,
  $13H SQUARE UNITS)
  STOP
  END
```

1956 Yılında ticari amaçlarla kullanılabilen ve seri halde üretimi yapılan ilk bilgisayar UNIVAC I oldu. UNIVAC, giriş-çıkış birimleri manyetik bant idi ve bir yazıcıya sahipti. UNIVAC 1951-1959 arasında üretilen bilgisayarlarda vakum tüpleri kullanıldı. Bu tüpler bir ampul büyüklüğünde, çok fazla enerji harcamakta ve çok fazla ısı yaymakta idiler. Veri ve programlar manyetik teyp ve tambur gibi bilgi saklama araçlarıyla saklandı. Veriler ve programlar bilgisayara delgi kartları ile yükleniyordu. 1959 yılı sonrasında üretilen bilgisayarlarda transistörler (yaklaşık 10 bin adet) kullanıldı. Artık transistor içeren ikinci kuşak bilgisayarlar hayatımıza girmiştir.

Arapsaçı Kod

1955-1959 Yılları arasında FLOW-MATIC B0 (Business Language Version 0) Dili, *Grace Hopper* tarafından UNIVAC I için geliştirildi. İngilizceye benzeyen ilk yüksek düzey programlama dilidir. Aşağıda B0 Dilinde örnek bir program verilmiştir⁶.

```
(0) INPUT INVENTORY FILE-A PRICE FILE-B ; OUTPUT PRICED-INV FILE-C UNPRICED-INV
FILE-D ; HSP D .
(1) COMPARE PRODUCT-NO (A) WITH PRODUCT-NO (B) ; IF GREATER GO TO OPERATION 10 ;
IF EQUAL GO TO OPERATION 5 ; OTHERWISE GO TO OPERATION 2 .
(2) TRANSFER A TO D .
(3) WRITE-ITEM D .
```

⁵ https://github.com/scivision/fortran-ii-examples/blob/main/herons_formula.f

⁶ <https://gist.github.com/marcgg/f9f2da31a973ba319809>

```

(4)  JUMP TO OPERATION 8 .
(5)  TRANSFER A TO C .
(6)  MOVE UNIT-PRICE (B) TO UNIT-PRICE (C) .
(7)  WRITE-ITEM C .
(8)  READ-ITEM A ; IF END OF DATA GO TO OPERATION 14 .
(9)  JUMP TO OPERATION 1 .
(10) READ-ITEM B ; IF END OF DATA GO TO OPERATION 12 .
(11) JUMP TO OPERATION 1 .
(12) SET OPERATION 9 TO GO TO OPERATION 2 .
(13) JUMP TO OPERATION 2 .
(14) TEST PRODUCT-NO (B) AGAINST ZZZZZZZZZZ ; IF EQUAL GO TO OPERATION 16 ;
      OTHERWISE GO TO OPERATION 15 .
(15) REWIND B .
(16) CLOSE-OUT FILES C ; D .
(17) STOP . (END)

```

Görüldüğü üzere bu tarihlere kadar yazılan programlarda bir sürü GO TO ya da JUMP TO **talimatı** (**statement**) bulunmaktadır. Bu durumda programın ne yaptığı konusunda fikir yürütmeye çalıştığımızda okunaklılık oldukça azdır. İşte okunaklılığın az olduğu bu program kodlarına **arapsaçı kod** (**spaghetti code**) adı verilir. Günümüzde ne yaptığı kolay anlaşılamayan kodlar için bu kavram çokça kullanılmaktadır.

1958 Yılında LISP programlama dili, *John McCarthy* önderliğinde *Steve Russell* tarafından geliştirilmiş ikinci yüksek düzey programlama dilidir.

1959 Yılında Common Business-Oriented Language-COBOL programlama dili, *CODASYL* komitesi tarafından İngilizceye benzer ikinci yüksek düzey bir dil olarak geliştirilmiştir.

1958 Yılında daha sonra ALGOritmic Language-ALGOL adını alan International Algebraic Language-IAL Programlama Dili geliştirilmiştir. Bu dil daha sonra ortaya çıkan birçok dile önderlik etmiştir. Bu dil ile birlikte **kod blokları** (**code block**), **iç içe fonksiyon** (**nested function**), değişken **kapsamı** (**scope**) ve **dizi** (**array**) kavramları programcının hayatına girmiştir. ALGOL dili, barındırdığı özellikler sebebiyle, kendisinden sonra ortaya çıkan bütün programlama dilleri için bir esin kaynağı olmuştur.

İşin doğası gereği makine diline çevrilecek tüm metinler gözle okunabilmektedir. Yani bütün kaynak kodlar gözle okunabilir.

Değişken

Değişkenler (**variable**) aslında cebirden bildiğimiz değişkenlerdir. **Cebir** (**algebra**) işlemlerinde doğrudan problemde verilen sayıları değil, onları temsil eden değişkenleri kullanırız.

$$3x^2 + 2x + 10$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = 2\pi r$$

Yukarıdaki cebirsel ifadelerin ilkinde bir polinom, ikincisinde ise bir dik üçgenin kenar uzunlukları arasındaki ilişki verilmiştir. Bu ifadelerde **x**, **a**, **b** ve **r** bağımsız değişken, **c** ise bağımlı değişkendir. Aslında problemi çözerken bunlar sayılara karşılık gelir. Örneklerdeki **3**, **2**, **10**, **2** ve **π** ise sabit sayılardır.

Bilgisayarda ise sayıları tutacak değişkenler, bir miktar bellek bölgesini işgal eder ve bu bellek bölgesinde çeşitli biçimlerde tutulurlar. Tamsayılar, **ikili** (**binary**) sayı olarak bellekte tutulur. Bu ikili sayının en anlamlı bitinin işaret biti olarak kullanılıp kullanılmayacağına göre bellekte biçimlendirilir;

Bit Sayısı	Bellek Miktarı	Sayı Sınırları
8 Bit	bayt	-127 ile +128 arasında veya 0 ile 255 arasında
16 bit	2 bayt	-32.767 ile +32.768 arasında veya 0 ile 65.535 arasında
32 bit	4 bayt	-2.147.483.648 ile +2.147.483.647 arasında veya 0 ile 4.294.967.295 arasında
64 bit	8 bayt	-9.223.372.036.854.775.808 ile +9.223.372.036.854.775.807 arasında veya

	0 ile 18,446,744,073,709,551,615 arasında
--	---

Tablo 3. Tamsayı Değişkenler ve Sayı Sınırları

Gerçek sayılar **kayan noktalı sayı** (floating point number) olarak biçimlendirilir; 1914 yılında *Leonardo Torres Quevedo* tarafından Charles Babage'in analitik makinesine dayalı kayan nokta analizi yayınladı.

$$12345 = 1234,5 \times 10^1 = 123,45 \times 10^2 = 12,345 \times 10^3 = 1,2345 \times 10^4 = 0,12345 \times 10^5$$

Yukarıda ondalık tabanda verilen gerçek bir sayıya ilişkin kesir noktasının kaydırılması ile aynı sayı ifade edildiği bir örnek verilmiştir. Kesir noktası sola kaydırıldığında 10 ile çarpılmış, sağa kaydırıldığında ise 10 ile bölünmüş olur. Kayan noktalı sayının üs kısmı dışında kalan kısmı **taban** (base) veya **kesir** (fraction) olarak adlandırılır. Tabanın kesir noktası sağında kalan hanelerine ise **mantis** (mantissa) adı verilir.

1938 yılında *Konrad Zuse*, ilk **ikili** (binary) programlanabilir mekanik bilgisayar olan Z1'i yapmıştı. Bu bilgisayar, 7 bitlik işaretli üs, 17 bitlik anlamlı değer ve bir işaret biti içeren 24 bitlik ikili tabanda kayan noktalı sayı kullanmıştır. Bilgisayarlar da tamsayılar da olduğu gibi kayan noktalı sayılar da ikili sayı tabanında tutulur⁷. Örneğin ondalık tabanda 50,25 sayısı ikili tabanda 1.1001001×2^5 olarak ifade edilir.

Bit Sayısı	Bellek Miktarı	Sayı Sınırları
32 bit	4 bayt	$1,2 \times 10^{-38}$ ile $3,4 \times 10^{+38}$ arasında tek hassasiyetli gerçek sayılar; en soldaki 1 bit işaret biti, sonraki 8 bit üs ve geri kalan 23 bit ise kesir olarak kullanılan ikilik tabanda sayılardır.
64 bit	8 bayt	$2,3 \times 10^{-308}$ ile $1,7 \times 10^{+308}$ arasında çift hassasiyetli gerçek sayılar; en soldaki 1 bit işaret biti, sonraki 11 bit üs ve geri kalan 52 bit ise kesir olarak kullanılan ikilik tabanda sayılardır.

Tablo 4. Kayan Noktalı Sayılar ve Sınırları

Program yazılırken tanımlanacak değişkenlere ilişkin bellek ihtiyacı programcı tarafından belirlenir. Programcı değişkene tahsis edilecek bellek miktarına ve tutacağı içeriğe göre **veri tipi** (data type) belirler. Programcı tarafından kullanılacağı amaca göre belirleyeceği veri tipinde istediği kadar değişken tanımlayabilir.

Fonksiyon

Matematikte **fonksiyon** (function), bir veya daha fazla kümenin elemanını tek bir kümenin elemanına eşleyen **ilişkidir** (relationship).

Girdi	İlişki	Çıktı
1	x2	2
2	x2	4
3	x2	6
4	x2	8
...		

Tablo 5. İki ile çarpma fonksiyonu.

Girdi olan bağımsız değişkenler ile çıktı olan bağımlı değişken arasındaki bu ilişki, matematiksel olarak aşağıdaki şekilde **ifade** (expression) edilir.

$$f(x) = 2x$$

Burada f, fonksiyon anlamında x ise girdi anlamında olup parametre olarak adlandırılır. Böylece tabloda verilen fonksiyon tablosuna her girdiyi yazmak zorunda kalmayız. Bazen fonksiyona aşağıdaki örneği verilen şekilde bir ad verilmez;

$$y = 2x$$

Bazı durumlarda ise girdi daha detaylı tanımlanır;

⁷ IEEE Computer Society (2019-07-22). IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic. IEEE STD 754-2019. IEEE. pp. 1-84.

$$x \in R \text{ Olmak üzere } f(x) = 2x + 3$$

Bu fonksiyon, reel sayı kümesindeki her x elemanını, hesaplanan $f(x)$ değerine eşleyen bir ifadedir. Yani $x=1.0$ argümanını $f(1.0)=5.0$ reel sayısına eşler. Kısaca fonksiyon 5.0 reel sayısını hesaplayıp döndürür (return).

$$a \in R \text{ ve } b \in Z \text{ Olmak üzere } g(a, b) = 2a + b$$

Bu fonksiyon ise reel sayı kümesindeki her a elemanı ile tamsayı kümesindeki b elemanını, hesaplanan $g(a, b)$ değerine eşleyen bir ifadedir. Yani $a=1.0$ ve $b=1$ argümanlarını $g(1.0, 1)$ fonksiyonu yine reel sayı kümesinden 3.0 reel sayısına eşler. Kısaca fonksiyon, 3.0 reel sayısını hesaplayıp döndürür (return). Buradaki x , a ve b parametre olarak adlandırılır. $f(1.0)$ ifadesindeki 1.0 ise parametrenin o an andığı değeri belirtir ve gerçek parametre (actual parameter) ya da argüman (argument) olarak adlandırılır. Bu fonksiyonlar;

$$f(3.0) + g(3.0, 2) + f(2.0) + g(1.0, 3)$$

Şeklinde tanımlandıktan sonra tekrar tekrar çağrılabilirler (call).

Yapısal Programlama

1958 Yılındaki FORTRAN-II diline çıktı üretmeyen fonksiyonlar için SUBROUTINE, değer üreten fonksiyonlar için FUNCTION, CALL ve RETURN özellikleri eklenmiştir.

1958 ile 1969 Yılları arasında ALGOL diline çıktı üretmeyen fonksiyonlar için PROCEDURE ve BEGIN-END arasında kod bloğu özellikleri eklenmiştir.

1966 Yılındaki FORTRAN-IV diline INTEGER, REAL, DOUBLE PRECISION, COMPLEX ve LOGICAL veri tipleri (data type) ile Mantıksal IF, aritmetik (üç yollu) IF ve DO döngüsü talimatları (statement) eklenmiştir.

Bu yıllarda her ne kadar çıktı üretmeyen fonksiyonlar için SUBROUTINE, birden fazla çağrı noktası olabilen COROUTINE ve FUNCTION kullanılıyor olmasına rağmen hala GO TO/JUMP TO ifadeleri kullanılmakta ve kafa karışıklığına devam etmekteydi. 1968 Yılında *Edsger W. Dijkstra* önderliğinde GO TO/JUMP TO ifadesini zararlı olarak ilan edilmiştir.

1970 Yılında *Niklaus Wirth* tarafından Pascal dili geliştirildi. Bu dil ilk geliştirilen yapısal programlama dilidir. Yapısal programlamada (structural programming) verileri taşıyan veri yapıları (değişkenler ve diziler) ile bunu işleyen kontrol yapıları (if, for, do, repeat) birbirinden ayrılmıştır. Pascal dili, kendi kendini çağıran özyinelemeli (recursive) fonksiyonlar ile değişkenlerin adreslerini tutan göstericileri (pointer) desteklemektedir⁸.

Yapısal programlamanın genel çerçevesi;

1. Programın başladığı yeri belirten bir ana fonksiyon (main function) tanımlanır. Kodlaması yapılacak işi birbirini çağıran fonksiyonlar olarak bu ana fonksiyonda yazarız. Yani yapısal programlamada programlama, fonksiyonların birbirini çağırmasıyla yapılır.
2. Her fonksiyonda ilk önce veri yapıları (data structure) tanımlanır. Veri yapıları;
 - a. En basit veri yapısı char, integer, float ve double gibi ilkel veri tiplerinden (primitive data type) olabilen değişken (variable) olabileceği gibi,
 - b. İlkel veri tiplerinden meydana gelen dizi (array),
 - c. İlkel veri tiplerinin birkaçından veya dizilerinden bir araya gelmesiyle oluşan yapılar (structure),
 - d. Ya da dinamik olarak yani çalıştırma anında birbirine bağlanmış verilerden oluşan bağlı liste (linked list) olabilir.
3. Her fonksiyonda tanımlanan veri yapılarının ardından bu yapıları işleyecek kontrol yapıları (control structure) tanımlanır. Kontrol yapıları bir veya daha fazla veya iç içe if, if-else, switch, while, do-while, for, continue, break, goto ve return talimatlardan (statement) oluşur.

⁸ Wirth, Niklaus (1976). Algorithms + Data Structures = Programs. Prentice-Hall. p. 126

Yapısal programlamanın en çok uygulandığı Pascal dilinde ana fonksiyon nokta ile biten BEGIN-END bloğudur. C dilinde ana fonksiyon, **main()** fonksiyonudur.

C Programlama Dili, *Dennis M. Ritchie* tarafından Bell Laboratuvarlarında UNIX işletim sistemini geliştirmek için geliştirilen genel amaçlı, üst düzey bir dildir. C, ilk olarak 1972'de DEC PDP-11 bilgisayarında çalıştırılmıştır. *Ken Thompson* tarafından geliştirilen B adlı daha eski bir dilden gelişmiştir. 1978 yılında *Brian Kernighan* ve *Dennis Ritchie*, günümüzde K&R standardı olarak bilinen C'nin ilk kamuya açık kılavuzunu hazırlamışlardır.

C programlama dili; Öğrenmesi kolaydır, **yapısal (structural)** programlama dilidir, hızlı ve verimli (**efficient**) programlar üretir, assembly dili desteği ile **düşük düzey programlamayı (low level programming)** da destekler ve standart başlık dosyaları sayesinde çeşitli bilgisayar platformlarında derlenebilir. Bu özellikleri nedeniyle neredeyse tüm işletim sistemlerinin çekirdeği C dilinde yazılmıştır ve sistem dili olarak da adlandırılmaktadır.

Yapısal programlamada veri ile bunu işleyen yapılar birbirinden ayrıldığından arapsaçı programlamanın aksine okunaklılık oldukça yüksektir.