

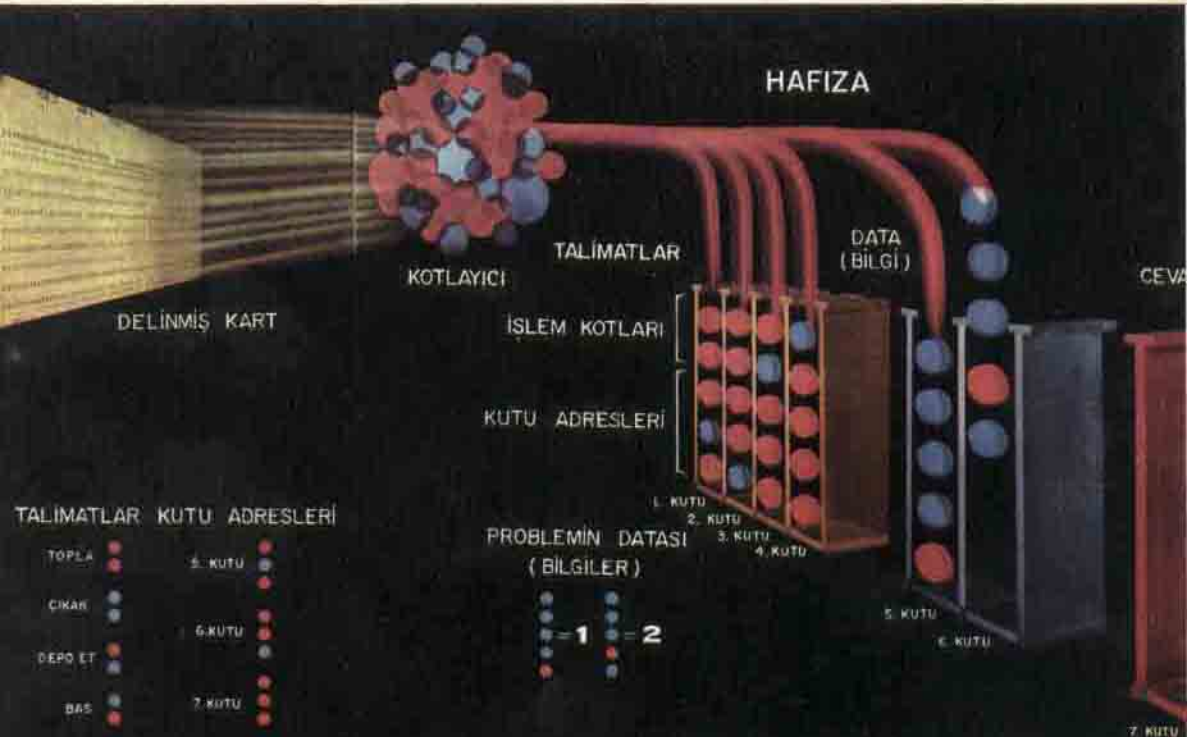
$$\frac{2+1}{3}$$

Elektronik Beyin Nasıl Cevap Verir?

«İki artı bir bu, zihni uzun boylu meşgul edecek ve elektronik beynin sigortasını arttıracak cinsten bir problem olmamasına rağmen makinenin iletkenlerinin teşkil ettiği karışık ağ şebekede akan elektrik darbelerinin gönderilmesine yeterli bir işlemdir. Henüz elektronik beynin üçüncü on yıllık süresine yeni girdiğimiz halde, makine bugün, A.B.D.'nde hemen herkesin yaşantısını etkilemiş bulunmaktadır. Her geçen yıl elektronik beyinle olan ilişki tahmin edilemeyecek derecede artış göstermektedir. Elektronik beyinler olmasaydı, aya gitme projelerini gerçekleştirmek ve hattâ milli borçların tam doğru bir kaydını tutmak bile mümkün olmayacaktı. Bununla birlikte, maki-

nenin neyi nasıl yaptığı sorusu, bu branşın önderliğini yapan bir avuç insan dışında herkes için esrarengiz ve anlaşılması zor bir konu ortaya çıkarmaktadır. Belli başlı bir elektronik hesap makinesi firmasının elemanlarından biri, geçenlerde yaptığı tahminde, makinenin nasıl çalıştığını gerçekten bilen personel sayısının % 2 den fazla olmadığını söylemiştir.

Bu yazı, modeller yardımı ile, basit bir problemin çözümünde beynin içinde neler geçtiğini açıkça gösteren öğretici bir kılavuz niteliğindedir. Nekadar karışık olursa olsun, elektronik beyin herhangi bir problemin çözümüne yaklaşırken aynı açık ve direkt metodu kullanır,





Bütün yeni gelişmelere rağmen, elektronik beyin halen «düşünme» yeteneğinden yoksundur. Gerçekte, elektronik bir hesap makinesi oldukça basit üç şeyi yapabilir. Fakat yaptığı şu üç şeyi de en iyi şekilde başarır :

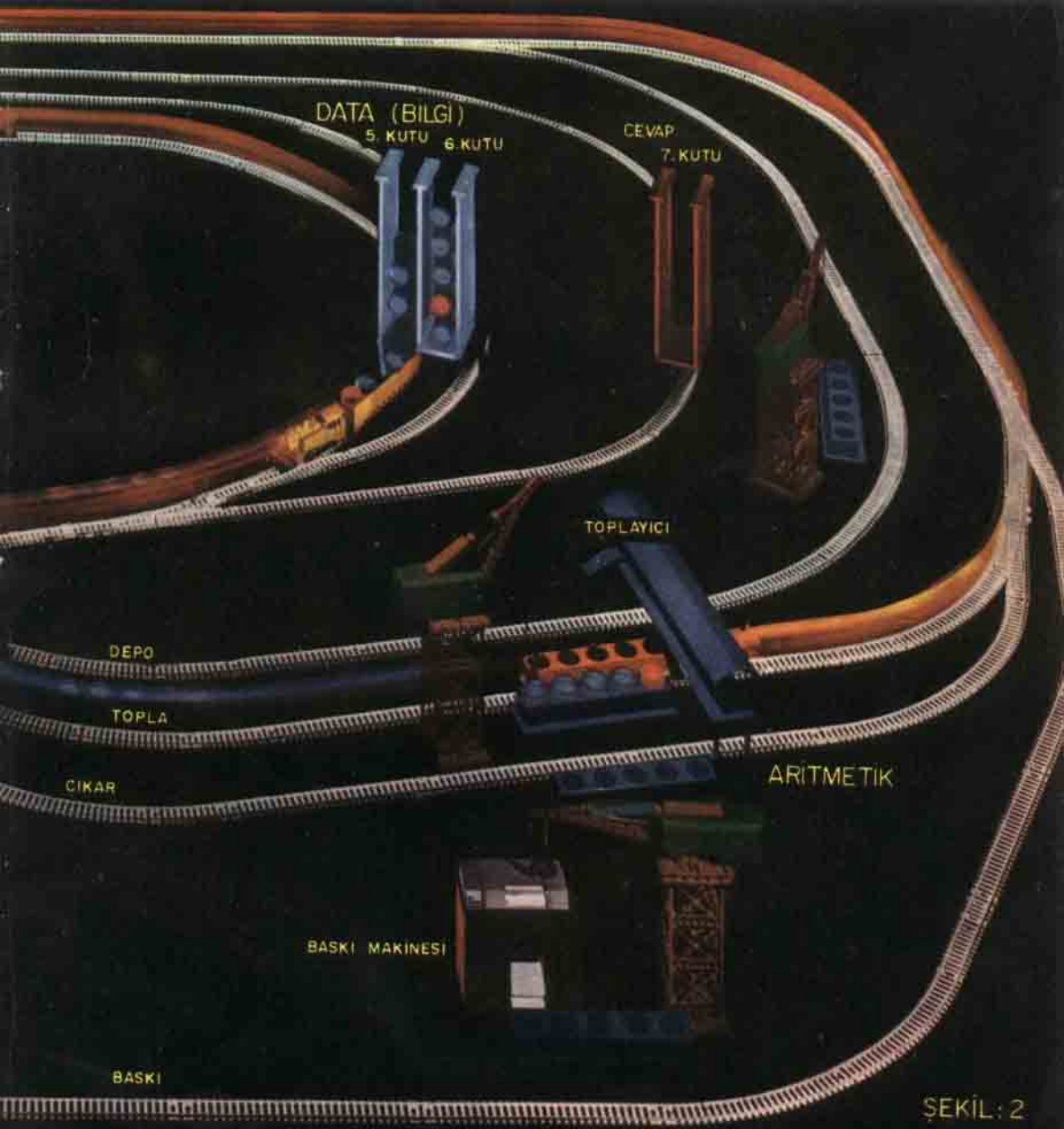
1) Hafızasında depo edilmiş bir bilgiyi anında bulup çıkarır - meselâ bu, bir roketin yörüngesini hesaplamak için lüzumlu bir sayı olabilir;

2) İki sayıyı karşılaştırır ve bunları kullanarak herhangi bir matematiksel işlemi yapabilir - bu işlem toplama, çıkarma, çarpma veya bölme olabilir;

3) Bu fonksiyonların herhangi bir kombinasyonunu belirli bir sırada, bir insanın müdahalesine lüzum bırakmadan icra edebilir - bir programın icrasında olduğu gibi. Bir elektronik beyin makinesinin insana ilk bakışta ters gelen esası basitliğidir. Bir defada sadece bir tek adım atılır. Bu küçük işlem tamamlanınca bir sonrakine, o da bitince daha sonrakine geçilir. Fakat bunlar, cevap bulununcaya kadar - misâlimizde : $2 + 1 = 3$ şaşırtıcı bir hızla ceryan eder.

Bilgi ve komutların makineye verilmesini sağlayan «açık - kapalı» lisansı :

İster rutin kütüphanecilik işlerinde isterse karışık ilmi hesapların yapılmasında kullanılsın, modern sayısal elektronik beyin yarım düzine ana elemandan ibarettir. Aynı elemanlar, bu yazıda verilen ustalıklarla hazırlanmış fotoğraf modellerinin de bileşenlerini teşkil ederler. Model de büyük elektronik kardeşi gibi çeşitli hesapları icra edecek şekilde yapılmıştır. Elimizdeki misâlde 1 ile 2 yi toplamağa



ŞEKİL: 2

çalışacaktır. Model cevaba doğru ilerledikçe, büyük bir sayısal makinenin kendi çözümüne nasıl adım adım yaklaştığını göstermiş olacaktır.

Makine için öncelikle gerekli olan şey bir giriştir. Bu makineye, problemi çözmesi için lüzumlu bilgi, data ve talimatların girişini sağlayan bir vasıtaadır. Giriş işlemi, manyetik teyp, makineye yerleştirilmiş bir elektrikli daktilo makinesi

veya «katlanmaması, zedelenmemesi ve bükülmemesi gereken», bilgiyi üzerindeki kotlanmış baskı deliklerde ihtiva eden ve çok yaygın olarak kullanılan kartlar da dahil olmak üzere çeşitli yollardan biri ile yapılabilir. Giriş, makinenin anlayabileceği bir lisanla çevrilmelidir. Bu proses ve ilgili lisan daha sonra izah edilecektir. Bu safha, modelde «Kodlayıcı» diye ad-

landirilmiş bulunan disklerle sembolize edilmiştir.

Makineye verilen bilgi, makine bu bilgiyi kullanmağa hazır olduğu ana kadar bile yerde depo edilmelidir. Burada, bu işlem, düşey kutularla temsil edilen makinenin Hafıza bölümünün bir fonksiyonudur.

Makine problem üzerinde çalışmağa başladığı zaman, hesapları yapan aritmetik ünitesi sahneye çıkar. Aynı zamanda, makinenin işlemler sırasını yöneten kontrol sistemi de harekete geçer. (Bu elemanların her ikisi 2. şekilde görülmektedir.) Problem çözülüp, cevap depo edildikten sonra (burada cevap kutusu ile belirtiliyor) makine açılıştaki prosesin tersine bir gidiş izlemelidir. Kendi makine lisanını yeniden tercüme etmeli ve cevabı problemi kendisine takdim edenin anlayabileceği formda vermelidir.

Hiç şüphesiz ki, birinci problemi insan teşkil etmektedir. Bir elektronik cihaz sayılara karşı nasıl davranmakta ve onları nasıl kullanmaktadır ?

Cevap, elektriksel tertiplerin karekterleri ile belirir : Bir elektrik ampulü ya yanıyor veya sönmüş konumdadır, bir anahtar ya açık veya kapalıdır, bir magnetik alan ya bir yönde veya birincinin aksi yöndedir. Makine lisanı anlamak için, bir kimse «yanık» konunun bire «sönük» konunun da sıfıra tekabül ettiğini düşünebilir. Böylece, milyonlarca elektronik bileşenden meydana gelmiş bir hesap makinesinin kullanabileceği iki sayı var demektir. Bunlar binari sayı sistemi notasyonu için gerekli bütün elemanları teşkil eden 1 ve 0 sayılarıdır.

Bizim daha çok aşına olduğumuz desimal sistemde, bir sayının sonuncu kolonu olan birler basamağında sıfırdan ona kadar bir rakam bulunur; bundan sola doğru bir basamak sonraki hane ise onları, gene sola doğru bir sonraki basamak yüzleri müteakip basamaklar da binleri, milyonları v.s. kaydeder. Bineri notasyonunda ise, sağda kalan kolonlar 2 nin kuvvetlerini belirtirler. Meselâ, her kolonunun üzerine 2 nin birbirini takip eden



kuvvetleri yazılmış olan 10.110 binari sayısını alalım :

$$\begin{array}{cccccc} 16 = 2^4 & 8 = 2^3 & 4 = 2^2 & 2 = 2^1 & 1 = 2^0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{array}$$

Sadece, yukarda tarif edilen ampulün «yanık» konumuna tekabül eden (1 sayılarının üzerindeki) desimal sayıları alıp toplayarak : $2 + 4 + 16 = 22$ desimal sayısını elde etmiş oluruz ki 10.110 binari sayısı, 22 desimal sayısının binari sistemdeki gösterişidir. Bineri sistemine çevrilen ilk sekiz desimal sayı şöyle gösterilecektir :

$$\begin{array}{ll} 1 = 1 & 5 = 101 \\ 2 = 10 & 6 = 110 \\ 3 = 11 & 7 = 111 \\ 4 = 100 & 8 = 1000 \end{array}$$

Gerçek bir elektronik beyinde (makinede, meselâ 6 desimal sayısı «yanık - yanık - sönük» şeklinde bir seri darbe

şeklinde görünecektir.) binari sistemine göre kodlanmış bilgi, daima yeni bilgileri saklamağa hazır durumda olan hafıza ünitelerine elektronik yoldan depo edilir.

Bizim modelimiz, elektriksel darbeler yerine, 1 sayısını (veya «yanık» konumu) kırmızı, 2 sayısını (veya «sönük» konumu) mavi renklerle gösterdiğimiz diskleri kullanır. Hafıza ünitemiz ise prensip yönünden gerçek bir makinenin tamamen eşiti olan basit kutular serisinden ibarettir. Kutular içinde beş binari rakamından (veya bitten) teşkil edilmiş «kelimelerin» sığacağı genişlikte yer mevcuttur.

Foto modelde, 1 ve 2 sayılarının toplanması probleminin çözümü için gerekli data ve talimatların makineye yüklenmesi işinde aynı düzeni izler. Örneğimizde, toplanacak iki sayıdan ibaret olan data makineye en önce girer. Kodlayıcı, kırmızı diskleri 1 ve mavi diskleri 0 için kullanılarak bu iki sayıyı binari notasyonuna çevirir. Böylece 1 sayısını 5 numaralı hafıza kutusunda bir kırmızı diski izleyen dört mavi diskten meydana gelmiş beş bitlik (beş binari rakamlık) bir «kelime» olarak depo edilir. Data anahtarında da belirtildiği gibi 6 Numaralı Kutu'ya giren 2 sayısını ise ilk önce bir mavi, daha sonra bir kırmızı, en sonunda da üç mavi diskin konulmasıyla makinenin hafızasına yerleşmiş olur. Makinenin hafızasında, makineye giren her bilgi parçası için özel yer ayrılmıştır. Böylece makinenin operatörü olan şahıs, sonradan makineyi, geriye dönerek bu bilgiyi hafızadan alıp işlemi yapmasını sağlayacak şekilde yönetebilir.

Data (bilgi) makinenin hafızasında uygun yere yerleştikten sonra, makine, bu bilgilerle ne yapması gerektiğini bildiren talimatlara ihtiyaç gösterir. Bu talimatlar 1 den 4 e kadar numaralanmış kutular içine yerleştirilir. Her beş bitlik talimat, gerekli datanın nerede bulunacağını belirten 3 bitlik bir kutu adres numarası ile, bu data ile ne yapılacağını belirten iki bitlik bir İşlemler Kodu'ndan ibarettir. 1. Kutu'nun Adres bölümünde, 5 sa-

yısını modelin binari kodunda temsil eden bir mavi, bir kırmızı ve gene bir mavi disk bulunmaktadır. İşlemler bölümünde ise, şekil 1. de verilen anahtarlar da belirtildiği gibi «topla» anlamına gelen iki kırmızı disk vardır. Elektronik hesap makineleri ile uğraşan profesyonel elemanların dilinde, şimdi 1 Numaralı Kutu, pek açık olmayan «5. yi topla» talimatını ihtiva etmektedir. Bu talimatın gerçek anlamı «5 Numaralı Kutu'nun muhteviyatını al ve toplama işlemi yapmak için Aritmetik üniteye taşıdır.» 2 Numaralı Kutu'da 6 Numaralı Kutu ile ilgili benzer bir talimat ihtiva etmektedir. 3 ve 4 Numaralı Kutu'lar ise cevabın elde edildikten sonra nerede saklanacağına ve cevabın dış ortama nasıl aktarılacağına ait talimatlarla doludur. Bu iki işlem daha sonra anlatılacaktır.

Şimdi makinemiz, problemi çözmek için gerekli olan şeylerle - gerekli bilgi ve talimatlarla yüklenmiş durumdadır. Düğmesine basılınca, artık insan müdahalesini gerektirmeden çalışacaktır.

Çözümeye Giden Tren Yolları :

Şekil 2'deki model tren gerçek bir elektronik hesap makinesinin işini nasıl yaptığını, yani örneğimizdeki 1 ile 2 sayılarını nasıl topladığını göstermektedir.

Gerçek prosesi daha açık bir şekilde göstermek için, burada, makinenin talimatlarını, Data'sını ve nihayet Cevab'ı ihtiva eden kutular ayrılmışlardır. Hesap makinesinin geri kalan şu elemanları da ilâve edilmiştir: 1) Merkezdeki Kontrol kesimi, talimatların uygun sırada yerine getirilmesini sağlar. 2) Aritmetik ünite ise örneğimizdeki iki sayıyı kombine eder.

Talimatların bulunduğu bölgeden yola çıkan tren, renkli beş diskten ibaret olan ilk yükünü 1 Numaralı Kutu'dan alır. Bu diskler şu komuta tekabül eder: «Toplama işlemi yapmak üzere 5 Numaralı Kutunun içindekileri al ve bunları Aritmetik üniteye teslim et.» Resimde trene, yüklenmiş durumdaki üç disk - kırmızı, mavi, kırmızı - 5 Numaralı Kutu'nun adresini teşkil ederler. Bunların hemen arkasından yüklenecek iki kırmızı disk ise

toplama işlemi için işlemler Kodu'nu belirtirler.

Bu şekilde yüklenen tren Kontrol kesimine doğru yoluna devam eder. Daha aşağıda bulunan döner platformda işlemel komutu belirten iki kırmızı disk boşaltılır ve «toplama» komutu okunarak hatırlanır. Tren yukardaki döner platforma doğru hareket eder. Burada ise Kutu Adresi boşaltılır. Bu adres tarafından kumanda edilen döner platform treni hedefi olan 5 Numaralı Kutu'ya yollamak üzere 5. hatta sokar. Burada tren 5 Numaralı Kutu'nun içindekileri, yani problem için verilen datanın bir kısmını alır ki bu örneğimizde 1 sayısıdır.

Trenimiz bu yüklü İşlem Kodları döner platformuna geri gelir. Burada depo edilmiş bulunan «topla» komutunu hatırlayan döner platform, treni Aritmetik üniteye giden «Topla» adlı hatta sokar. 1 sayısını gösteren bu beş disk burada indirilerek Aritmetik ünitenin aritmetik işlemlerini yapan parçası olan Toplayıcı'ya konur. Topla hattı ile gelen bu diskler toplanacak demektir.

Yükünü boşaltan tren en yukardaki hattan dolaşarak gene Talimatlar bölgesine döner. Burada çıkacağı ikinci sefer için gereken komutları 2 Numaralı Kutu'dan alır. Bu talimatlar ise, kendisine, toplamak üzere 6 Numaralı Kutu'nun içindekileri alıp Toplayıcı'ya götürmesini söyler. Gene birinci seferde olduğu gibi, Kontrol istasyonuna hareket eden tren, İşlemlerde «topla» anlamına gelen iki diski boşaltır. Sonraki Kutu Adresleri döner platformunda ise Kutu Adresi disklerini boşaltıldıktan sonra, döner platform, treni 6 Numaralı Kutu'ya giden 6 Hattı'na sokar. Önceki gibi, burada 2 sayısı - bir mavi, bir kırmızı, üç mavi disk - yüklenildikten sonra «topla» talimatının yürürlükte olduğu İşlemler istasyonuna doğru yola çıkarılır. Döner platform, treni gene Topla hattına sokar ve 2 sayısı da böylece Toplayıcı'ya yüklenilmiş olur.

İçine ne yüklenirse hemen toplamını alan Toplayıcı, bir anda yeni sayıyı eskisine ekliyerek toplamı bulur. Gerçek bir

elektronik hesap makinesinde bu numara mantık devreleri ile başarılıdır. Bunlar elektronik olduklarından ya «açık» (1) veya «kapalı» (2) durumda olup, binari toplama işleminin basit kurallarına tamamen uygun davranırlar. Sonucu vermek üzere giriş darbeleri mantık devreleri vasıtası ile aşağıdaki tertibe uygun olarak belirtilir:

$0 + 0 = 0$, $0 + 1 = 1$, $1 + 0 = 1$, $1 + 1 = 10$

Böylece problemimizde :

$00001 = 1$

$00010 = 2$

$00011 = 3$ elde edilir.

İki seferini tamamlayan tren şimdi, «Toplayıcıdaki sayıyı al ve 7 Numaralı Kutu'da depo et.» Talimatını alacağı 3 Numaralı Kutu'nun yanına dönmüş bulunmaktadır. «Depo et» komutunu belirten iki disk, İşlemler Kodu istasyonunda indirildikten sonra Kutu Adresi diskleri de Kutu Adresi döner platformunda boşaltılır. Buradan tren 7 numaralı hattı izleyerek bir tur yaptıktan sonra tekrar İşlemler Kodu istasyonuna döner. Bu döner platform ise treni Toplayıcı'ya giden Depo hattına sokar. Burada Toplayıcı'nın topladığı sayıların sonucunu, yani iki kırmızı diski izleyen üç mavi diskten ibaret yükünü aldıktan sonra, hattı takip ederek Cevap Kutusu istasyonunun yanındaki boşaltma vincine gelir. Burada cevap boşaltılır ve 7 Numaralı Kutu'da saklanır. Buradan kalkan boş tren son talimatı almak için en üstteki hat üzerinden 4 Numaralı Kutu'ya döner. Bu, Kutu'nun içindeki ileri al, Baskı istasyonuna git» anlamındadır. Bu talimatı alan tren 7 Numaralı Kutu içindekileri aldıktan sonra İşlemler platformuna gelir ve burada Baskı hattına sokulur. Baskı İstasyonuna gelen treni boşaltma işlemi yapacak diğer bir vinç beklemektedir.

Trenimiz cevabı Baskı istasyonuna taşıyınca Baskı Makinesi'ne de, bu son binari sayılarını operatörün okuyabileceği bir forma dönüştürmek işi kalmaktadır. Kodlayıcı'ya benzer bir cihaz kullanan Baskı Makinesi, bu dönüşüm işini yaparak 3 sayısını basılmış olarak verir (Şekil 3).