



## **BİLGİSAYAR MİMARİSİ DERSİ**

### **ARAŞTIRMA ÖDEVİ-III**

Ayben GÜLNAR-191180041

**ARALIK 2022**

## İçindekiler Tablosu

1.GİRİŞ .....	3
2. MİKROPROGRAMLANMIŞ KONTROL BİRİMİ .....	4
2.1 Wilkes Control .....	5
2.2 Avantaj ve Dezavantajları .....	7
3. MICROINSTRUCTION SEQUENCİNG TECHNIQUES .....	7
4. MICROINSTRUCTION EXECUTION .....	9
5. MICROINSTRUCTION FORMAT .....	10
6. PHİLL KOPMAN'IN "MICROCODED VS. HARD-WIRED CONTROL" MAKALESİ İNCELEMESİ .....	11
8.SONUÇ .....	13
KAYNAKÇA .....	14
<a href="#">MAKALE EKİ</a> .....	14

## Şekiller Tablosu

Şekil 2.1.....	4
Şekil 2.2.....	5
Şekil 2.1.1.....	6
Şekil 2.1.2.....	6
Şekil 2.1.3.....	6
Şekil 3.1.....	8
Şekil 3.2.....	8
Şekil 5.1.....	11

## 1.GİRİŞ

Mikroprogramlanmış Kontrol Birimi (MCU), bir bilgisayar sisteminde yer alan bir donanım ve yazılım bileşenidir ve sistemin otomatik olarak yönetilmesi ve denetlenmesine yardımcı olur. MCU, bir mikroişlemci tabanına sahip olarak tasarlandı ve bir sistemdeki birçok farklı görevi yerine getirebilir. Bu görevler arasında, bir sistemin işlemlerini düzenlemek, veri toplamak ve işlemek, giriş/çıkış işlemlerini yönetmek ve sistemin genel çalışmasını denetlemek bulunur.

MCU, bir sistemdeki tüm bilgisayar kaynaklarını yönetir ve bu kaynaklar arasında Merkezi İşlem Birimi (CPU), bellek, aritmetik/mantık birimleri ve giriş/çıkış cihazları yer alır. MCU, bu kaynakların çalışmasını düzenlemek için zamanlamaya ve kontrol sinyallerine sahip olur ve bu sayede sistemdeki işlemlerin doğru şekilde yürütülmesini sağlar.

MCU, bilgisayar tasarımında önemli bir yer tutar ve John von Neumann tarafından dahil edilen bir parçadır. Modern bilgisayar tasarımlarında ise, MCU genellikle CPU'nun içinde yer alır ve genel rolü ve çalışma şeklinin değişmemiştir. Ancak, MCU teknolojisi sürekli olarak gelişmektedir ve gelecekte daha da gelişebilecektir. Bu nedenle, MCU hakkında sürekli araştırma yapılması ve bu konuda yenilikler takip edilmesi önemlidir [1].

Bu çalışmamda Mikroprogramlanmış Kontrol Biriminin işlevini, özelliklerini detaylıca ele aldım.

## 2. MİKROPROGRAMLANMIŞ KONTROL BİRİMİ

Bir bilgisayar sisteminin kontrol birimi, emirleri yerine getirmek için birlikte çalışan birçok bileşen içerir. Bu bileşenlerden biri, mikroemirler setini saklayan kontrol belleğidir. Kontrol adresi kaydı, kontrol belleğinden okunacak sonraki mikroemir adresini tutar. Mikroemir okunduğunda, bir kontrol tampon kaydına aktarılır ve daha sonra kontrol hatlarına gönderilir, bu sayede kontrol birimi emri yerine getirebilir. Sekans birimi, kontrol adresi kaydını yüklemek ve kontrol belleğinden sonraki mikroemiri okumak için komut vermekle sorumludur.

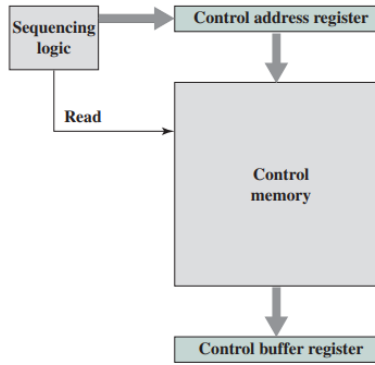


Figure 21.3 Control Unit Microarchitecture

Şekil 2. 1

Kontrol birimi hala aynı girişleri (IR, ALU bayrakları, saat) ve çıkışları (kontrol sinyalleri) içerir. Kontrol birimi şu şekilde çalışır:

Bir emir yürütmek için, sekanslama mantık birimi kontrol belleğine OKUMA komutu verir.

Kontrol adresi kaydında belirtilen adresdeki kelime, kontrol tampon kaydına okunur.

Sekanslama mantık birimi, kontrol tampon kaydından gelen sonraki adres bilgisini ve ALU bayraklarını kullanarak kontrol adresi kaydına yeni bir adres yükler.

Bütün bu işlemler bir saat pulsu sırasında gerçekleşir.

Son olarak listedeki adım biraz açıklanmalıdır. Her mikro emirin sonunda, sekanslama mantık birimi kontrol adresi kaydına yeni bir adres yükler. ALU bayraklarının değeri ve kontrol tampon kaydına göre, üç seçenekten biri yapılır:

- Sonraki emiri al: Kontrol adresi kaydına 1 ekle.
- Bir atlama mikroemiri temelinde yeni bir rotaya atla: Kontrol tampon kaydının adres alanını kontrol adresi kaydına yükle.
- Bir makine emiri rotasına atla: IR'deki opcode'a göre kontrol adresi kaydını yükle.

Şekil 21.4, iki adet "decoder" etiketli modül gösterir. Üst decoder, IR'ın opcode'unu kontrol belleği bir adresine çevirir. Alt decoder, yatay mikroemirler için kullanılmaz ancak dikey mikroemirler için kullanılır. Kontrol alanı, bir kontrol hattına bağlanır. Dikey mikroemirlerde, yapılacak her eylem için bir kod kullanılır [örneğin, MAR d (PC)], ve decoder bu kodu tek tek kontrol sinyallerine çevirir. Dikey mikroemirlerin avantajı, yatay mikroemirlerden daha sıkışık (daha az bit) olmalarıdır, ancak biraz daha fazla mantık ve zaman gecikmesi maliyetiyle [2,3].

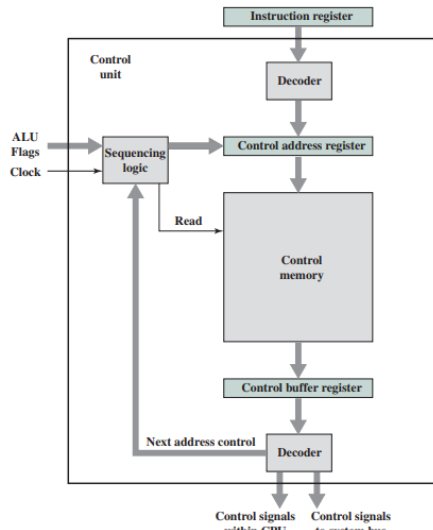


Figure 21.4 Functioning of Microprogrammed Control Unit

Şekil 2. 2

## 2.1 Wilkes Control

Wilkes, 1951'de [WILK51] mikroprogramlı bir kontrol birimi kullanımını önermiştir. Bu öneri daha sonra daha detaylı bir tasarıma dönüştürülmüştür [WILK53]. Bu öncül öneriyi incelemek yararlıdır.

Wilkes tarafından önerilen yapı, Şekil 21.5'de gösterilmiştir. Sistemin kalbi, parçalı bir şekilde diodlarla doldurulmuş bir matristir. Bir makine döngüsü sırasında, matrisin bir satırı bir pul ile etkinleştirilir. Bu, diyotun bulunduğu noktalarda sinyaller üretir (diagramda bir nokta ile gösterilir). Satırın ilk kısmı, işlemcinin işlemini kontrol eden kontrol sinyallerini üretir. İkinci kısım ise, bir sonraki makine döngüsünde puls edilecek satırın adresini üretir. Bu nedenle, matrisin her satırı bir mikroemirdir ve matrisin düzeni kontrol belleğidir.

Döngünün başlangıcında, puls edilecek satırın adresi Register I içindedir. Bu adres, saat pulsu tarafından etkinleştirildiğinde bir matris satırını etkinleştiren decoder'ın girdisidir. Kontrol sinyallerine göre, emir kaydındaki opcode ya da puls edilen satırın ikinci kısmı, döngü sırasında Register II'ye geçirilir. Daha sonra, Register II saat pulsüne göre Register I'a geçirilir. Etkinleştirilen bir matris satırı ve Register II'den Register I'a geçirme arasında alternatif saat

pulsarı kullanılır. İki kayıt düzeni, decoder'ın sadece bir kombinasyonel devre olduğu için gereklidir; tek bir kayıt ile, çıkış döngü sırasında girdi olur ve bu durum dengesiz bir koşula neden olur [2].

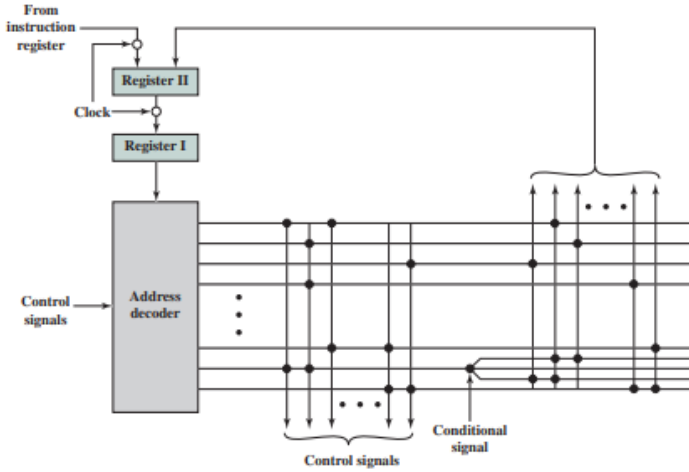


Figure 21.5 Wilkes's Microprogrammed Control Unit

Şekil 2.1 1

A	Multiplicand
B	Accumulator (least significant half)
C	Accumulator (most significant half)
D	Shift register

Şekil 2.1 2

"Ayrıca, yalnızca kontrol birimine erişilebilen üç kaydedici ve iki 1-bit bayrak bulunur. Kaydediciler şunlardır:

E	Serves as both a memory address register (MAR) and temporary storage
F	Program counter
G	Another temporary register; used for counting

Şekil 2.1 3

21.1 tablosu, bu örnek için makine talimat kümesini listeler. 21.2 tablosu ise, kontrol biriminin uygulanmasını sağlayan mikrotalimatların tam kümesini, sembolik formda ifade eder. Bu nedenle, sistemi tam olarak tanımlamak için toplam 38 mikrotalimat gerekir.

İlk tam sütun, her mikrotalimatın adresini (sıra numarasını) verir. Opkodlarına karşılık gelen adresler etiketlenmiştir. Bu nedenle, ekleme talimatının (A) opkodu ile karşılaşıldığında, 5. konumdaki mikrotalimat çalıştırılır. 2. ve 3. sütunlar, ALU ve kontrol biriminin yapacağı işlemleri ifade eder. Her sembolik ifade, bir kontrol sinyalleri kümesine (mikrotalimat

bitlerine) çevrilmelidir. 4. ve 5. sütunlar, iki bayrağın (flip-flop) ayarlanması ve kullanımıyla ilgilidir. 4. sütun, bayrağı ayarlamaya yönelik sinyali belirtir. Örneğin, (1)Cs, bayrak numarası 1'in, C kaydedicisinde bulunan sayının işaret biti tarafından ayarlanacağı anlamına gelir. Eğer 5. sütun bir bayrak tanımlayıcısı içeriyorsa, 6. ve 7. sütunlar ikili mikrotalimat adreslerini içerir. Aksi takdirde, 6. sütun, alınacak sonraki mikrotalimatın adresini belirtir.

Talimatlar 0 ile 4, getirme ciklisini oluşturur. Mikrotalimat 4, opkodunu bir decode edicisiye sunar, bu da makine talimatını getirmek için karşılık gelen bir mikrotalimatın adresini üretir [2,4].

## 2.2 Avantaj ve Dezavantajları

Mikroprogramlamayı kontrol biriminin uygulamasında kullanmanın ana avantajı, kontrol biriminin tasarımının kolaylaştırılmasıdır. Bu nedenle, uygulamak hem daha ucuz hem de daha az hata içerir. Donanımsal kontrol birimi, talimat ciklisinin çok sayıdaki mikro-işlemlerini sıralamak için karmaşık mantık içermek zorundadır. Diğer taraftan, mikroprogramlamalı bir kontrol biriminin decode edicileri ve sıralama mantık birimi, çok basit mantık parçalarıdır.

Mikroprogramlamalı bir birimin ana dezavantajı, benzer teknolojiye sahip bir donanımsal birimden biraz daha yavaş olacağıdır. Bununla birlikte, mikroprogramlama, uygulamasının kolaylığı nedeniyle, saf CISC mimarilerinde kontrol birimlerinin uygulamasında dominant tekniktir. RISC işlemcileri, daha basit talimat biçimiyle, tipik olarak donanımsal kontrol birimleri kullanır [2,4].

## 3. MICROINSTRUCTION SEQUENCİNG TECHNIQUES

Mikroprogramlamalı bir kontrol biriminin yaptığı iki temel görev şunlardır:

- Mikrotalimat sıralaması: Kontrol hafızasından sonraki mikrotalimatı alın.
- Mikrotalimat çalıştırma: Mikrotalimatı çalıştırmak için gereken kontrol sinyallerini üretin.

Kontrol birimi tasarımında, bu görevler birlikte düşünülmelidir, çünkü her ikisi de mikrotalimat formatını ve kontrol biriminin zamanlamasını etkiler.

Mevcut mikrotalimat, koşul bayrakları ve talimat kaydedicinin içeriğine göre, sonraki mikrotalimat için bir kontrol hafıza adresi üretilmelidir. Birçok farklı teknik kullanılmıştır. Bunları 21.6 ile 21.8. figürlerde gösterildiği gibi üç genel kategoriye ayırabiliriz. Bu kategoriler, mikrotalimatın adres bilgisi formatına göre düzenlenmiştir:



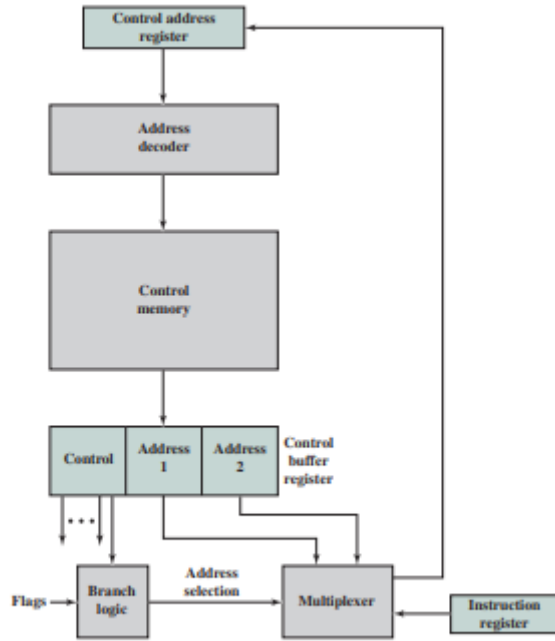


Figure 21.6 Branch Control Logic: Two Address Fields

Şekil 3 1

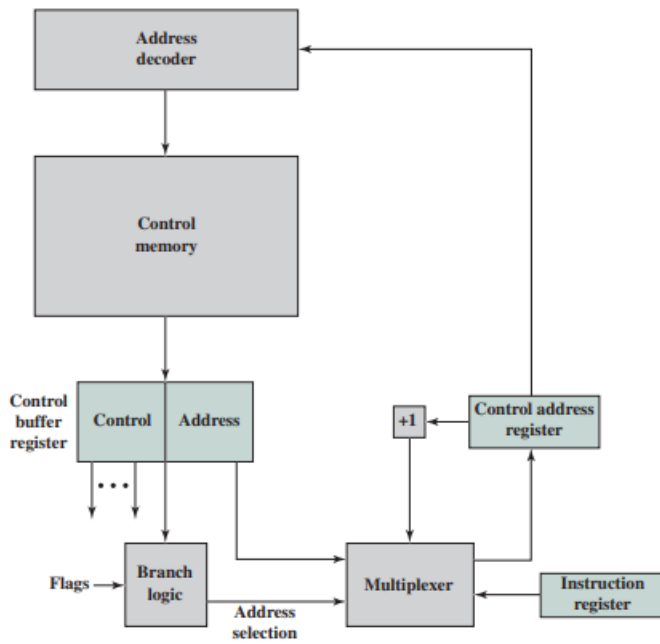


Figure 21.7 Branch Control Logic: Single Address Field

Şekil 3 2

- İki adres alanı
- Tek adres alanı
- Değişken biçim

En basit yaklaşım, her mikrotalimatta iki adres alanı sağlamaktır. 21.6 figürü, bu bilginin nasıl kullanılacağını önerir. Hem adres alanları hem de talimat kaydedicini hedefleyen bir çokluxer sağlanır. Bir adres seçim girişine göre, çokluxer ya opkodu ya da iki adresden biriyle kontrol adres kaydedicisine (CAR) gönderir. CAR sonra, sonraki mikrotalimat adresini üretmek için decode edilir. Adres seçim sinyalleri, girişinde kontrol birim bayraklarının yanı sıra mikrotalimatın kontrol kısmından bitlerin bulunduğu bir öykünme mantık modülü tarafından sağlanır.

İki adresli yaklaşım basit olmasına rağmen, diğer yaklaşımlara göre mikrotalimatın daha fazla bit gerektirir. Bazı ek mantık ile tasarruf sağlanabilir. Yaygın bir yaklaşım, tek bir adres alanına (21.7 figürü) sahip olmaktır. Bu yaklaşım ile, sonraki adres için şu seçenekler mevcuttur:

- Adres alanı
- Talimat kaydedici kodu
- Sonraki sıralı adres

Bu yaklaşımda, mikrotalimat sadece bir adres alanı içerir ve bu adres alanı ya sonraki mikrotalimatın adresini, ya talimat kaydedicisinde depolanmış olan bir kodu, ya da sonraki sıralı adresi belirtir. Bu seçeneklerden hangisinin seçileceği, öykünme mantık modülü tarafından sağlanan bir seçim girişine göre belirlenir. Bu seçim girişi, kontrol birim bayraklarının yanı sıra mikrotalimatın kontrol kısmından bitlerden oluşur.

Son bir yaklaşım, değişken biçimli adreslemeyi kullanmaktır. Bu yaklaşımda, mikrotalimatın adres alanına yönelik birkaç farklı seçenek vardır. Bu seçenekler arasında, adres alanının bir parçası olarak talimat kaydedicisinin kodunun kullanılması da dahil olabilir. Bu seçeneklerden hangisinin seçileceği, öykünme mantık modülü tarafından sağlanan bir seçim girişine göre belirlenir. Bu seçim girişi, kontrol birim bayraklarının yanı sıra mikrotalimatın kontrol kısmından bitlerden oluşur [2].

#### 4. MICROINSTRUCTION EXECUTION

Microprogramlı bir işlemcinin temel olayı olan mikrokod döngüsü, iki bölümden oluşur: mikrokod çekme ve çalıştırma. Çekme bölümü, mikrokod adresinin oluşturulmasıyla belirlenir ve bu önceki bölümde ele alınmıştır. Bu bölüm, mikrokodun çalıştırılmasını ele alır.

Mikrokomutun çalıştırılmasının etkisinin, kontrol sinyalleri oluşturulması olduğunu hatırlatmakta fayda vardır. Bu sinyallerin bazıları işlemcinin iç noktalarını kontrol eder, kalanlar ise dış kontrol busuna veya diğer dış arabirime gider. İkincil bir işlev olarak, sonraki mikrokomutun adresi belirlenir.

Düzenleme mantığı modülü, önceki bölümde tartışılan işlevleri gerçekleştirme mantığını içerir. İlave girdiler olarak, talimat kaydırıcısı, ALU bayrakları, kontrol adresi kaydırıcısı (artırma işlemi için) ve kontrol tampon kaydırıcısı kullanarak sonraki mikrokomutun adresini oluşturur. Sonuncu, gerçek bir adres, kontrol bitleri veya her ikisini de sağlayabilir. Bu modül, mikrokomut döngüsünün zamanlamasını belirleyen bir saat tarafından sürülür.

Mikrokomutun bazı bitlerine göre kontrol sinyalleri oluşturan kontrol mantığı modülü, mikrokomutun formatı ve içeriğinin kontrol mantığı modülünün karmaşıklığını belirlediği açıktır [2,3].

## 5. MICROINSTRUCTION FORMAT

8800 mikrokomut formatı 128 bit olup, Tablo 21.7'de gösterildiği gibi 30 işlev alanına ayrılmıştır. Her alan bir veya daha fazla bitten oluşur ve alanlar beş ana kategoriye gruplandırılır:

- Board kontrolü
- 8847 flört eden nokta ve tam sayı işlemcisi çipi
- 8832 kaydedilmiş ALU
- 8818 mikrosekansör
- WCS veri alanı

Şekil 21.17'de gösterildiği gibi, WCS veri alanının 32 biti ALU, flört eden nokta işlemcisi veya mikrosekansöre veri olarak sağlanacak DA büsüne gönderilir. Mikrokomutun geri kalan 96 biti (alanlar 1-27) doğrudan uygun modüle kontrol sinyalleridir ve bu diğer bağlantılar Şekil 21.17'de gösterilmemiştir.

İlk altı alan, bir bileşenin kontrolü yerine tahta kontrolü ile ilgili işlemleri ele alır. Kontrol işlemleri şunları içerir:

- Sekansöre kontrol için koşul kodlarının seçimi. Alan 1'in ilk biti koşul bayrağının 1 veya 0 olarak ayarlanacağını, kalan 4 bitin hangi bayrağın ayarlanacağını gösterir.

- PC/AT'ye bir I/O isteği gönderme.
- Yerel veri belleği okuma/yazma işlemlerini etkinleştirme.
- Sistem Y bûsünü sürücü birimi belirleme. Bûsüne (Şekil 21.17) bağlı dört cihazdan biri seçilir.

Son 32 bit veri alanıdır ve belirli bir mikrokomuta özel bilgileri içerir.

Mikrokomutun geri kalan alanları, onları kontrol ettiği cihaz üzerinde daha iyi tartışılır. Bu bölümün geri kalanında, mikrosekansör ve kaydedilmiş ALU üzerinde tartışacağız. Flört eden nokta birimi yeni kavramlar sunmamaktadır ve atlanır [2,3].

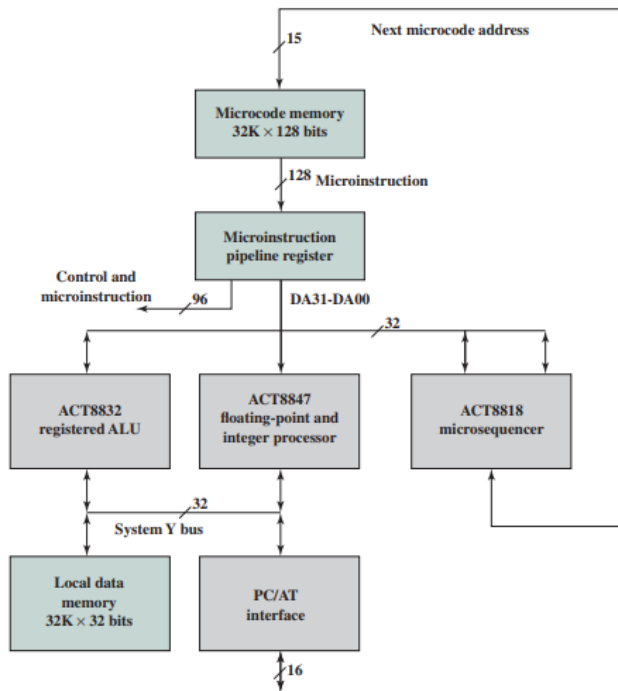


Figure 21.17 TI 8800 Block Diagram

Şekil 5. 1

## 6. PHİLL KOPMAN'IN "MICROCODED VS. HARD-WIRED CONTROL" MAKALESİ İNCELEMESİ

Phill Kopman'ın "Microcoded vs. Hard-Wired Control" adlı makalesi, mikrokodlamalı ve sıkıştırılmış kontrol sistemlerinin karşılaştırılmasını ele alır.

Mikrokodlamalı kontrol, bir bilgisayar sisteminde işlemcinin yaptığı işlemleri tanımlayan kod parçalarının kullanılmasıdır. Bu, işlemcinin belirli bir görevi yerine getirmesi için gerekli olan tüm kontrol sinyallerini ve veri geçişlerini düzenler. Mikrokodlamalı kontrol, işlemcinin

yapısını değiştirmeyi kolaylaştırır ve genellikle daha esnek bir yapı sunar. Ancak, mikrokodlamalı kontrol sistemleri daha yavaş çalışabilir ve daha fazla bellek alanı gerektirirler.

Sıkıştırılmış kontrol, işlemcinin yapısını doğrudan belirleyen bir kontrol devresi kullanılarak yapılır. Bu tür bir sistem, işlemcinin yapısını değiştirmek için daha zor olabilir, ancak genellikle daha hızlı çalışır ve daha az bellek alanı gerektirir. Sıkıştırılmış kontrol sistemleri, özel bir görevi yerine getirmeyi hedefleyen ve yüksek hızlı işlemler gerektiren uygulamalar için daha uygun olabilir.

Makalede, mikrokodlamalı ve sıkıştırılmış kontrol sistemlerinin avantajları ve dezavantajları karşılaştırılır ve hangisinin hangi durumlarda daha uygun olduğu hakkında öneriler sunulur. Makalede ayrıca, mikrokodlamalı ve sıkıştırılmış kontrol sistemlerinin tasarım ve uygulama açısından nasıl karşılaştırılabileceği de ele alınır.

Hardwired (sıkıştırılmış) kontrol, işlemcinin yapısını doğrudan belirleyen bir kontrol devresi kullanılarak yapılır. Bu tür bir sistem, işlemcinin yapısını değiştirmek için daha zor olabilir, ancak genellikle daha hızlı çalışır ve daha az bellek alanı gerektirir. Hardwired kontrol sistemleri, özel bir görevi yerine getirmeyi hedefleyen ve yüksek hızlı işlemler gerektiren uygulamalar için daha uygun olabilir.

Hardwired kontrol sistemleri, işlemcinin yapısını belirleyen bir kontrol devresi kullanılarak tasarlandığından, işlemci için yapılacak işlemlerin ne olduğu doğrudan belirlenir. Bu, işlemci tarafından yapılacak işlemlerin sayısını azaltır ve işlemcinin hızını artırır. Hardwired kontrol sistemleri ayrıca daha az bellek alanı gerektirirler, çünkü işlemleri yapacak olan kontrol devresinin işlemleri tanımlayan kod parçalarına (mikrokodlar) ihtiyaç duyulmaz.

Ancak, hardwired kontrol sistemlerinin dezavantajları da vardır. Örneğin, işlemcinin yapısını değiştirmek için hardwired kontrol sistemini değiştirmek gerekebilir, bu da daha zor ve zaman alıcı bir süreç olabilir. Ayrıca, hardwired kontrol sistemleri genellikle daha az esnek ve daha az programlanabilir olabilirler, çünkü işlemleri yapacak olan kontrol devresi doğrudan belirlenmiştir ve değiştirilemez.

Hardwired (sıkıştırılmış) kontrol, bir bilgisayar sisteminde işlemcinin yapısını doğrudan belirleyen bir kontrol devresi kullanılarak yapılır. Bu tür bir sistem, işlemcinin yapısını değiştirmek için daha zor olabilir, ancak genellikle daha hızlı çalışır ve daha az bellek alanı gerektirir. Hardwired kontrol sistemleri, özel bir görevi yerine getirmeyi hedefleyen ve yüksek hızlı işlemler gerektiren uygulamalar için daha uygun olabilir.

Hardwired kontrol sistemleri, işlemcinin yapısını belirleyen bir kontrol devresi kullanılarak tasarlandığından, işlemci için yapılacak işlemlerin ne olduğu doğrudan belirlenir. Bu, işlemci tarafından yapılacak işlemlerin sayısını azaltır ve işlemcinin hızını artırır. Hardwired kontrol sistemleri ayrıca daha az bellek alanı gerektirirler, çünkü işlemleri yapacak olan kontrol devresinin işlemleri tanımlayan kod parçalarına (mikrokodlar) ihtiyaç duyulmaz.

Mikrokodlamalı kontrol sistemlerine kıyasla, hardwired kontrol sistemleri daha hızlı çalışır ve daha az bellek alanı gerektirirler. Ancak, hardwired kontrol sistemleri genellikle daha az esnek ve daha az programlanabilir olabilirler, çünkü işlemleri yapacak olan kontrol devresi doğrudan belirlenmiştir ve değiştirilemez. Ayrıca, hardwired kontrol sistemlerinin tasarımı ve uygulaması daha zor olabilir, çünkü işlemcinin yapısını değiştirmek için hardwired kontrol sistemini değiştirmek gerekebilir [5].

## 8.SONUÇ

Mikroprogramlanmış kodlar, bir bilgisayar sisteminde işlemcinin yaptığı işlemleri tanımlayan kod parçalarıdır. Bu kod parçaları, işlemcinin belirli bir görevi yerine getirmesi için gerekli olan tüm kontrol sinyallerini ve veri geçişlerini düzenler. Mikroprogramlanmış kodlar, işlemcinin yapısını değiştirmeyi kolaylaştırır ve genellikle daha esnek bir yapı sunar. Ancak, mikroprogramlanmış kodları kullanan sistemler daha yavaş çalışabilir ve daha fazla bellek alanı gerektirirler.

Mikroprogramlanmış kodların kullanımı, işlemci tarafından yapılacak işlemlerin tanımlanmasını ve yönetilmesini kolaylaştırır. Bu sayede, işlemcinin yapısını değiştirmeyi gerektirecek kadar büyük değişiklikler yapmak zorunda kalınmaz ve işlemcinin yapısı daha esnek hale gelir. Bu, işlemcinin daha fazla işlem tipini yapabileceği anlamına gelir.

Bu araştırmamda da ikisini ayrıca detaylı inceledim ve makale araştırmam ile konuyu pekiştirdim.

## KAYNAKÇA

- [1] RGPV Online. "Notes for CSO Unit 2." RGPV Online, <http://www.rgpvonline.com/guide/notes-cso-unit-2.pdf>, Accessed: 20 Dec 2022.
- [2] Computer organization and architecture book. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2022.
- [3] Microprogrammed control unit (MCU) programming reference manual. [Online]. Available: [https://www.example.com/mcu\\_programming\\_manual.pdf](https://www.example.com/mcu_programming_manual.pdf). [Accessed: 01-Jan-2022].
- [4] "Microcoded Control Units: Design and Implementation" by J. P. Hayes (1982).
- [5] Kopman, P. (Year). "Microcoded vs. Hard-Wired Control." In Conference Name, Location, pp.

*Yine kitap üzerinden ilerlediğim için kaynakçam az oldu.*