

BİR MP3 ÇALICI TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**Salih FADIL¹****Kudret ÜN²**^{1,2}Osmangazi Üniversitesi - Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,

Batı Meşelik, 26480, ESKİŞEHİR

¹e-posta: sfadil@ogu.edu.tr²e-posta:k.un@mailcity.com*Anahtar sözcükler: MP3, HDD, MP3 Çözücü, Sayısal Analog Dönüştürücü, FAT32***ÖZET**

Projede MP3 teknolojisi kullanılarak bir MP3 çalıcı donanımı tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Bildiride bir mikrokontrolör yardımı ile manyetik disk ortamına kaydedilmiş MP3 dosyalarının okunarak MP3 çözümü entegresine aktarılması ve bu MP3 çözümü entegresi çıkışından elde edilen sayısal ses bilgisinin bir DAC'ye verilerek, DAC çıkışındaki amplifikatör devresinden ses olarak dinlenmesi amaçlanmıştır. Tasarlanan MP3 çalıcı bilgisayar ile herhangi bir bağlantısı bulunmamakta, bağımsız olarak çalışmaktadır.

1. GİRİŞ

MP3 teknolojisi ile walkman, discman, CD çalıcılar, kaset çalarların yerini artık MP3 çalıcılar almaktadır. Yine teknoloji ile birlikte sesin depolanması için manyetik disk, CD-ROM, flash kart gibi araçlar kullanılmıştır. Tasarımda depolama aracı olarak Hard Disk Drive (HDD) kullanılmıştır ve bu sistem geliştirilerek diğer depolama araçları da tasarımda kullanılabilir.

Tasarımın genel bir blok diyagramı Şekil 1 de verilmiştir. 8051 tabanlı ATMEL firmasının ürettiği AT89C52 kodlu mikrokontrolör merkezi işlem birimi olarak kullanılmıştır. Sistemin yönetimini ve senkronizasyonunu bu mikrokontrolör sağlamaktadır. Depolama aracı olan HDD mikrokontrolöre, programlanabilir çevre arabirimi (Intel 82C55A) yardımı ile bağlanmıştır. HDD'den okunan bazı önemli verilerin saklanması için mikrokontrolöre 8KB kapasiteli bir RAM bağlanmıştır. HDD'den okunan MP3 formatında sıkıştırılmış veriler mikrokontrolör yardımı ile MP3 çözümü entegresine aktarılır. Burada tasarımcının, MP3 dosyalarının nasıl sıkıştırıldığı konusunda bilgi sahibi olmasına gerek yoktur. Tasarımcı sadece sıkıştırılmış MP3 verilerini, yani ham verileri MP3 çözümü entegresine aktarması yeterlidir. Çünkü sıkıştırılmış MP3 verilerinin çözülmesi işlemi MP3 çözümü entegre yapmaktadır [1,5]. MP3 çözümü entegre çıkışında ses sayısal olarak elde edilir. Bu çözülmüş sayısal ses verileri özel olarak ses için tasarlanmış sayısal analog dönüştürücü (Digital-to-Analog Converter - DAC) entegre ile sayısaldan analoğa dönüştürülerek bu entegre çıkışından analog ses verisi elde edilir.

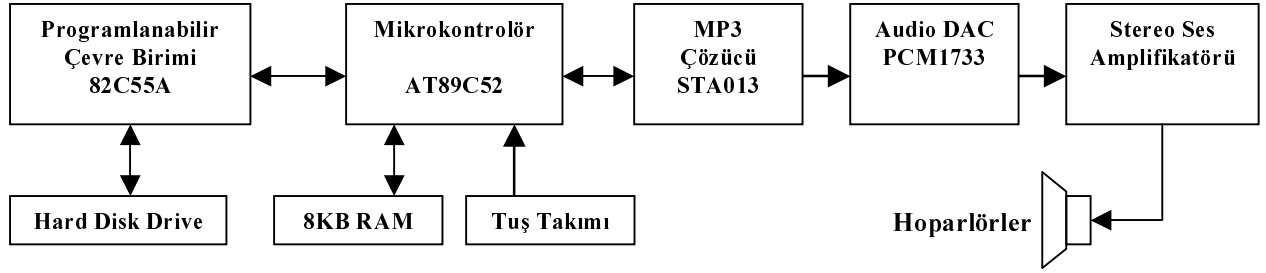
MP3 çözümü ve DAC arasındaki iletişime mikrokontrolör direk olarak müdahale edemez. Bu müdahale ancak MP3 çözümü içinde bulunan yazmaçlar yardımı ile mümkündür [1,5]. MP3 çözümü entegre olarak STMicroelectronics firmasının ürettiği STA013 ve DAC olarak ise Burr-Brown firmasının ürettiği PCM1733 kodlu entegreler kullanılmıştır.

2. MİKROKONTROLÖR İLE HDD'NİN BAĞDAŞTIRILMASI

Burada HDD'den 16-bit veri okunması ve HDD'ye 16-bit veri yazılması gerçekleştirilmektedir. Ancak kullandığımız mikrokontrolör 8-bit veri okuma ve yazma kapasitesine sahiptir. Bu tür problemleri gidermek amacı ile çevre arabirimler kullanılmaktadır. Bundan dolayı HDD ve mikrokontrolör arasındaki iletişimi sağlamak için Şekil 1'de görüldüğü üzere bir çevre arabirimi kullanılmıştır. Bu çevre arabirimi sayesinde HDD ile iletişim çok kolay bir şekilde sağlanabilmektedir. Tasarımda HDD'yi aktif olarak kullanmak için HDD'nin 24 adet bacak bağlantısının kurulması gereklidir. Bu bacak bağlantılarının, 16'sı veri okuyup yazmak, 5 tanesi kontrol, 2 tanesi okuma yazma sinyali göndermek ve 1 tanesi de sıfırlamak (reset) için kullanılmaktadır. HDD'yi kontrol etmek için Chip Select ve Address olarak adlandırılan (/CS1, /CS0, A2, A1, A0) ve Oku (/IOR), Yaz (/IOW) bacak bağlantıları kullanılmaktadır. Bu bacaklara 1 yada 0 sinyalleri gönderilerek HDD içindeki yazmaçlara ulaşılır ve böylece HDD'yi kontrol etmek mümkün olur. Tablo 1 de bu bacaklara gönderilen sinyaller ve yazmaçlar arasındaki ilişkiler gösterilmiştir [2,3,9].

Her HDD'nin önemli parametreleri vardır. Bir HDD'nin parametreleri "Silindir" (Cylinder, 16-bit), "Kafa" (Head, 4-bit), "Sektör" (Sector, 8-bit) olarak tanımlanır. Bu parametreleri kullanarak HDD'nin istediğimiz sektöre ulaşarak o sektörden istediğimiz verileri okuyabilir yada o sektöre veri yazabiliriz.

Tablo 1'de yazmaçlar gösterilmiştir. Yazmaçlardan Data Port yazmacı dışındaki tüm yazmaçlar 8-bit'ten oluşmaktadır, Data Port yazmacı ise 16-bit'ten oluşur. 8-bit veri alış verişini yapmak için HDD'nin veri alış verişini için kullandığı 16 bacadan ilk 8 bacak bağlantısı kullanılır.



Şekil 1: Sistemin Blok Diyagramı

/CS0	/CS1	A2	A1	A0	/IOR	/IOW
0	1	0	0	0	Data Port	Data Port
0	1	0	0	1	Error	Precomp.
0	1	0	1	0	Sector Count	Sector Count
0	1	0	1	1	Sector Num	Sector Num
0	1	1	0	0	Cylinder Low	Cylinder Low
0	1	1	0	1	Cylinder High	Cylinder High
0	1	1	1	0	Device/Head	Device/Head
0	1	1	1	1	Status	Command

Tablo 1: HDD Kontrol Sinyalleri ve Yazmaçları

Kısaca yazmaçları tanımlamak gerekirse, “Data Port” yazmacı HDD’den 16-bit veri okuyup yazmak için, “Error” yazmacı HDD’den veri okuma yada yazma sırasında bir hata ile karşılaşıldığında, hata bu yazmaç içerisinde okunarak tespit edilebilir. “Sector Count” yazmacı ile HDD’den bir seferde kaç sektör verinin HDD’nin tampon belleğine alınacağı belirtilir. “Sector Num”, “Cylinder Low”, “Cylinder High”, “Device/Head” yazmaçları HDD’nin parametrelerini girmek için (Sektör, Silindir, Kafa) kullanılır. Aynı zamanda “Device/Head” yazmacı, HDD’nin çalışma modunu ayarlama ve HDD’nin master/slave olarak ayarlanmasında da kullanılır. “Status” yazmacı, HDD’nin o andaki durumu hakkında bilgi edinmemizi sağlar. “Command” yazmacı, HDD’ye komut göndermek için kullanılır. Veri okuma, veri yazma, HDD tanımlama, Standby yada idle gibi komutlar örnek olarak verilebilir [2].

Mikrokontrolör ile HDD arasında arabirim görevini 82C55A entegresi üstlenmektedir. Bu entegre port genişletme işlemleri için kullanılmıştır. 24-bit programlanabilir 3 ayrı porta sahiptir (Port A, Port B, Port C). Portlar bir komut yazmacı yardımı ile giriş yada çıkış olarak ayarlanabilir. 82C55A entegresi 3 farklı modda çalışmaktadır. Yine bu mod ayarlaması komut yazmacı sayesinde yapılır. Portlara ve komut yazmacısına ulaşabilmek için 2-bitten oluşan adresleme yöntemi kullanılmaktadır. Adresleme yöntemi donanım olarak yapılır [8]. Sistemde 82C55A’nın basit okuma-yazma modu (Mode 0) kullanılmıştır.

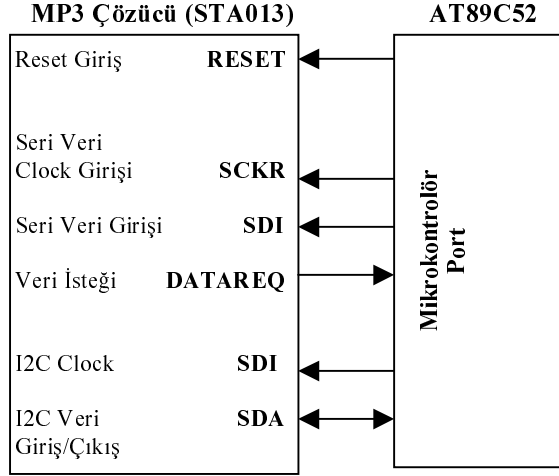
HDD içindeki bazı önemli verileri, daha sonra program içerisinde kullanılmak üzere rastgele erişilebilir bir bellek içerisinde tutmak gereklidir. Bu yüzden sisteme dışarıdan 8 KBayt kapasiteli bir RAM bağlanmıştır. RAM’in adres yolu bacakları

mikrokontrolörün adres yolu bacaklarına, RAM’in veri yolu bacakları mikrokontrolörün veri yolu bacaklarına ve RAM’in oku, yaz sinyal bacakları mikrokontrolörün oku, yaz sinyal bacaklarına bağlanmıştır [4,6].

3. MİKROKONTROLÖR İLE MP3 ÇÖZÜCÜ VE SAYISAL-ANALOG DÖNÜŞÜRÜCÜNÜN BAĞDAŞTIRILMASI

HDD içerisine kaydedilmiş MP3 verileri mikrokontrolör yardımı ile MP3 dönüştürücü entegresine gönderilerek MP3 formatında sıkıştırılmış sayısal ses verileri çözülür. MP3 çözücü entegre Şekil 2’de gösterildiği gibi verileri seri olarak almaktadır. Seri veri gönderiminde bir bit SDI bacağına gönderilir, SCKR bacağına önce 1 sonra 0 sinyali gönderilerek bir bitlik veri MP3 çözücüne gönderilmiş olur. MP3 çözücü, içerisinde giriş tampon belleği bulunmaktadır. Tampon bellek boş olduğu sürece MP3 çözücü entegrenin DATA_REQ bacağı 1 durumundadır ve veri almak için hazırdır. Eğer tampon bellek dolarsa bu bacak 0 durumuna geçer ve ne kadar veri gönderilirse gönderilsin tampon bellek boşalana kadar gönderilen veriler çözülmez [5]. Bu bacak kontrol edilerek MP3 çözücü ile mikrokontrolör arasında senkronizasyon sağlanmış olur. Ayrıca MP3 çözücü entegreyi kontrol etmek için entegre 128 adet yazmaca sahiptir. Bu yazmaçlarda ki değerler değiştirilerek MP3 çözücünün durumu kontrol edilebilir. Mute, Play, Sayısal ses arttırma azaltma, bas ve tiz arttırma azaltma, sayısal analog dönüştürücü için gereken ayarlamalar, gibi birçok işlem bu yazmaçlar sayesinde yapılabilir. Bu yazmaçların tümü programcının kullanımına açılmamıştır, yalnız bazı yazmaçlar içerisindeki değerler programcı tarafından değiştirilebilir. Diğer

kullanıma açılmayan yazmaçlar, entegreyi üreten firma tarafından sağlanan bir veri bloğunun entegreye yüklenmesiyle entegre kullanıma hazır hale gelir [1,5]. Yazmaçlar içerisindeki değerleri değiştirmek için MP3 çözücü entegrenin iki bacağı kullanılır (SDA ve SDI, Şekil 2). Yazmaçlara değer yazmak yada okumak için I2C (Inter-Integrated Circuit) seri iletişim protokolü kullanılır. Bu protokol daha çok seri EEPROM'lar da kullanılır.



Şekil 2: MP3 Çözücü ve Mikrokontrolör Bağlantısı

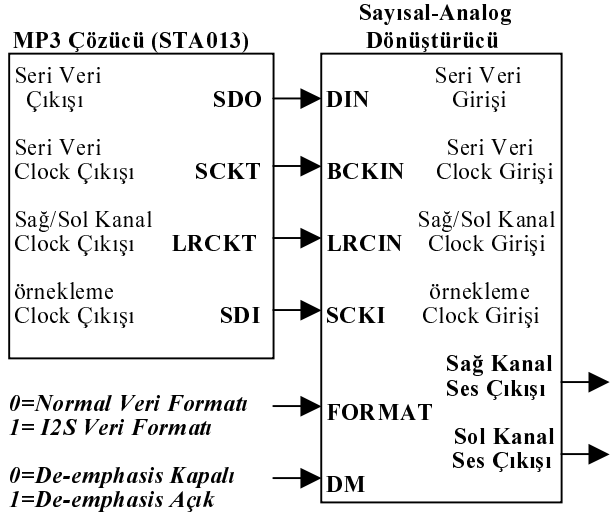
Sistemde, özel olarak sayısal ses işlemek için üretilmiş, PCM1733 kodlu ses amaçlı sayısal analog dönüştürücü kullanılmıştır. MP3 çözücü ile sayısal analog dönüştürücü arasındaki bağlantı Şekil 3'te gösterilmektedir [10]. İki entegre arasındaki iletişime MP3 çözücü aracılığı ile müdahale edilebilir. MP3 çözücü entegre içerisindeki PCM_CONF yazmacı sayesinde MP3 çözücü entegre ile sayısal analog dönüştürücü arasında ki protokol ayarlanabilir. Sayısal-Analog Dönüştürücüye gönderilecek veri formatı ayarlanırken sayısal analog dönüştürücünün kabul edeceği format göz önüne alınır ve gerekli ayarlar PCM_CONF yazmacında yapılır.

MP3 çözücü entegre 2.7V ile 4 V arasındaki gerilim ile çalışmaktadır. Ancak sistemin geneli 5 V ile çalıştığından, MP3 çözücü entegreyi sisteme bağlarken MP3 çözücü ile mikrokontrolör ve sayısal analog dönüştürücü arasındaki bacaklarda voltaj dönüştürücü kullanmak gerekir. Bu dönüştürücü bilinen basit devre elemanları yardımı ile yapılabilir.

Sayısal analog dönüştürücüye veri girişi seri olarak yapılır. Normal seri iletişim protokolü kullanılmaz. Normal sağa ayarlanmış veri formatı yada Philips I2S veri formatı protokolleri kullanılır. Sağ ve sol kanal clock sinyali sayesinde stereo ses giriş çıkışı yapılmaktadır.

Sayısal analog dönüştürücü, 256f_s ve 384f_s örnekleme frekans katsayılarını desteklemektedir [7]. Hem MP3

dönüştürücü hemde sayısal analog dönüştürücü ayarlama açısından çok esnekler.



Şekil 3: MP3 Çözücü ve Sayısal Analog Dönüştürücü arasındaki Bağlantı

4. DOSYA SİSTEMİ VE PROGRAM

Depolama aygıtı olan HDD üzerinde FAT32 tabanlı dosya sistemi kullanılmıştır. Mikrokontrolör üzerindeki assembly kodlar da değişiklik yapılarak diğer dosya sistemleri de desteklenebilir. FAT32 dosya sisteminin özellikleri assembly kodlara uyarlanarak istenilen MP3 dosyalarına ulaşılmaktadır. Sistem şu anki hali ile yalnız FAT32 dosya sisteminde ROOT klasöründe bulunan ve birleştirilmiş MP3 dosyaları için çalışmaktadır. Daha sonra yine assembly kodlarda değişiklik yapılarak alt klasörlerde ki MP3 dosyalarına da erişilebilir. FAT32 dosya sisteminde dosyalara ulaşmak için bazı matematiksel hesaplamalar yapmak gereklidir. Bu hesaplar, FAT32 Boot Record sektörü, Master Boot Record sektörü ve dosya ile ilgili bilgi bloğu sektöründeki veriler kullanılarak yapılmıştır. Master Boot Record sektörü, FAT32 Boot Record sektörünü bulmada, FAT32 Boot Record sektörü ROOT klasörünü bulmada kullanılmıştır. ROOT klasörü bulduktan sonra ROOT klasörü içindeki dosyalar hakkında bilgi içeren kısımlar okunarak dosyalara erişim sağlanmıştır [3,10]. Sistemin çal (Play) tuşu için program akış diyagramı Şekil 4'te kısaca gösterilmiştir.

Sisteme çal, dur, durakla, sonraki parça, önceki parça, kısa süreli parça tanıma fonksiyonlarını yerine getiren bir tuş takımı bağlanmıştır. Bunların dışında ses artırma azaltma, bas ve tiz artırma azaltma işlemleri de tuş eklemesi yapılarak ayarlanması mümkündür. Yapılan sistemde tuş takımı latch kullanılarak yapılmıştır. Her bir tuş için bir latch kullanılmıştır. Herbir latch'in bir ucu tuş yardımı ile pozitif beslemeye (Vcc), diğer ucu ise mikrokontrolörün portunun bir bacağına bağlanmıştır. Tuşa basılmadığı sürece port bacağına latch yardımı ile sürekli 0 seviyesi bulunur. Tuşa basıldığında ise

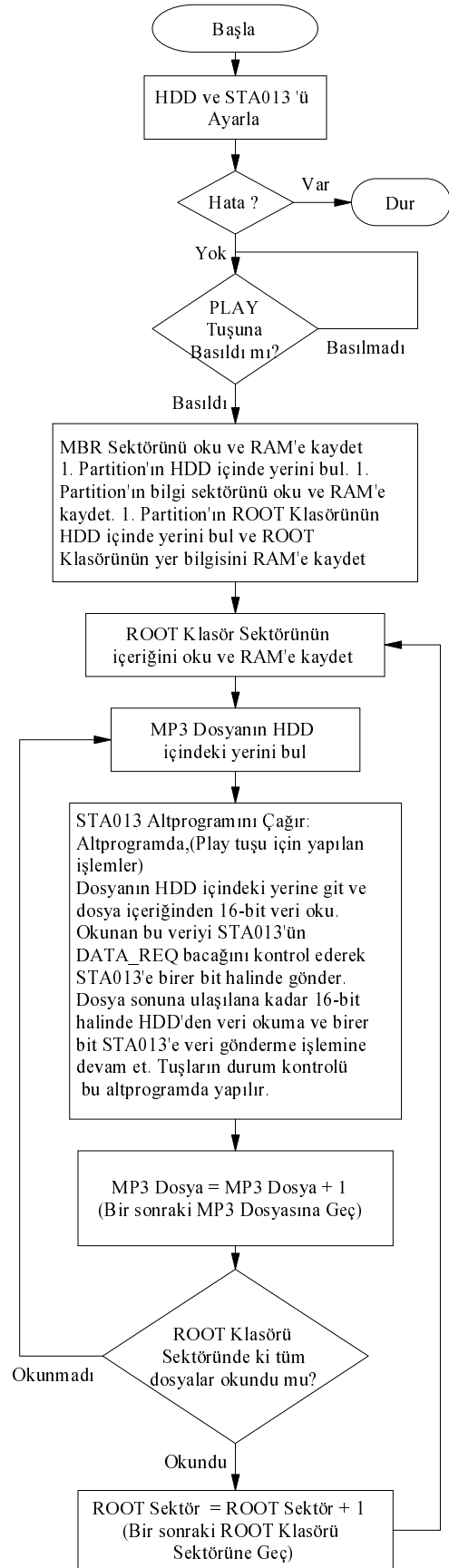
tuş Vcc'ye bağlı olduğu için latch durum değiştirir ve 1 seviyesine geçer, bu durumda port bacağını da 1 seviyesine görür. Yazılım ile latch durumu tekrar 0 seviyesine alınır.

5. SONUÇ

Mikrokontrolör ile sistemin organizasyonu tek bir aygıt tarafından yürütülmekte ve böylelikle sistem kolaylıkla kontrol edilebilmektedir. Mikrokontrolör HDD ve RAM ile paralel, MP3 çözücü ve sayısal analog dönüştürücü ile seri iletişim kurmaktadır. Seri iletişimde hız çok önemlidir. Sistemin hızlı olması ise işlemciye bağlıdır. Bu sistem 8 ile 128 Kbit/second arasında ki bitrate ile sıkıştırılmış tüm MP3 dosyalarını çok iyi bir şekilde işleyebilmektedir. Ancak 128 Kbit/second üstündekiler de ise seste gürültü ve yavaşlama olmaktadır. Bu durumda 128 Kb/second üzerinde ki bitrate ile sıkıştırılmış MP3 dosyalarını güzel bir şekilde işleyebilmesi için işlemci frekansını arttırmak ve hatta işlemci türünü değiştirmek gerekebilir. MP3 çözücü entegre için gerilim değişikliklerinden etkilenmeyen voltaj besleme ünitesi gereklidir. Çünkü MP3 çözücünün saat frekansı üreten üniteleri bu gerilim değişimlerinden çok çabuk etkilenmektedir ve bu etkiyle seste bazı gürültüler ve yavaşlamalar gözlenmektedir. Sisteme HDD haricinde CDROM Drive'da bağlanabilir. Bu durumda CDROM dosya sistemi olan ISO9660 formatını desteklemesi için program kodlarında düzenleme yapmak yeterli olacaktır. Görsel olarak olayları takip etmek için sisteme LCD gösterge bağlanabilir. LCD ile dosya ismi, bitrate, örnekleme frekansı, dosyanın boyutu, hata mesajları gibi özellikler görülebilir. Gerçekleştirilen sistem hakkında detaylı bilgi kaynak [10]'dan elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] STMicroelectronics, STA013 APPLICATION NOTE - AN1090, 1999, <http://www.st.com>.
- [2] Enhanced Disk Drive Specification, Phoenix Technologies Ltd., Version 1.1, 1995.
- [3] Paul Stoffregen, MP3 Player, Technical Documentation, 2001, <http://www.pjrc.com>
- [4] Philips Semiconductors, 80C51 Family Programmer's Guide, 1998, <http://semiconductors.philips.com>.
- [5] STMicroelectronics, STA013 Datasheet, 1999, <http://www.st.com>.
- [6] ATMEL, AT89C52 Datasheet, 2000, <http://www.atmel.com>.
- [7] Burr-Brown, PCM1733 Datasheet, 1998, <http://www.ti.com>.
- [8] Intel, 82C55A Datasheet, 1995, <http://www.intel.com>.
- [9] Peter Kovacs, Documents and Projects ,2002, <http://www.mp3projects.com>
- [10] Kudret Ün, Stand-Alone MP3 Player Design and Implementation, Graduation Project, Osmangazi Üniversitesi, 2003.



Şekil 4: Program Akış Diyagramı