

## KONTROL ALAN AĞLARI (CAN) KULLANILARAK STEP MOTOR KONTROL UYGULAMASI

Ahmet KARACA, Hüseyin EKİZ, A. Turan ÖZCERİT

**Özet** – Kontrol alan ağı (Controller Area Network-CAN), başlangıçta arabalarda bulunan elektronik sistemlerin birbirleri ile haberleşmesini sağlamak amacıyla geliştirilmesine rağmen kısa sürede çok farklı alanlarda kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmada 8051 tabanlı ve üzerinde CAN kontrolör bulunan 89C51CC01 entegresi tanıtılmakta ve CAN protokolü kullanılarak ağ içerisinde haberleşmenin gerçekleştirilmesi anlatılmakta CAN protokolünün kullanımına örnek olması amacıyla, 89C51CC01 entegresi kullanılarak oluşturulan CAN düğümleri ile ayrı noktalarda bulunan iki step motorun kontrolünü yapan bir sistemin tasarımı ve gerçekleşmesi detaylandırılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler** – Controller Area Network, Mikrodenetleyici, 8951CC01, step motor kontrolü.

**Abstract** – Although CAN (Controller Area Network) initially has been developed in order electronics system in cars to communicate each other, it has been used in many diverse applications with a short period of time. In this study, 8051 based the 89C51CC01 microcontroller which has an on-chip controller, is introduced and the use of CAN protocol for the purpose of communication in the network is described. As a case study, the 89C51CC01 chip has been used to demonstrate the CAN protocol applications in order to control two step motors located at reasonable distance each other.

**Key words** – Controller Area Network, Microcontroller, 8951CC01, step motors control.

### I. CAN PROTOKOLÜNÜN GENEL ÖZELLİKLERİ

Kontrol Alan Ağları (Controller Area Network-CAN) protokolü, bir araç içerisinde bulunan elektronik kontrol birimleri arasındaki iletişimi sağlamak üzere bir Alman firması olan Robert Bosch GmbH tarafından tasarlanmış, ilk olarak 1989 yılında otomotiv endüstrisinde (Mercedes Firmasında) kullanılmış, daha

sonrada bir otomotiv standardı haline gelmiştir. Aynı zamanda yüksek hız, düşük maliyet ve yüksek başarımlar gibi özelliklerinin sağladığı avantajlar nedeniyle, çok kısa bir süre içerisinde endüstriyel ortamlarda kullanılan saha kontrolü ağları arasında yerini almıştır [1].

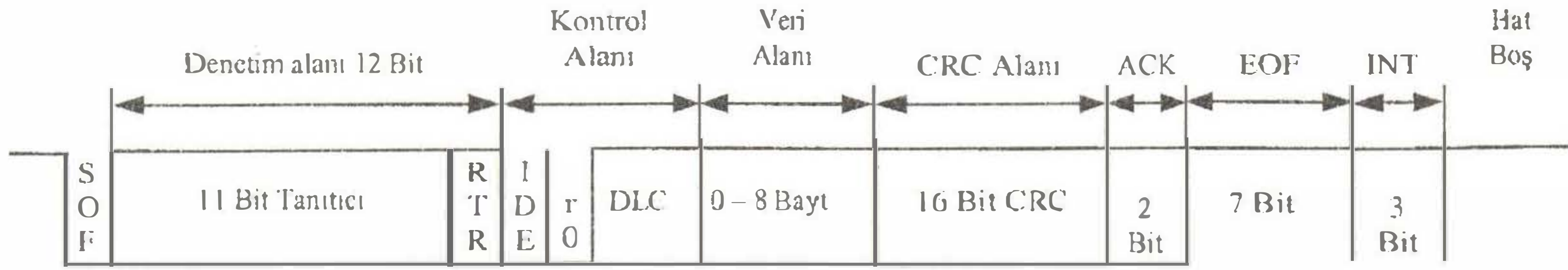
CAN, birden çok aktif düğümün (master) birbirine 'yol' topolojisi ile bağlandığı ve çekişmeye dayalı (Contention-Based) ortam erişim kontrol mekanizmasının gerçekleştirildiği bir protokoldür. CAN seri bir iletişim protokolü olmasına karşılık, çoğu seri haberleşme protokolüne benzemez. Örnek olarak, CAN çerçevesi, çoğu seri iletişim protokollerinde bulunan hedef ve kaynak adresleri ile ilgili herhangi bir bilgi içermez. Buna karşılık mesaj çerçevesi, mesajın içerdiği bilgi tipini (mantıksal adres) ve mesajın önceliğini gösteren bir denetim (arbitration) alanı içerir. Bu alan sadece mesajı tanımlamak ve önceliği belirlemek için değil, aynı zamanda ortam erişim kontrolü içinde kullanılır [1]. Şekil 1'de yapısı verilen standart veri çerçevesindeki alanlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

**Çerçeve Başlangıcı (Start of Frame, 1 bit):** Mesajın başlangıcını belirtir ve 1 bit uzunluğa sahiptir [2].

**Denetim Alanı (Arbitration Field, 12 bit):** Denetim alanı, 11 bit uzunluğundaki tanıttıcı alan ve 1 bit uzunluğundaki uzak iletim istek (Remote Transmission Request, RTR) alanı olmak üzere iki ayrı alt alan oluşur. Tanıttıcı alan mesajın önceliği ve mantıksal adresi gibi iki fonksiyonu içerir [2]. RTR alanı ise, çerçevenin istek çerçevesi olduğunu göstermek amacıyla kullanılır.

**Kontrol Alanı:** Altı bit uzunluğundaki kontrol alanının ilk biti; tanıttıcı uzantı (Identifier Extension, IDE) bitidir. İlk bitin lojik '0' olması, gönderilecek herhangi bir tanıttıcı bitin olmadığı anlamına gelir. Kontrol alanındaki ikinci bit, (r0) ayrılmış bir bittir ve kullanılmamaktadır. Arkadan gelen dört bit ise, veri alanındaki baytların sayısını gösteren veri uzunluk kodunu (Data Length Code, DLC) içerir [2].

**Veri Alanı:** DLC değerine bağlı olarak sıfır ile sekiz bayt arasında değişen uzunluğa sahiptir ve çerçeve ile iletilmek istenen bilgiyi/veriyi içerir.

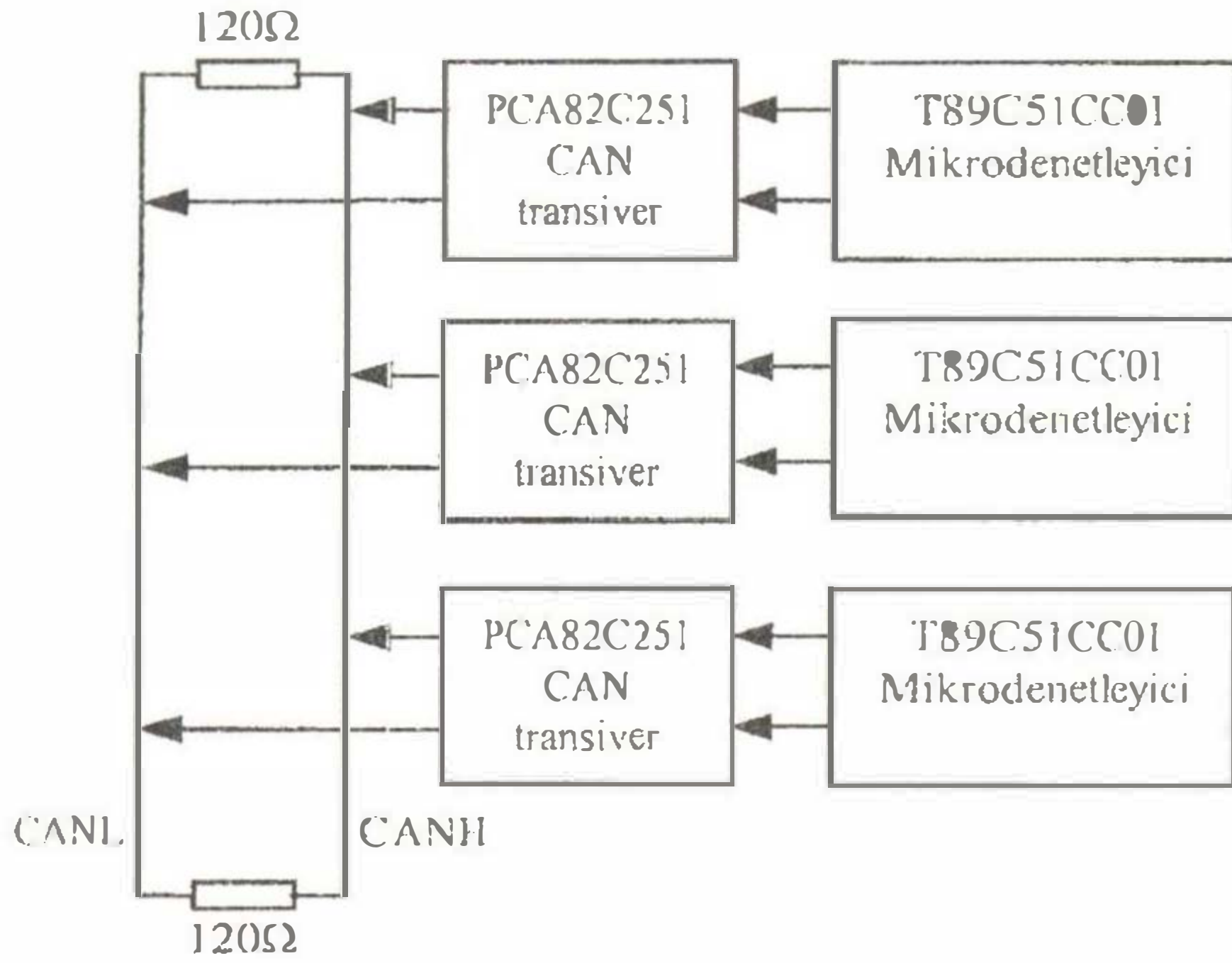


Şekil 1. Standart CAN veri çerçevesi.

**ACK Alanı:** ACK alanı, mesajın alınıp alınmadığı ve herhangi bir hatanın sezilip sezilmediği konularında vericinin bilgilendirilmesine imkan tanır.

**Çerçeve Sonu Alanı:** Her bir veri ve uzak çerçevesi, mesajın sonunu belirten ve birbiri ardına sıralanmış yedi adet '1' seviyeli bit içeren bir çerçeve bit dizisi ile sonlandırılır [2].

## II. CAN DÜĞÜMLERİNİN FİZİKSEL YAPILARI



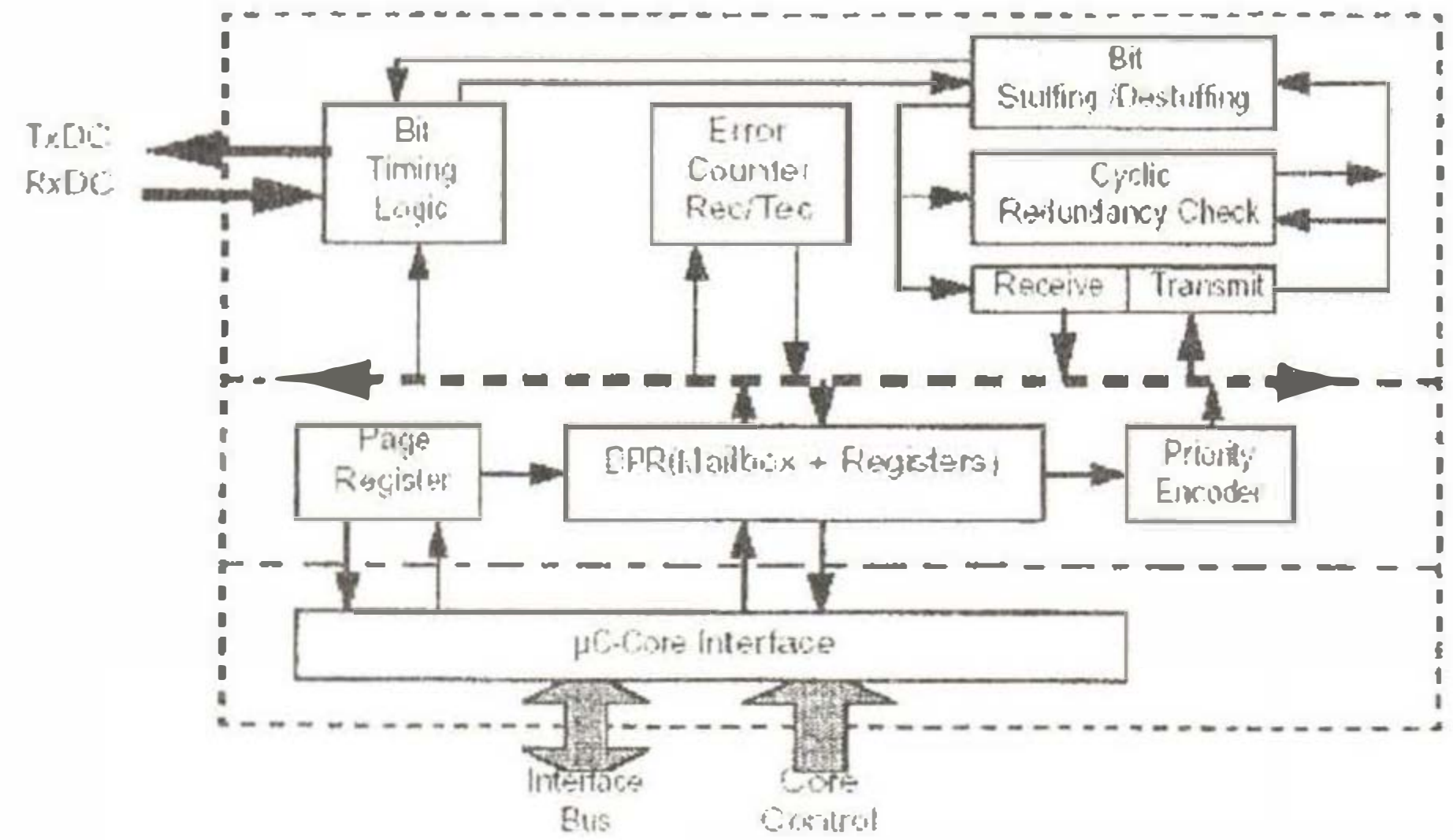
Şekil 2. CAN düğümlerinin fiziksel yapıları.

CAN düğümleri arasındaki kablo bağlantısı CANH ve CANL olarak isimlendirilen iki kablodan oluşur. İlk ve son düğümlerin üzerinde sonlandırıcı olarak 120Ω değerinde bir direnç, CANH ve CANL hatları arasına bağlanır. CAN düğümleri üzerinde Philips firması tarafından üretilen PCA82C251 CAN transiver ve Atmel firması tarafından üretilen T89C51CC01 mikrodenetleyicisi bulunmaktadır. T89C51CC01 mikrodenetleyicisi; içinde CAN kontrolör bulunan 8051 tabanlı bir mikrodenetleyicidir.

## III. ATMEL CAN KONTROLÖRÜN YAPISI VE MESAJ ALMA/MESAJ GÖNDERME İŞLEMLERİ

Atmel CAN kontrolör, BOSCH GmbH tarafından tanımlanan CAN seri haberleşme protokolünü

gerçekleştirmek için istenen bütün özellikleri sağlar [3]. CAN protokolü için tanımlanan iki adet ISO standardı bulunmaktadır: ISO 11898 ve 11519 standartları. ISO 11898 standardı 1 Mbit/s'ye kadar gerçek zaman kontrolüne izin veren yüksek hızlı uygulamalarda kullanılırken, ISO 11519 standardı üst sınırı 125 Kbit/s olan düşük hızlı uygulamalarda kullanılır [1]. CAN kontrolör CAN protokolü tarafından desteklenen bütün çerçeve tiplerini işleyebilir (veri çerçevesi, uzak çerçeve, hata çerçevesi ve aşırı yük çerçevesi) ve 8MHz kristal frekansında 1 Mbit/s bit hızında bu işlemi gerçekleştirir [3].



Şekil 3. Atmel CAN kontrolör blok diyagramı.

Şekil 3'te blok şeması verilen Atmel CAN kontrolörde, birbirinden bağımsız 15 mesaj nesnesi bulunur. Bu 15 mesaj nesnesinin her biri mesaj alma veya gönderme işlemleri için ayrı ayrı programlanabilir. Her bir mesaj nesnesinde gönderilecek mesajın yazıldığı veya alınan mesajın bulunduğu 8 baytlık bir alan ile birlikte alınması istenen veya gönderilecek mesajın tanıtıcı değerinin yazıldığı bir alan bulunur. Bu mesaj nesnelerinin yönetimi sayfalama metodu ile yapılır. CAN kontrolöre erişim SFR'ler (özel fonksiyon kaydedicileri) tarafından sağlanır. Başlıca SFR'ler aşağıda sıralanmaktadır:

- CANPAGE: Mesaj nesnelerinin seçimi için kullanılır.
- CANMSG: Alınan veya gönderilecek mesaj baytlar halinde sırayla bu kaydediciye yazılır.
- CANIDT1-4: Mesaj tanıtıcı değeri bu dört kaydediciye yazılır.
- CANIE1-2: Mesaj nesnelerinin kesme yetkilendirme kaydedicisidir.

- CANCONCH: Seçilen mesajın gönderme veya alma için programlanmasını sağlar. Mesajın DLC değeri de bu kaydedici içerisine yazılarak belirlenir.

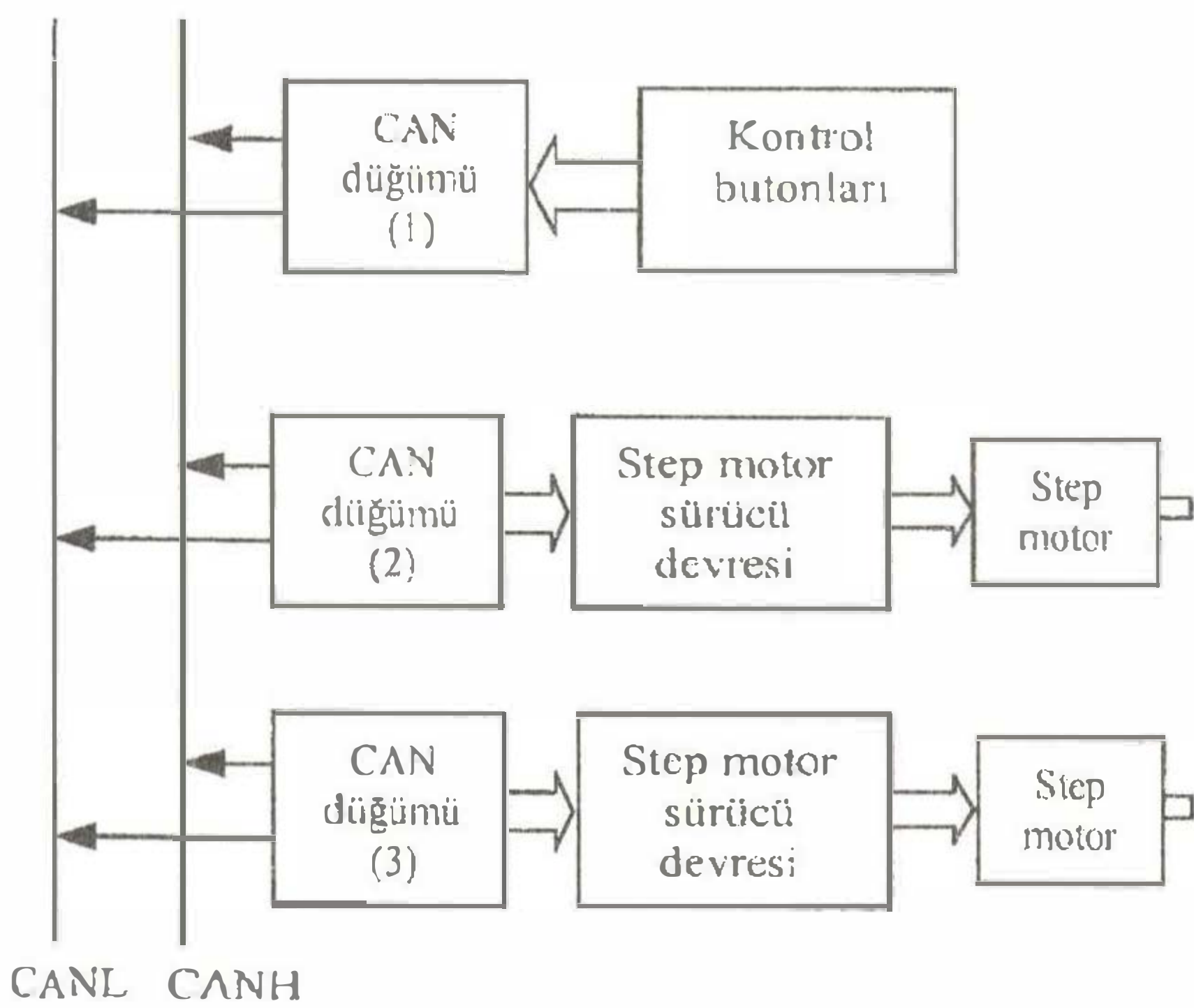
Gönderilen bir mesajı almak için; öncelikle 'CANPAGE' kaydedicisinin içine yazılan değer ile 15 mesaj nesnesinden biri seçilir. 'CANIE1' ve 'CANIE2' kaydedicilerinden seçilen mesaj nesnesinin kesmesi aktif edilir. Daha sonra 'CANIDT' kaydedicilerine alınacak olan mesajın tanıtıcı değeri yazılarak alınacak olan mesaj belirlenir ve 'CANCONCH' kaydedicisine '88h' değeri yazılarak seçili mesaj nesnesi için alma işlemi başlatılır.

Mesaj alındığında oluşan kesme ile, kesme hizmet programında 'CANMSG' kaydedicisinden gelen bilgi okunarak değerlendirilir. Mesaj alma işleminin yeniden başlaması için kesme hizmet programının sonunda 'CANCONCH' kaydedicisine '88h' değeri tekrar yüklenir.

Mesaj gönderme işlemi alma işlemine göre daha basittir. Yine 'CANPAGE' kaydedicisinin içine yazılan değer ile 15 mesaj nesnesinden biri seçilir. 'CANIE1' ve 'CANIE2' kaydedicilerinden seçilen mesaj nesnesinin kesmesi aktif edilir. Daha sonra 'CANMSG' kaydedicisine gönderilmek istenen veri, 'CANIDT' kaydedicilerine mesaj tanıtıcı değeri ve 'CANCONCH' kaydedicisine '48h' değeri yazılarak mesaj gönderilir.

#### IV. STEP MOTOR UYGULAMASI

Tasarlanan sistemde, merkezi bir noktadan iki ayrı step motorun hız ve start/stop kontrolü yapılmaktadır. Birinci düğüm ikinci ve üçüncü düğümlere gönderdiği bilgiler ile düğümlere bağlı olan step motorların kontrolünü gerçekleştirmektedir (Şekil 4). Düğümlere gönderilecek bilgiler kontrol butonları ile

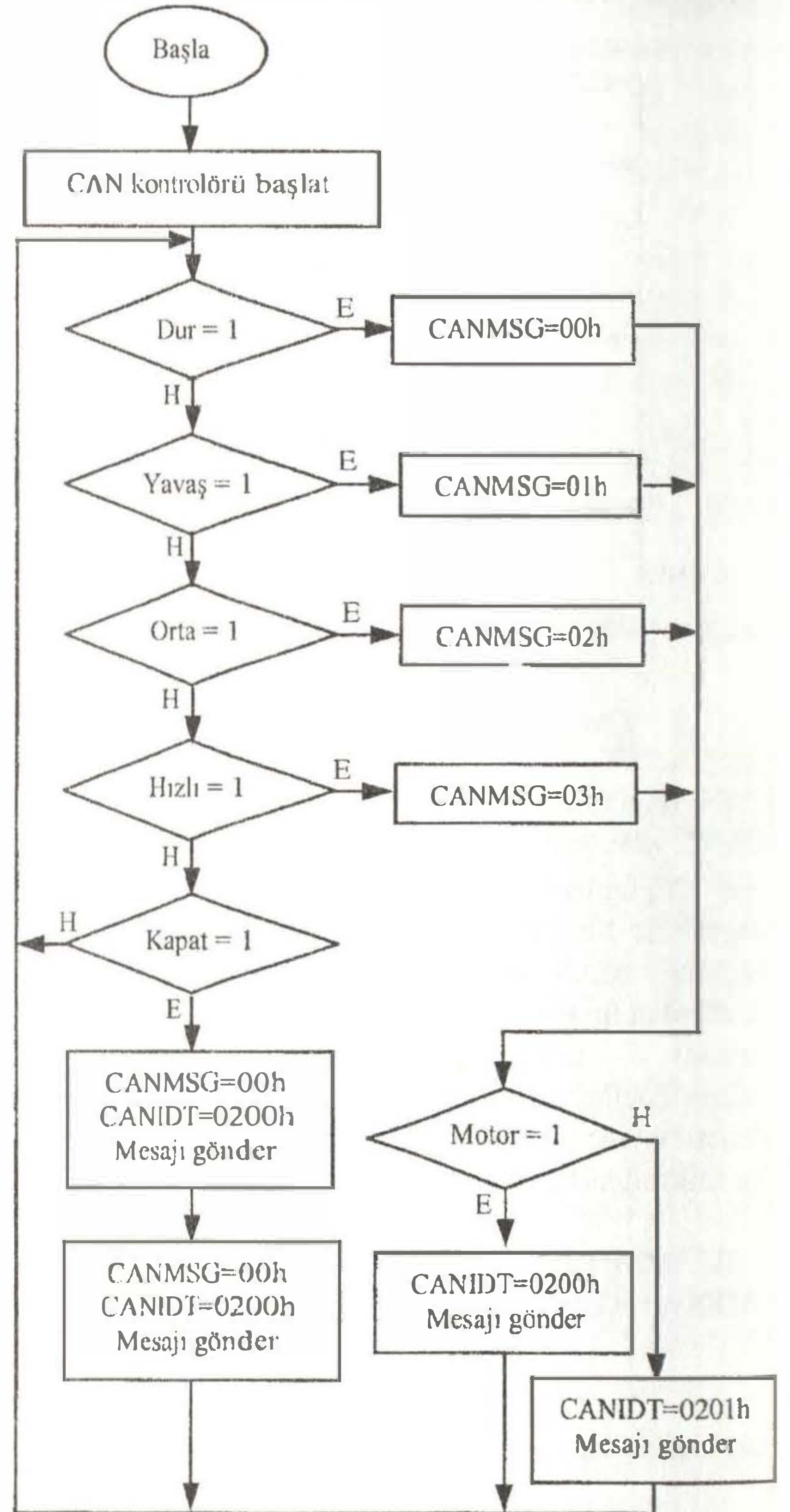


Şekil 4. Step motor kontrol uygulaması blok diyagramı.

belirlenmektedir. Bu sistemde bulunan butonlar ve görevleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- Yavaş butonu (01h): Seçilen motorun yavaş hızda dönmesini sağlar.
- Orta butonu (02h): Seçilen motorun orta hızda dönmesini sağlar.
- Hızlı butonu (03h): Seçilen motorun hızlı dönmesini sağlar.
- Stop butonu (00h): Seçilen motorun durmasını sağlar.
- Motor seçim anahtarı: Yukarıdaki işlemlerin hangi motora uygulanacağını seçer.
- Kapat butonu (00h): Her iki motorunda durmasını sağlar.

Butonların yanında yazan rakamlar işlemin gerçekleştirilmesi için düğümlere gönderilecek olan sayılardır. Düğümler mesajı aldıklarında mesaja gönderilen sayının değerini kontrol ederek motorun



Şekil 5. Birinci düğümde kullanılan programın akış diyagramı.

## V. SONUÇLAR

istenilen hızda dönmesini yada durması işlemini gerçekleştirirler.

Tasarlanan sistemde bulunan ikinci düğüm '0200h' tanıtıcı değere sahip mesajları üçüncü düğüm '0201h' tanıtıcı değere sahip mesajları olarak değerlendirir. Tasarlanan sistemin çalışması için yüklenmesi gereken programın akış şeması Şekil 5'te verilmektedir.

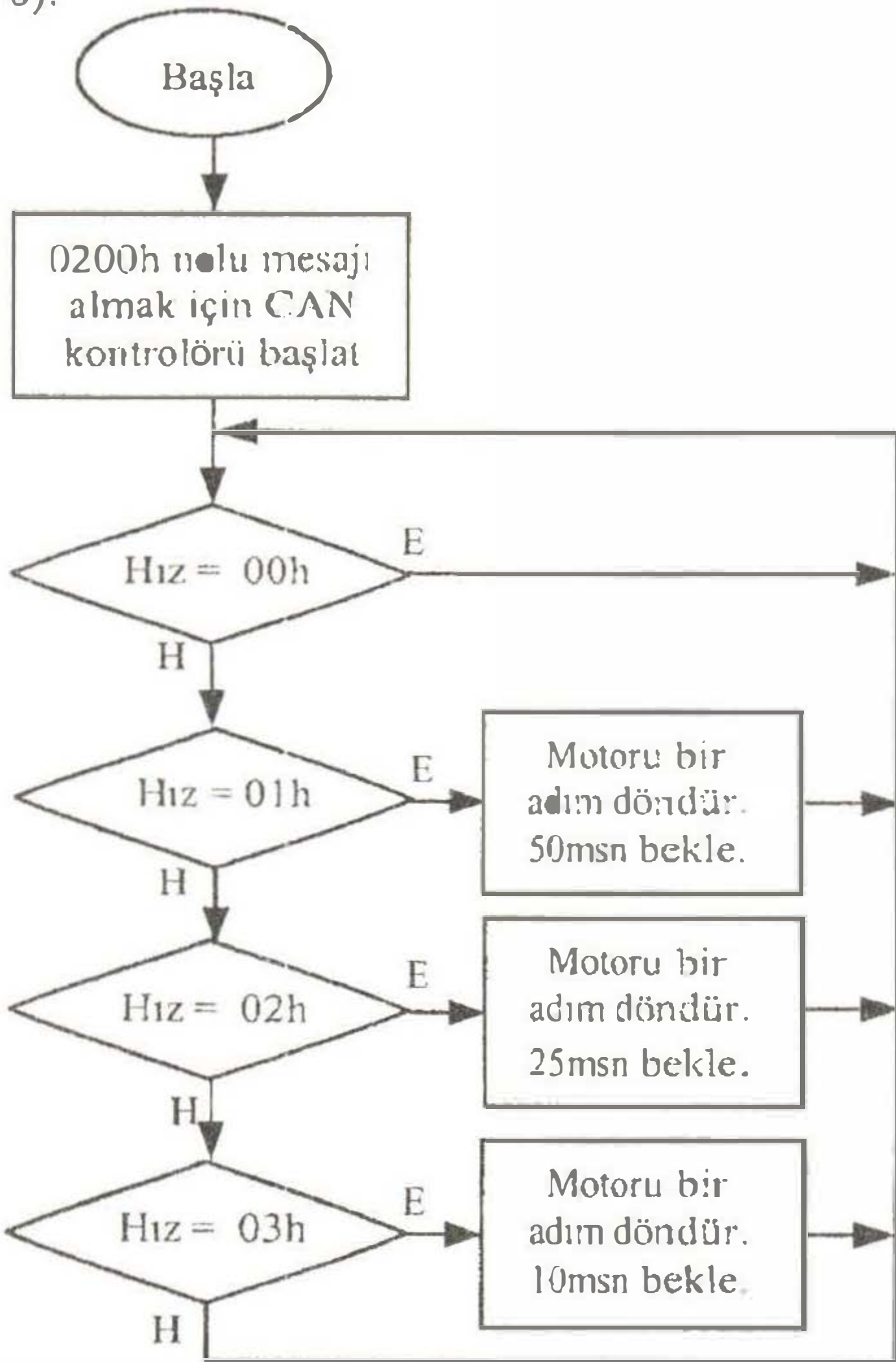
Şekil 4'de blok şeması verilen devrede bulunan birinci düğümdeki mikrodenetleyici, butonların konumunu sürekli olarak kontrol eder. Basılı bir buton tespit ettiğinde, butona karşılık gelen, sayıyı 'CANMSG' kaydedicisine yükler. Birinci düğümdeki mikrodenetleyici ikinci işlem olarak motor seçim anahtarının konumunu kontrol eder ve anahtar kapalı ise '0200h' değerini, anahtar açık ise '0201h' değerini 'CANIDT' kaydedicilerine yükler ve 'CANMSG' kaydedicisi içerisindeki bilgiyi CAN yoluna yerleştirir. İki motorunda durmasını sağlayan kapat butonu düğümlere '00h' değerini göndererek motorların durmasını sağlar (Şekil 5).

İkinci ve üçüncü düğümlerde, birinci düğümden gelen bir mesaj alındığında, kesme oluşur ve kesme hizmet programı devreye girer. Kesme hizmet programı içerisinde birinci düğümden gelen veri 'CANMSG' kaydedicisinden okunarak hız değişkeninin içine yazılır. Ana programda hız değişkeninin aldığı değer sürekli kontrol edilerek motorun istenilen hızda dönmesi sağlanır (Şekil 6).

CAN iletişim protokolü otomobillerde ve endüstride yüksek hız ve güvenlik gerektiren uygulamalarda kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada T89C51CC01 mikrodenetleyicisi ile CAN protokolü ile haberleşme gerçekleştirilmiş ve step motor kontrol uygulaması yapılmıştır. Başlangıçta yalnızca arabalardaki elektronik sistemlerinin kontrolü için tasarlanan CAN protokolünün çok farklı uygulama alanlarında kullanımına, step motor iyi bir örnek olarak görülmektedir. CAN protokolünün özellikle endüstriyel saha alan ağlarında etkin ve yaygın kullanıma sahip olacağı açık bir gerçek olarak görülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] TUNCEL, Sinan, "Denetleyici Alan Ağı Endüstriyel İletişim Protokolünün Eğitim Amaçlı Benzetimi", Doktora Tezi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002
- [2] ÖZÇELİK, İbrahim, "CAN/ATM ve PROFIBUS/ATM Yerel Köprülerinin Tasarımı", Doktora Tezi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002
- [3] T89C51CC01 Teknik Dökümanları, www.atmel.com



Şekil 6. Motorların bulunduğu düğümlerde kullanılan programın akış diyagramı.