

A STUDY ON ASYNCHRONOUS SERIAL COMMUNICATION BETWEEN COMPONENTS IN AUTOMOBILES

Yaşar Güneri ŞAHİN

Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı,
Ankara, TÜRKİYE
e-mail : yagusa2000@yahoo.com

ABSTRACT

In connection with the developments in the automobile sector, the number of in-automobile components, the amount of cable used for providing in-automobile communication between these components and costs are increased gradually. In this study, a method is presented in which asynchronous serial connection is used for decreasing the initial and maintenance costs by means of decreasing the amount of cables used in middle and lower class automobiles. The electronic circuits required to establish asynchronous serial connection type and communication protocol has been developed and the differences between the types of cables and the standards of serial communication are investigated in order to show their advantages and disadvantages.

Key Words: Automobile, serial communication, cable, component

OTOMOBİL İÇİ BİLEŞENLER ARASI TEK KABLOLU ASENKRON SERİ İLETİŞİM ÜZERİNDE BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Otomobil sektörünün gelişmesine bağlı olarak, otomobil içi bileşen sayısı ve bu bileşenlerle yapılan iletişim için kullanılan kablo miktarı ve maliyetleri artmıştır. Bu çalışmada, otomobil içi bileşenleri arasında asenkron seri iletişim kurularak, orta ve daha düşük sınıf (segment) otomobillerde kullanılan kablo miktarının azaltılması ve buna bağlı başlangıç ve bakım onarım maliyetlerinin düşürülmesi için kullanılabilir bir yöntem sunulmuştur. Bileşenler arası asenkron tipi seri iletişim kurulabilmesi için gerekli elektronik devreler ve iletişim protokolü geliştirilmiş ve bu iletişim için kullanılabilir kablo tipleri ve seri iletişim standartları arasındaki farklar incelenerek avantajları ve dezavantajları sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Otomobil, seri iletişim, kablo, bileşen

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak otomobil sektöründe ileri teknoloji ürünlerinin kullanımı ve bu ürünlerin kullanımıyla, yolcu konforunun artırılmasından – yakıt tasarrufuna kadar bir çok yenilik yapılmıştır. Bu yeniliklerden biriside, otomobil içinde kullanılmak üzere geliştirilen bileşenlerin bir çoğunun elektrikle çalışmasıdır. Elektrikli koltuklardan – elektrikli aktarım elemanlarına, elektronik klimadan – gelişmiş müzik sistemlerine kadar bir çok bileşenin kullanımı, bu bileşenlerin kumanda edilmesi için, basit açma kapama sistemi yerine yeni bir iletişim sistemi kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Birbirleriyle ilişkili olarak çalışan bileşenlerin kumanda edilmesi ve uyumlu bir ilişkisel düzen içinde iletişimin elde edilebilmesi, kumanda sisteminin etkin bir şekilde çalışmasına bağlıdır. İlişkisel bileşenlerin veya bileşen kümelerinin birbirleriyle uyumlu çalışabilmesi aralarındaki bağlantı şeması ile de

1. INTRODUCTION

In connection with the developments in technology and by means of using high-tech products, a series of innovations, from increasing passenger comfort to the economy in fuel consumption have been introduced in the automobile sector. Among those innovations is the operation of many of the in-automobile components with electricity. Using various components operating with electricity including electricity seats, electronic conditioners, electricity transferring units and hi-tech sound systems, have made it necessary to use new communications systems instead of simple systems for opening and closing.

Commanding the components working in connection with each other and obtaining a connection in a harmonious relational environment is dependent on the effective operation of the command system. The harmonious operation of the relational components and component sets is also related to the connection scheme. Figure 1.1 is

ilgilidir. Şekil 1.1 de ilişkisel bileşen sayısı ile orantılı olarak, muhtemel bağlantı sayıları gösterilmiştir. Şekilde görülebileceği gibi ilişkisel bileşen sayısının artmasıyla oluşan muhtemel bağlantı sayısı artmakta ve bu bağlantılar için kullanılacak kablo miktarı da artış göstermektedir. Günümüzde, üretilen otomobillerde biriyle ilişkili bileşen sayısının kullanımının arttığı düşünüldüğünde, ortaya çıkan bağlantı ve kablo maliyeti buna bağlı olarak artmaktadır. Bu yüksek maliyetin düşürülmesi ve daha kullanışlı bir iletişim için bir çok araştırma yapılmıştır (1).

Günümüzde, otomobil içi artık bir bilgisayar gibi düşünölmeye başlanmış ve bir ağ yapısı oluşturularak, otomobil içinde bulunan bileşenlerin birbirleriyle yada ana kumanda paneliyle iletişimi için bu alt yapının kullanılması yaygınlaşmaya başlamıştır. Böylelikle bir ağ yapısı altında sayısal iletişim kurularak bileşenlerin daha sağlıklı çalışması, ileriye dönük bileşen ekleme esnekliği ve karmaşıklığın ortadan kaldırılması hedeflenmiştir (2).

Diğer bir yandan, otomobil üreticilerden bazıları gerilimi artırarak kablo içinden geçen akımın azalması ve kullanılan kablonun kesitinin düşmesi prensibinden yola çıkarak geleneksel 12 volt araç içi elektrik kullanımı yerine 42 volt kullanımını uygulamaya çalışmışlardır (3,4,5). Bazı çalışmalarda ise, kullanılan bileşen kümelerine göre değişik kablo kullanımını ile, kablo miktarı azaltılmaya çalışılmıştır (6). Bunlara ek olarak otomobil yan sanayi üreticilerinden bazıları, otomobil içi iletişim için optik iletişim ve kablosuz iletişim üzerinde çalışmaları yapmışlardır (7).

showing the number of possible connections proportionally related to the number of relational components. As it can be seen from the figure; according to the increase in the number of relational components, the number of possible connections increases together with the amount of cable used for these connections. Considering the increase in the usage of components connected with each other, it can be seen that the cost of cables and connections are also increasing accordingly. Several researches have been conducted in order to decrease this cost and to provide a more efficient communication (1).

Nowadays, regarding the in-automobile environment as a computer and a network structure is established which becomes prevailing to use this network structure in the communication of in-automobile devices between each other and with main control panel. Thus, it was aimed to provide more efficient operation of components under a network structure with using digital communication. This was also planned to eliminate the complexity and provide flexibility for adding new components in the future (2).

On the other hand, some automobile producers tried to use 42 volt for in-vehicle electricity instead of traditional 12 volt. This was primarily derived from the idea of the decrease of the current and the cable cross-section by increasing the voltage (3, 4, and 5). In some other studies, the amount of cable used were tried to be decreased by using different types of cable according to the component sets (6). In addition, some of the automobile subsidiary industrialists carried out some studies on optical and wireless communication for in-automobile communication (7).

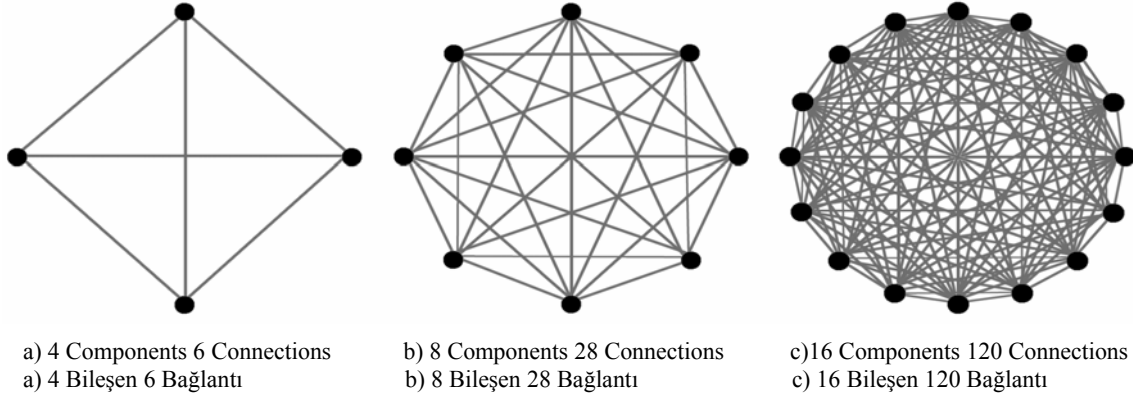


Figure 1.1. Possible connection counts according to component count in an automobile

Şekil 1.1. Otomobil içinde kullanılan bileşen sayısına göre muhtemel iç bağlantı şemaları

Otomobil içinin bir bilgisayar gibi düşünölməsi ve bileşenlerin, bilgisayar sistemlerinin birbirleri arasında iletişim kurmak için kullandıkları ağ topolojilerinin (token-ring) otomobillerde kullanımını büyük kolaylık sağlamıştır. Böylelikle, tek bir kablonun bileşenleri birbirlerine bağlayarak iletişim kurulması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın sonucu olarak da kullanılan kablo miktarında büyük bir düşüş bu düşüşe bağlı olarak kablo maliyetinde büyük bir azalma hedeflenmiştir.

Bu çalışmada, ağ yapısı oluşturularak tek kablo kullanımının getirdiği yenilikler ve kullanılan kablo cinsine

Regarding the in-automobile environment as a computer and the usage of network topologies (token-ring) that computer systems use to communicate between each other have provided a real easiness for in-automobile communication. Thus, communication is tried to be established by connecting the components of a single cable to each other. As a result of this study, a great reduction is aimed in the cable expenses due to the decrease in amount of cable used.

In this study, the innovations brought by the usage of single cable by establishing a network structure and

göre ortaya çıkan sorunlar incelenmiş ve bu sorunlara öneriler getirilmeye çalışılmıştır. Bunlara ek olarak, alt-orta ve orta sınıf otomobillerde tek kablo üzerinden iletişim kurabilmek için kullanılabilir basit, ucuz bir iletişim şeması ve protokolü önerilmiştir.

2. OTOMOBİL İÇİ İLETİŞİM

Otomobil içi iletişim, otomobillerin üretim sürecinde bir çok değişime uğramış ve son teknolojiyle, araç içinde basit aygıt kumanda (açma/kapama) mantığından uzaklaşarak, yol tutuş özelliklerinden – frenlemeye, klimadan – yağmur duyarlı sileceklere kadar bir çok bileşenlerden anlamlı verilerin elde edildiği ve bu verileri değerlendirerek duruma göre yapılması gerekenler belirlendiği bir hal almıştır. Bunlara ek olarak, otomobil içinde sıkça kullanılmaya başlanan çoklu ortam aygıtları (DVD, TV, Navigasyon sistemleri vs.) arasında da yeni bir iletişim şeklinin geliştirilmesi ve bu aygıtlarla sürücü ve yolcu arasındaki ara yüzlerin bir bilgisayar gibi çalıştırılması ortaya çıkmıştır. Böylece, bileşen kümelerine göre ağ oluşturma ve kablo kullanımı en uygun çözüm olarak sunulmuştur.

problems arise due to the type of cable used are investigated and some recommendations are tried to be made for preventing those problems. In addition, a simple and cheap communication scheme and protocol, which can be used in low-middle and middle-class automobiles, are also recommended.

2. IN-AUTOMOBILE COMMUNICATION

In-automobile communication has undergone great changes in the course of automobile production. It has gone away from the simple device command understanding (open/close) and turned into something in which meaningful data that is gathered from various components including conditioners, breakings and sensitive windshield wipers, is evaluated and then the necessary operation is decided accordingly. In addition to them, a new communication form appeared between the multimedia devices as DVDs, TVs and navigation systems, which have reached widespread usage. The interaction between these devices and driver is also provided via an interface between the driver and devices as it is in computers. As a consequence, the usage of different cables according to the component sets is proposed as the best solution for cable use.

Table 2.1. In-Automobile hardware groups
Çizelge 2.1. Otomobil içi donanım grupları

In-Automobile hardware groups (component sets)/Otomobil içi donanım (bileşen kümeleri) grupları		
Security/Güvenlik donanımları	Motor/Motor donanımları	Comfort/Konfor donanımları
ABS and Breaking systems/ ABS ve Fren sistemi	Motor actions sensors/ Motor hareket duyargaları	Multimedia devices (Radio, TV, DVD, Navigation, etc.)/ Çoklu ortam aygıtları (Radyo, TV, DVD, Navigasyon, vs.)
Air bags/ Hava yastıkları	High temperature components/ Yüksek ısı elemanları	Inside lighting/ İç aydınlatma
Seat belt/ Emniyet kemerleri	Fuel economy systems/ Yakıt tasarruf sistemleri	Electricity seats/ Elektrikli koltuklar
Cruise control components/ Hız kontrol bileşenleri	Transmission equipments/ Hareket aktarma organları	Control panel/ Kumanda paneli
Steering, path controls/ Direksiyon, araç yön kumandaları	Tire Pressure Control/ Lastik basınç duyargaları	Air condition, air freshener/ Klima ve havalandırma
Outside Lighting/ Dış aydınlatma	Motor security sensors/ Motor güvenlik duyargaları	Electricity door, window and ring/ Elektrikli Kapı, cam ve aynalar
Others (ESR, ASC, etc)/ Diğer (ESR, ASC, vs)	Suspension system/ Süspansiyon sistemi	Sunroof/ Açılır tavan
	Other/Diğer	Other/Diğer

Otomobil içinde kullanılan iletişim, bileşen kümeleriyle birlikte, otomobilin ait olduğu sınıfa, kullanılan donanımın yerine ve amacına göre gruplandırılmalı, kullanılacak iletişim biçimi bu gruplandırmaya göre yapılmalıdır.

Çizelge 2.1. de yer alan otomobil içi donanım grupları verilmiştir. Bu gruplarda kullanılacak iletişim yöntemleri donanımın amacına göre belirlenmelidir. Eğer güvenlikle ilgili bir donanım kümesi (fren sistemi, hava yastıkları, vs) iletişimi söz konusu ise, mutlaka iletişimin hızlı yapılabileceği ve dış etkenlerden en az etkilenen bir yöntem seçilmelidir. Aynı zamanda, tek bir iletişim protokolü üzerinden hem güvenlik donanımları hem de konfor donanımlarının iletişiminin, güvenliği tehlikeye yol açabilecek gecikmeler olasılığı yüzünden gerçekleştirilmemesine dikkat edilmelidir. Her bileşen

The communication system and the component sets used in automobile should be grouped according to the class of the automobile and to the location and the aim of the hardware that is used. The communication form to be used should also be arranged according to these groupings.

The hardware groupings that are used in automobile are shown in Table 2.1. The methods of communication to be used should be determined according to the aim the hardware is designed for. If the hardware set to be considered is related to a security issue (as break system, airbags, etc.) then a method by means of which the communication can be carried out faster which also do not interferes with external factors should be chosen. At the same time, because of possible delays that could be caused by interferences, it should be avoided to carry out

kümesi için ayrı bir iletişim protokolü yada iletişim tekniğinin kullanılması en uygun yöntem olacaktır.

Bunlara ek olarak, otomobilin ait olduğu sınıf da (segment) kullanılacak iletişim yöntemi için önemlidir. Otomobilin ait olduğu sınıfa göre kullanılan malzeme, işçilik kalitesi, maliyet ve konfor önceliği değişiklik gösterdiği için kullanılacak iletişim sistemi ve kablo cinsi de değişiklik göstermektedir. Şekil 2.1 de otomobillerin ait oldukları sınıflara göre yaklaşık maliyetlerini gösterir grafik verilmiştir. Bu grafikte gösterilen maliyetin artması, otomobile ait kullanılan malzeme, işçilik kalitesi ve otomobil içinde bulunan bileşenlerin sayısı ile ilgilidir. Yüksek sınıflarda kullanılacak iletişim ile orta sınıflarda kullanılacak iletişim şekli bir çok değişiklik gösterebilmektedir. Örnek olarak, üst sınıf otomobillerde kalite ve konfor, maliyetten daha öncelikli olduğu ve iletişim maliyetinin çok önem arz etmemesi nedeniyle, pahalı bir yöntem olan optik kablo kullanımı veya kablosuz iletişim yöntemlerinden birinin kullanımı maliyet açısından sorun olmayacaktır.

Orta ve daha düşük sınıflara ait otomobillerde bu maliyet öncelikli olarak ele alınacak bir durum olduğu için, kullanılacak iletişim buna göre seçilmelidir. Orta ve daha düşük sınıf otomobiller için, optik kablo ile yapılabilecek bir iletişim seçeneği yerine çok daha ucuz olan bakır kablo kullanımı ile seri (serial communication) iletişim kullanılmalıdır.

the communication with a single communication protocol used both for security hardware and hardware for convenience. The most appropriate way would be to use a different communication protocol or communication technique for each set of components.

In addition, the class that the car is belonging is also important for the selection of communication method. Since the material used for the automobile, the quality of workmanship, the priority among the cost and the comfort changes according to the class the automobile is belonging to, then the communication system and the type of cable to be used also changes accordingly. Approximate costs for the automobiles according to the class they belong are shown with a graph in Figure 2.1. Increasing of the costs showing in the graph is related to the material used for the automobile, the quality of the workmanship and the number of components in automobile. There could be significant differences between the communication systems that are used in middle-class automobiles and the systems that are used in high-class automobiles. For instance, because of the priority of comfort and quality in high-class cars, expensive methods of communications like using optic cable and wireless communication techniques will create no problem in these automobiles.

On the other hand, because of the importance of the cost in middle and lower class automobiles, the communication to be used should be chose accordingly. For the middle and lower class automobiles, Instead of the communication that will be carried out by optic cable, serial communication with cheaper copper cable should be chose for the communication system.

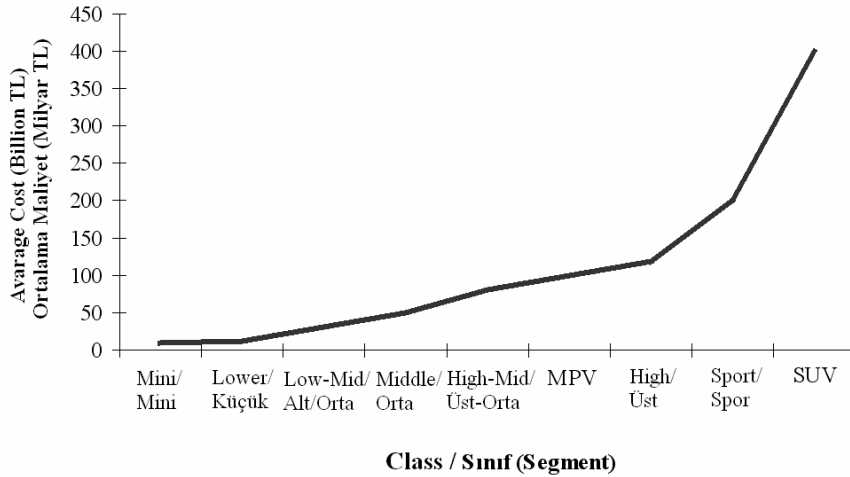


Figure 2.1. Approximate automobile costs according to its class

Şekil 2.1. Sınıflarına göre otomobil yaklaşık maliyetleri

2.1 Geleneksel Orta ve Daha Düşük Sınıf Otomobil İçi İletişim

Geleneksel otomobil içi iletişim, araç içinde kullanılan aygıtlar yerel yada ana kumanda arasındaki bağlantıların ayrı kablo kullanılarak yapıldığı iletişim

2.1 Traditional In-Automobile Communication For Middle And Lower Class Automobiles

Traditional in-automobile communication is a communication form in which the connection between in-automobile devices or between these devices and the main

şeklidir. Şekil 2.2. de basit bir otomobil aydınlatma şeması görülmektedir. Şekilde, sadece aydınlatma elemanları için bile bir çok bağlantının, ayrı kablo ile yapıldığı görülmektedir. Bu şemanın sadece aydınlatma gibi basit bir sistem için olduğu düşünülürse, fren sistemi, otomatik klima, hava yastığı ve yol tutuş sistemi gibi bazı gelişmiş teknolojik bileşenler için kullanılacak bağlantıların otomobil içinde ne kadar büyük bir kablo karmaşası yaratacağı daha kolay anlaşılacaktır.

Kullanılan kablo yoğunluğunu artması, hem maliyet, hem üretim hem de bakım ve onarım sürecinde bir çok olumsuz durum ortaya çıkarmaktadır. Özellikle, bakım onarım sırasında kablo ve kablo bağlantı elemanlarının arızalarının tespitinde bir çok zorlukla karşılaşmaktadır. Kimi durumlarda yanlış yapılan bir bağlantı ile istenmeyen ve hayati durumlar ortaya çıkabilmektedir. Buna karşın, geleneksel yöntemle uygulanan üretilmiş araçların onarımı, küçük işletmelerce çoğu kez halledilebilmekte ve onarım maliyeti küçük boyutlarda kalmaktadır. Ancak asıl amacın, teknolojinin gelişmesine uygun olarak otomobil üretmek olduğu düşünülürse, teknolojinin getirdiği bu tip bazı dezavantajları da gözle almak gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

control power is carried out by means of separate cables. A simple automobile illumination can be seen from the Figure 2.2. From the figure it can be seen that even for the illumination equipment there used various separate cables for connections. When we consider that this schema is just for a simple system like illumination then it would be easier for us to understand the complexity of cables that would be created by high-tech components as breaking system, automatic conditioner, air bags and suspension system.

The increase in the intensity of the cables used increases the cost and have a negative impact on maintenance process. Especially during the maintenance period, many difficulties could be encountered in the determination of defects of cables and cable connection equipments. In some cases an incorrect connection could be resulted in serious unwanted situations. On the contrary, the cars produced with traditional methods could be repaired by small enterprises for small prices. However, since the real aim is to produce automobiles in which the latest technological developments are used then it arises the fact that we have to venture some disadvantages brought by technology itself.

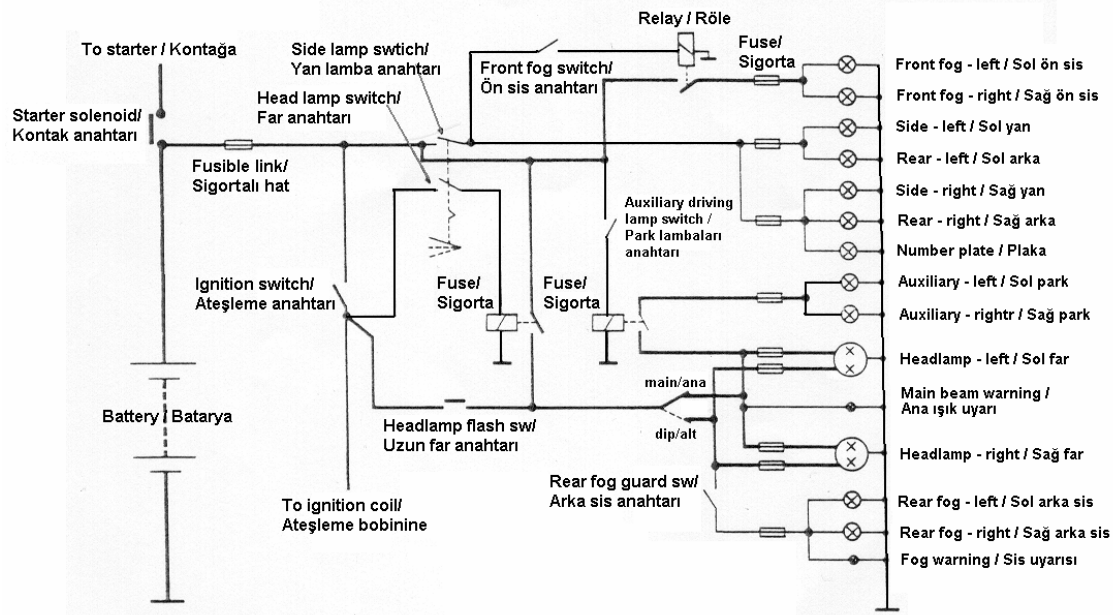


Figure 2.2. Sample traditional in-automobile outside lighting scheme (8)

Şekil 2.2. Geleneksel otomobil içi aydınlatma şeması örneği (8)

2.2 Otomobil İçi Tek Kablolu Seri İletişim

Otomobil içi tek kablolu seri iletişim, otomobil içinde kullanılan bileşenlerin, kümesel kumandalar yada bir ana kumanda tarafından bir çift (veri alımı ve gönderimi için) kablo ile birbirleriyle haberleştikleri iletişim şeklidir. Bileşenlerin tek ve kaliteli bir kablo ile (fiber, bakır yada değerli metal kablolar) birbirlerine ve kumanda panellerine bağlantı yapıldığı bu tip iletişim yöntemi, hem üretim sürecini kısaltmakta, hem maliyeti azaltmakta hem de bakım onarım sürecinde arızanın çok kolay tespit edilerek kaynağa çok çabuk ulaşılmasını sağlamaktadır.

2.2 In-automobile Serial Communication With A Single Cable

In-automobile serial communication with a single cable, is a type of communication in which the in-automobile components are communicated with each other through a couple of cables (for data exchange) or by command sets. This type of communication in which the components are connected to each other with a single and qualified cable (fiber copper or precious metal cables), makes it so easy to determine the location of defects and decreases the cost by decreasing the

Uygulanacak asenkron (asynchronous) seri iletişim için kullanılacak iki kablo türü vardır. Bunlardan birisi fiber optik, diğeri ise metal (bakır) kablodur. Bu iki tür kablo kullanımı arasındaki seçim, iletişim için kullanılacak diğer ekipmanları, maliyeti ve iletişim hızını etkileyeceği için, otomobilin ait olduğu sınıf ve donanım şekli de göze önüne alınmalı, seçim tüm bu bilgilere göre yapılmalıdır.

2.3. Otomobil içi iletişim için fiber optik kablo ve bakır kablo karşılaştırması

Fiber optik kablo ve bakır kablo kullanımı kullanım amacına göre bazı avantajlar ve dezavantajlara sahiptir. Bu avantaj ve dezavantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Fiber optik kablo ile yapılacak iletişim 10 GB/s gibi son derece hızlı iletişimidir. Buna rağmen bakır kablo iletişim hızı 10 KB/s – 10 MB/s arasında fiber optik kabloya göre düşük bir hızdır (9).
- Fiber optik kablo ile yapılacak bağlantı sinyal mesafesi bakır kablo iletişimine göre çok daha uzundur (Fiber:2000 metre, Bakır:100 Metre).
- Bakır kablolar, basit ek yöntemleri ile birbirlerine bağlanabilmesine rağmen, fiber optik kablolar, gelişmiş cihazlarla ve bağlantı elemanları kullanılarak ek yapıma ve sonlandırılma zorunluluğuna sahiptir.
- Fiber optik kablolar, küçük kaza durumlarında bile kırılma ve iletişimin kopması gibi tehlikelere sahiptir. Buna rağmen bakır kablolarda kırılma söz konusu değildir.
- Fiber optik kablo kendi maliyeti bakır kabloya göre çok daha fazladır.
- Fiber optik kablo iletişimi için kullanılacak ekipmanların maliyeti, bakır kablo ile yapılacak iletişimdeki ekipmanlara göre yüksek maliyete sahiptir.
- Fiber optik kablo işçiliği uzmanlık gerektiren bir iş olduğu için, küçük iletişim kopuklukları için bile, büyük onarım gereçlerine ihtiyaç duyarlar. Bakır kablolarda oluşabilecek kesintiler, basit şekilde halledilebilecektir. Böylelikle bakım ve onarım için gerekli maliyet bakır kablolarda fiber optik kabloya oranla daha düşüktür.

Yukarıda sıralanan özellikler dikkate alındığında, orta ve daha düşük sınıf otomobillerde araç içi iletişim için, bakır kabloların kullanımı ile büyük tasarruf sağlanacaktır. Bakır kablo kullanarak, uygulanabilecek otomobil içi seri iletişim hem kablo karışıklığını ortadan kaldıracak hem maliyeti azaltacak hem de gelişmiş teknolojinin kullanımı ile otomobil iletişimini modern bir hale getirecektir.

period of time required for production.

There are two types of cables that can be used for asynchronous serial communication. One of them is fiber optical cable and the other is copper cable. The selection between two types of cables should be made according to the class that the automobile is belonging and to the hardware used in the automobile since it would effect the other equipments, the connection speed and the cost.

2.3. Comparison Between Fiber Optical Cables And Copper Cables For In-automobile Communication

Both fiber optic cables and copper cables provide some advantages as well as some disadvantages regarding the goal they are used for. These advantages and disadvantages could be listed as follow:

- The signal transmission to e done by fiber optic cable is a very high speed communication as 10 GB/s. On the other hand the speed of communication is as low as between 10 KB/s – 10 MB/s in copper cables when compared with fiber optic cables (9).
- The connection signal span is much longer with fiber optic cables when it is compared with the signal transmission with copper cable (For fiber cable: 2000 meters, for copper cable: 100 meters).
- Although copper cables can be connected to each other with simple methods, high-tech devices and connection equipments are needed for connecting fiber optic cables to each other.
- Fiber optic cables are vulnerable to breaking and connection cuts in small accidental situations. On the other hand copper cables are not easily broken.
- Fiber optic cables costs far more than copper cables.
- Costs of the equipment using for the communication with fiber optic cables are more than those using for communication with copper cables.
- Since, fiber optic cables requires high profession and requires large equipments for repairing them, it costs more to maintain even in small connection cuts. Connection cuts that can be encountered in copper cables can be maintained easily. Therefore, copper cable costs much less to maintain.

When the specifications listed above were taken into consideration, employing copper cables will contribute to economy in middle and lower class automobiles. By means of copper cables the cable disorders would be eliminated with using in-automobile serial communication. This also in turn would decrease the cost and in automobile would become modern with using high technology.

3. OTOMOBİL İÇİ TOKEN RING TİPİ ASENKRON SERİ İLETİŞİM

Token ring tipi asenkron seri iletişim, bilgisayar sistemleri için geliştirilmiş ve bu sistemler dışında da bir çok değişik alanda kullanılmıştır. Bu bölümde, orta ve daha düşük sınıf otomobiller içinde kullanılabilecek basit ancak ucuz ve etkin bir seri iletişim yöntemi sunulmuştur.

Şekil 3.1 de token ring tipi asenkron iletişim için kullanılabilecek aydınlatma şeması blok diyagramı görülmektedir. Şekilde görüldüğü üzere, tüm aygıtlar birbirine paralel olarak bağlanmış ve iletişim derleyici birimi (compiler) tarafından organize edilmektedir. Sistemin çalışma prensibi oldukça basittir: Sisteme bağlı tüm aygıtlar, birbirleriyle yada ana derleyici ile sayısal olarak veri alma ve gönderme (receive "RX" ve transmit "TX") işlemini bir çift kablo üzerinden gerçekleştirirler. Örneğin aydınlatma devresinde bulunan ön farları açmak için, far açma kapama düğmesi tarafından derleyiciye sinyal gönderilir, bu sinyal derleyici tarafından çözülerek geliş yeri ve gidiş yeri bilgileri belirlenerek ilgili birim olan ön farlara ulaştırılarak yanmalarını sağlar (10).

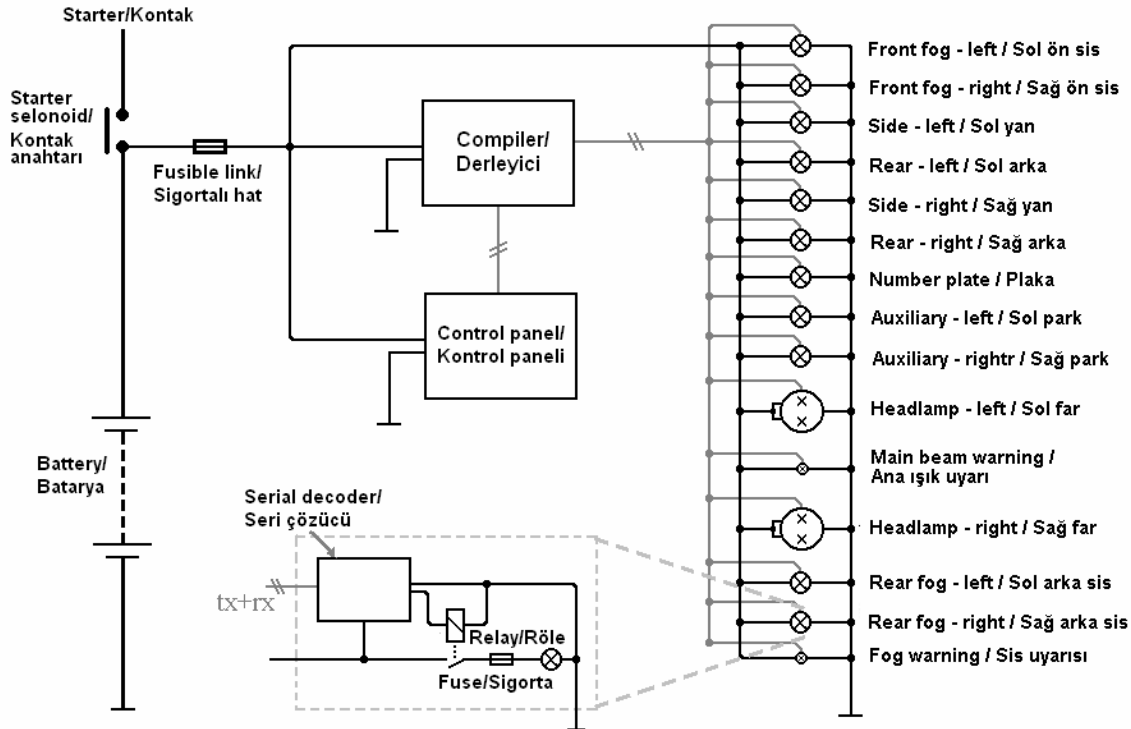


Figure 3.1. Sample in-automobile outside lighting scheme with Single (copper) cable
Şekil 3.1. Tek kablo ile otomobil aydınlatma seri iletişim şeması örneği

Sistem iki ana parçadan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, derleyici diğeri ise veri gönderme ve alma işlemi için kullanılan RS422 yada RS232 standartlarına uygun seri çözücüdür. Her bileşen kümesi için (aydınlatma, koltuk ayarları, ön panel bileşenleri, vs.) ayrı derleyici kullanılabileceği gibi bir adet ana derleyici ile de bu işlem

3. TOKEN RING TYPE ASYNCHRONOUS SERIAL COMMUNICATION IN AUTOMOBILE

Token Ring type asynchronous serial communication has been developed for computer systems and has also been used in various fields other than computer systems. In this section of this paper, a cheap and simple communication method is presented, which can be used in middle and lower class automobiles.

In figure 3.1 a block diagram can be seen showing an illumination scheme that can be used in token ring type asynchronous communication. As it can be seen from the figure all devices were connected to each other with parallel connection and organized by a communication compiler unit. The operation principle of the system is so simple: all devices that are connected to the system, conduct the operation of data exchange (receive "RX" and transmit "TX") between each other or between them and main compiler via a couple of cable digitally. For example, in order to open the headlight, which lies within the illumination circuit, a signal is transmitting from the opening button to the compiler; this signal after being decoded by signal compiler is transmitting to the headlight, which is here the target unit (10).

The system is composed of two main sections. One of them is the compiler and the other is serial decoder which fit to RS422 and RS232 standards and which is used for data exchange. As a separate compile could be used for each component set (illumination, seat adjustments, front panel components, etc.), one main

gerçekleştirilebilmektedir. Bununla birlikte sistem içinde kullanılan tüm bileşenlere bir adet seri çözücü devre bağlanmalıdır. Oldukça küçük boyutlardaki seri çözücüler, amaca göre içlerinde ek ekipmanlar (Örneğin aydınlatma için röle, duyargalar için algılayıcı parçalar) sayesinde açma kapama işlemi yada anlamlı bilgileri elde etmek için kullanılabilirler.

Sistemde kullanılacak iletişim standardının seçimi, otomobil içinde kullanılacak bileşen sayısı ve bu bileşenler için kullanılacak kablo uzunluğu ile ilgilidir. Burada en büyük sorunlardan birisi RS-232C standardının yüksek hızlarda kullanılamaz olması (250 kbit/s den çok) , orta hızlarda ise (9,6 – 64 kbit/s) iletişimin yapılabileceği azami mesafenin kısa olmasıdır. Seri iletişim için kullanılacak standart bu durumlar göze önüne alınarak seçilmelidir.

Table 3.1. Maximum cable lengths according to serial communication standards (11)
Çizelge 3.1. Seri iletişim standartlarında hıza göre azami kablo mesafeleri (11)

DTE Data Speed/DTE Veri Hızı [kbit/s]	Maximum cable length (meter)/ Azami Kablo uzunluğu (metre)			
	RS232C	V.35	RS449/422	RS530/422
56 - 64	4	1 200	1 200	1 200
224 - 256	None	1 050	510	510
896 - 1024	None	510	105	105

Not : RS232C can not be used higher than 64 kbit/s / RS232 64 kbit/s den fazla hızda kullanılamaz

Çizelge 3.1 de seri iletişim için kullanılabilir azami kablo mesafeleri verilmiştir. Bu şekilde de görülebileceği gibi RS422 standardı RS232C standardına göre çok daha yüksek hızlarda ve uzun mesafelerde kullanılabilir bir standarttır. Bunlara ek olarak EIA RS-423A standardı da bu işlem için kullanılabilir. Ancak RS423A standardı ile 100 kbit/s hızda 10 metre ile sınırlı iletişim kurulabilirken, aynı hızda RS422 standardı ile 1 200 metre mesafe ile iletişim kurulabilmektedir. Otomobil içinde kullanılacak bileşen ve bu bileşenlerin tümüne ulaşabilecek kablo uzunluğu hesaplandıktan sonra kullanılabilir hız ve mesafe çok daha belirgin olacaktır (11,12).

3.1. İletişim Protokolü

Birbirine paralel bağlanmış aygıtların, seri iletişim ile haberleşmesi temeline dayanan otomobil içi tek kablolu iletişimin gerçekleştirilebilmesi için, bağlanacak her aygıtın seri iletişime uyum sağlayabilmesi gerekmektedir. Şekil 3.1 de herhangi bir aydınlatma elamanı için kullanılabilir bir seri çözücü görülmektedir. Temel olarak verilerin çözülmesi ve kodlanması için kullanılacak genel bir seri iletişim devresi de bu işi halledebilecektir.

Derleyiciye gönderilen yada oradan gelen verilerin kime ait olduğu ve ne yapılması gerektiğinin bilinmesi için gönderilen verilerin belirli bir düzende olması zorunludur. Bu düzenin sağlanması için Çizelge 3.2. de iletişim protokolü için kullanılacak veri yapısı kodlanması verilmiştir. Bu çizelgede, bir veride olması gereken tüm

compiler can conduct the whole operation by itself. Moreover, one unit of serial decoder circuit should be connected to the all components operating within the system. Serial decoders of very small sizes (e.g. relay for illumination, perceptive pieces for antennas) could be used for operations of opening or closing and to obtain meaningful data by means of some additional components added to them.

Selection of the communication standard to be used in the system, it is necessary to consider the number of components and the cable length that would be used for connecting those components. One of the biggest problems encountered here is that RS-232C standard cannot be used in high speed (i.e. more than 250 kbit/s) and the maximum distance that the connection can be conducted is short (9, 6 – 64 kbit/s) at middle speeds. The standard that will be used for serial communication should be selected by considering those problematic situations.

Maximum distances for cables will be used in serial communication are given on Table 3.1. As it can be seen from the table RS422 standard when compared with RS232C standard could be used for very long distances. In addition to these, the standard of EIA RS-423A could also be used for those operations. However, while a connection of 100 kbit/s can be transmitted with RS423A standard only between 10 meters, RS422 standard can transmit between 1200 meters with on the same speed. The connection and the distance will be more accurate after the components to be used within automobile are fixed and the distances between them are measured (11, 12).

3.1. Communication Protocol

In order to carry out in-automobile communication with a single cable among the devices, which have parallel connection between each other, all devices to be connected should be appropriate for serial communication. Figure 3.1 shows a serial decoder that can be used for any illumination element. Basically, a general serial communication circuit, which can be used to encode and decode the data, would also carry out this task.

Transmitted data must have a certain order to determine which component sends the data coming to compiler and what shall be done with that. In order to provide a certain order, the necessary data structure code which will be used for communication protocol is given in Table 3.2. It should be provided that this table contains any information that should be carried within any data.

bilgilerin yer alması sağlanmalıdır.

Table 3.2. Data structure for communication protocol
Çizelge 3.2. İletişim protokolü için kullanılacak veri yapısı

Data bytes / Veri karakterleri	Description / Açıklama
0-5	Code for starting of communication / Haberleşme başlangıç kodu
6	Type of device (Sensor, Button, Lamp, ...) / Aygıt cinsi (Sensör, Buton, Lamba, ...)
7-8	Data received device / Veri gelen aygıt numarası
9-10	Device number for data transmit / Veri ulaştırılacak hedef aygıt numarası
11-74	Data / Veri
75	Error checking (Checksum) / Hata denetimi (Checksum)
76	Acknowledgement / İş tamamlandı mı?
77-82	Code for end of communication / Haberleşme bitiş kodu

Çizelge 3.2. de verilen veri yapısı gerekli görüldüğü ölçüde değiştirilebilir ve öylece uygulanabilir. Önerilen protokolda iletişim haberleşme başlangıç kodu ile başlatılır ve içinde barındırdığı bilgilerle hangi aygıttan hangi aygıtta ne verisi gönderileceği ana derleyiciye ulaştırılır. Ana derleyici tarafından aygıttan gelen veri işlenerek hedef olarak belirtilmiş aygıtta derlenmiş veri gönderilir. Böylelikle aygıtlar arasında sinyalin geliş ve gidiş noktası ile ilgili olası bir karışıklık ortadan kaldırılmış olacaktır. Buna ek olarak hata denetimi ve sinyalin ulaşması gereken noktaya ulaşmış olup olmadığını, işlemin tamamlanıp tamamlanmadığı aynı protokol içinde yer alan bilgilerle denetlenebilir olacaktır.

Tüm bileşenlerin haberleşmesinin sağlanabilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu haberleşmenin sağlıklı olarak sağlanabilmesi iletişimin hızı, bileşen kümeleri içinde bulunan bileşen sayısı ve derleyici tarafından derlenecek veri boyutu ile ilgilidir. Buna göre, her iletişim bilgisi 82 byte (656 bit) büyüklükte olduğu ve her bileşen için gidiş dönüş olmak üzere iki adet veri gönderildiği düşünülürse, toplam veri büyüklüğü 164 byte (1 312 bit) olacaktır. 64 kbit/s hızında bir iletişimle yaklaşık olarak saniyede ($65\ 536 / 1\ 312 = 50$) 50 adet bileşenle iletişim kurulabilecektir. Saniyede 50 adet iletişim otomobil içinde yer alan konfor donanımları için oldukça yeterli bir sayıdır. Ancak bu iletişim hızı güvenlik ekipmanları için örneğin hava yastığının refleksi için çok düşük bir hızdır. Güvenlik donanımları için çok daha yüksek hızlarda iletişim kurulması zorunludur.

3.2. Örnek veri iletişimi senaryosu

Orta sınıf bir otomobilde artık standart hale gelmiş otomatik bir klimada, ısı değerlerinin değiştirilmesi için yapılabilecek bir iletişim senaryosu için;

Klima ısı değeri : 25 C
İstenen ısı değeri : 20 C

Klimanın ısı değerinin 25 C dereceden 20 C dereceye düşürülmesi için klima kontrol panelinde bulunan (-) eksi düğmesine basıldığında, bu panel tarafından bir veri üretilecektir. Bu veri içinde yer alan bilgiler ve verinin derleyiciden çözülerek klima motoruna ulaşmasından sonra klima motoru tarafından üretilen veri şekil 3.2. de görülebilir. Bu işlemde öncelikli olarak, basılan (-) eksi tuşu veri bloğu içine haberleşme başlatma bilgisi, hangi tip kaynak olduğu, klima kumanda panelinden klima motoruna bilgi gönderildiği ve klima motorunun hangi

The data structure given in Table 3.2 could be changed when necessary or could be used as it is. In the recommended protocol, communication is initiating with a starting code. With the information it contains, which data will be sent through which devices is determined and transmitted to the main compiler. Thus, a possible confusion regarding which point is sending the data and which receives is avoided in this way. In addition to this, the error control and controlling whether the signal has reached to its target or not and whether the operation has been completed or not would become controllable with the information in the same protocol.

It is very important to provide the ground for communication of every component. Providing a healthy communication is depended upon the speed of transmission, number of components in the component sets and the size of the data to be compiled by the compiler. According to this, when it is considered that each communication information is 82 byte (656 bit) and for each component the data sent for two times, one from the device and one into it, the total size of the data will be 164 byte (1312 bit). With a communication of 64 kbit/s speed, communication with 50 ($65\ 536 / 1312 = 50$) components could be provided per second. This number of 50 components per second is quite enough for the number of comfort hardware in automobile. However, this speed of communication is very low for the reflexes of security equipments such as the reflexes of airbags. It is necessary to establish far higher speeds of communication for security hardware.

3.2. Sample Data Exchange Scenario

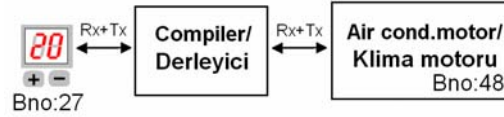
For a scenario of communication with a conditioner which became standardized in a middle class automobile to change the heat value;

Condition temperature value : 25 C
Desired temperature value : 20 C

Data will be produced when the (-) minus button in the control panel of the conditioner has been pushed in order to decrease the temperature value from 25C to 20C. When the previous data is reached to the conditioner engine after being decoded by the compiler, the data produced by the conditioner engine could be seen from the figure 3.2. In this operation the information located can be listed as; first of all the information of the communication initiation from the pushed (-) button, and the type of source sending the

derecede ve hangi hızda çalışması gerektiği bilgilerini yerleştirmektedir. Derleyici 7-8 nolu byte bakarak bilginin klima kontrol panelinden geldiğini 9-10 byte bakarak klima motoruna gitmesi gerektiğini belirleyerek bilgiyi klima motoruna yönlendirir. Daha sonra klima motoru, 9-10 nolu byte bakarak gelen bilginin kendisine ait olduğunu belirleyerek kimden geldiğini belirler. Bu işlemi takiben 11-74 arası bytelara bakarak ne yapması gerektiğini çözerek işlemi gerçekleştirir. Aynı veri içinde hedef ve çıkış adresini değiştirerek, hata yoksa 75 nolu byte hata yok bilgisi, 76 nolu byte işlem tamamlandı bilgisi ve son olarak 77-82 haberleşme bitti bilgisi yükleyerek derleyiciye gönderir. Son olarak derleyici işlemin tamamlandığını klima kontrol paneline bildirerek işlemin tamamlanmasını gerçekleştirir.

information, the information telling that it is sent by the conditioner control panel to the conditioner engine, at which temperature the conditioner is going to work at. Checking the bytes numbered 7-8 the compiler can understand the information is coming from the conditioner control panel and it can transmit the information to the climate engine determining the information should be sent to engine by checking the information on bytes numbered 9-10. Afterwards, checking the bytes numbered 9 and 10 the conditioner engine then determines that the information has been sent to it and then determines the sender. After this operation, it starts carrying out its task determining it by looking at the bytes numbered between 11 and 74. Changing the target and output address within the same data, the engine transmits the information to the compiler by loading the no error information (byte numbered 75)--when there is no error--, operation completed information (byte numbered 76) and at last the communication over information (bytes numbered between 77 and 82. Finally, compiler completes the operation by transmitting the information telling that the operation is completed to the conditioner control panel.



Byte/ Karak.	Value/ Değer	Description/ Açıklama
0-5	ZZ	Start communication/ Haberleşme başlat
6	5	Button / Düğme
7-8	27	Device number for air conditioner control panel / Klima kontrol panel bileşen numarası
9-10	48	Device number for air conditioner motor / Klima motoru bileşen numarası
11-74	20-NH	20 Degree normal speed / 20 Derece, normal hız
75	0	No Error / Hata yok
76	0	Not completed yet / İş henüz tamamlanmadı
77-82	0	Comm. Not completed / Haberleşme bitmedi

3.3 Geleneksel ve Asenkron Seri İletişim Avantaj ve Dezavantajları

Her yeni teknolojik ürünün ortaya çıkması bir çok avantajı, beraberinde de bazı dezavantajlarda getirmektedir. Buna bağlı olarak tek kablo kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek avantajlar ve dezavantajlar aşağıda sıralanmıştır.

Tek kablo avantajları

- Arıza tespit kolaylığı
- Tek birimden idare ile kontrol kolaylığı

3.3 Advantages And Disadvantages Of Traditional And Asynchronous Serial Communications

Invention of each technological product brings some advantages as well as some disadvantages with it. The advantages and disadvantages that could arise regarding the usage of single cable are listed below.

Advantages of single cable

- Easiness in defect determination
- Facility in control via a single unit
- Orderly appearance
- Low cable costs

- Düzenli bir görünüm
- Az kablo maliyeti
- Elektrik aksamı için az işçilik gerektirmesi
- Kablo dirençlerinin azalmasından kaynaklanan enerji kaybının önüne geçilmesi
- Enerjinin gerektiği yerde kullanılmasından kaynaklanan verim artması
- İleri teknoloji kullanımı ile ekipmanların sayısal olarak test edilebilmesi imkanı
- Kablo karmaşasını ortadan kaldırması
- Ekipmanlar için kullanılan rölelerin, ekipmanların üstüne montajı ile elde edilen ses konforu

Tek kablo dezavantajları

- Teknolojik ekipmanlara gerek duyması
- Kablonun zarar görmesiyle oluşabilecek ekipmanlarla iletişimin kesilmesi riski
- İletişim için kullanılacak ileri teknoloji ürünlerinin geleneksel yöntemlere oranla maliyetinin nispeten fazla olması
- İletişimi için kullanılacak devrelerin ekipmanlar üzerinde bulunmasından kaynaklanan boyut büyümesi
- Onarım için detaylı ve ince işçilik zorunluluğu
- Kullanılacak ekipmanların sayısal olma zorunluluğu
- Bakım onarım işlemlerinde ileri teknoloji kullanılma zorunluluğu

3.4 Geleneksel ve Asenkron Seri İletişim Maliyet ve Süre Analizi

Bu bölümde düşük-orta sınıf otomobil (Renault Clio) aydınlatma düzeneğinin geleneksel yöntemle yapılandırılmış bir iletişim şekliyle, asenkron seri iletişim yöntemiyle yapılandırılmış bir iletişim arasındaki maliyet ve süre değerlendirmesi sunulmuştur.

Çizelge 3.3 de Geleneksel iletişim ile araç içi aydınlatma sistemi kurulumu için gerekli malzeme listesi, işçilik süreleri ve maliyetleri, Çizelge 3.4. Asenkron seri iletişim ile araç içi aydınlatma sistemi kurulumu için gerekli malzeme listesi, işçilik süreleri ve maliyetleri verilmiştir. Bu çizelgelerde işçilik fiyatlandırmaları için haftalık çalışma saati 40 saat ve işçi toplam maliyeti aylık 700 USD (365 USD net maaş+ 335 USD vergi, vs) olarak alınmıştır. İşçilik için gerekli saatlik maliyet, aylık 160 saat baz alınarak (700 USD / 160 saat) yaklaşık 4,38 USD olarak hesaplanmıştır (13, 14, 15).

- Low workmanship for electrical portions
- Avoiding the energy loss resulted from the decrease in cable resistances
- Productive usage of energy through using it only when necessary
- Possibility of digital determination of equipments by means of high technology usage
- Avoiding cable disorders
- Sound comfort resulted from the assembling the relays over the equipments they are used for

Disadvantages of single cable

- Need for technological equipments
- The risk of connection cut that can arise because of damage on cable
- A comparative high cost because of using high-tech products instead of traditional methods
- A comparative increase in size due to the circuits, to be used for communication, being mounted on equipments
- Necessity of using a detailed workmanship for maintenance
- Necessity of using digital equipment
- Necessity of using high technology in maintenance tasks

3.4. Cost And Time Analysis For Traditional And Asynchronous Serial Communication

In this section, an evaluation on the comparison between a traditionally structured communication system and a communication system structured by an asynchronous serial communication method for the illumination mechanism of a lower-middle class automobile (Renault Clio) is presented.

In Table 3.3 the list of equipments, costs and the time required for workmanship which are necessary for assembling in-automobile illumination system for traditional communication is given. On the other hand in Table 3.4 the equipments, costs and the time required for workmanship that are necessary for asynchronous serial communication and in-automobile illumination system is given as a list. For the pricing of the workmanship, the working hours of a worker are taken as 40 hours/week and workmanship cost is taken as US\$700 (US\$365 take home pay + US\$335 as tax, etc.). The required cost for workmanship per hour was calculated as 160 hour/month and as US\$ 4, 38 (13, 14, and 15).

Table 3.3. Necessary devices and their approximate costs for traditional in-automobile outside lighting (16, 17)
Çizelge 3.3. Geleneksel iletişim ile araç içi aydınlatma sistemi kurulumu için gerekli malzeme listesi, işçilik süreleri ve maliyetleri (16, 17)

Description / Açıklama	Quantity / Miktar	Approximate Cost (USD) / Yaklaşık Maliyet (\$)
Component count in outside lighting / Aydınlatma düzeneği üzerinde bulunan eleman sayısı	15 lamps and sensors / Adet lamba ve duyurga	300,00
Switch count for on-off / Açma kapama işlemi için kullanılan anahtar sayısı	7 high current switches / Adet yüksek akım anahtar	105,00
High current cable (2mm-4mm) length from relays and components (8) / Röleler ile elemanlar arası yüksek akımlı (2mm-4mm) bakır kablo miktarı (8)	55 meters/metre	44,00
Low cable (min. 1 mm) length from relays and switches (8) / Röleler ile anahtarlar arası düşük akımlı (en az 1mm) bakır kablo miktarı (8)	15 meters/metre	4,50
Cable and switch establishing time period / Kablo ve anahtar döşeme süresi	3 hours/saat	13,14
Connection time / Bağlantı yapma süresi	1 hour/saat	4,38
Control panel and front table compiler / Kumanda paneli ve gösterge tablosu derleyicisi	1	90,00
	TOTAL/TOPLAM	561,02

Table 3.4. Necessary devices and their approximate costs for in-automobile outside lighting with asynchronous communication (16, 17)
Çizelge 3.4. Asenkron seri iletişim ile araç içi aydınlatma sistemi kurulumu için gerekli malzeme listesi, işçilik süreleri ve maliyetleri (16, 17)

Description / Açıklama	Quantity / Miktar	Approximate Cost (USD) / Yaklaşık Maliyet (\$)
Component count in outside lighting / Aydınlatma düzeneği üzerinde bulunan eleman sayısı	15 lamps and sensors / Adet lamba ve duyurga	300,00
Switch count for on-off / Açma kapama işlemi için kullanılan anahtar sayısı	7 low current soft buttons / Adet düşük akım buton	7,00
Serial decoders for each components / Elemanlar için seri çözücü devresi	7 pieces RS232 type / Adet RS232 tipi	21,00
Low cable (0,5 mm) length from compiler and components / Derleyici ile elemanlar arası düşük akımlı (0,5mm) bakır kablo miktarı	12 meters/metre	2,40
Low cable (0,5 mm) length from compiler and control panel / Derleyici ile kumanda tablosu arası düşük akımlı (0,5mm) bakır kablo miktarı	3 meters/metre	0,60
Cable and switch establishing time period / Kablo ve anahtar döşeme süresi	1 hour/saat	4,38
Connection time / Bağlantı yapma süresi	1 hour/saat	4,38
Main compiler (Integrated control panel and front table compiler) / Derleyici (Kumanda paneli ve gösterge tablosu derleyicisi, bu derleyici ile tümleşiktir)	1	200,00
	TOTAL/TOPLAM	539,76

Çizelgede verilen malzemeler ve süreler temel gerekli olan malzemeler ve sürelerdir. Montaj aşamasındaki izolasyon, kaynak, üretim bandı gereçleri vb. gibi donanım ürünleri göz ardı edilebilecek maliyetler ve/veya her iki yöntem için de maliyet açısından aynı değerlere sahip oldukları için bu değerlendirmeye dahil edilmemiştir. Çizelge toplamlarına bakıldığında asenkron seri iletişim ile yapılandırılacak bir aydınlatma maliyet, geleneksel yöntem ile yapılandırılmış aydınlatmaya oranla $(1 - (539,76 / 561,02) = 0,0378)$ yaklaşık % 4 oranında daha düşük olacaktır. Buna ek olarak üretim bandı çıkışı (4 saat - 2 saat = 2 saat) 2 saat daha erken olacaktır.

The list of equipments and time given in the tables are the time and the equipments which are basic requirements. The hardware products for isolation, source, and assembly line are not included in the evaluation because since they have the same value for each method. When both tables are considered together in comparison, then it can be seen that the cost for illumination system with asynchronous serial communication is by 4 per cent $(1 - (539,76 / 561,02) = 0,0378)$ less expensive than the illumination system with traditional methods. In addition to this difference, the output from the assembly line would be two hours (4 hours - 2 hours = 2 hours) earlier for asynchronous serial communication than the traditional methods.

An additional economy in time keeping would be

Üretimin aydınlatma düzeneği için 2 saat daha erken yapılmasına ve % 4 oranında bir maliyet düşüşüne ek olarak, bakım-onarım aşamasında zaman tasarrufu elde edilecek ve kablo karmaşası da ortadan kaldırılmış olacaktır. Ayrıca sistemin diğer donanım seçeneklerine de (aktarma organları vb.) uygulanması durumunda, tek derleyici birimi kullanılacak ve ek derleyici birimlerine ihtiyaç duyulmayacak böylece maliyet daha da düşecektir. Tüm bu getiriler ele alındığında asenkron seri iletişim yöntemiyle ile yapılandırılacak iletişim düzeneğinin geleneksel yöntemle yapılandırılan iletişim düzeneğine göre maliyet ve zaman açısından daha uygun olduğu görülecektir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Teknolojinin insanlık hizmetine sunduğu bir çok olanakla birlikte gelişen otomobil sektörü, bu yeni teknolojilerin kullanımından dolayı ortaya çıkan bazı olumsuz durumlara karşılaşmıştır. Ancak yine teknolojinin sağlamış olduğu olanaklarla, bu olumsuz durumların üstesinden gelmek için bir çok çalışma yapılmıştır. Bu sorunların en önemlilerinden birisi maliyettir. Maliyetin azaltılması için bir çok değişik yöntem uygulanmaya çalışılmıştır. Bu yöntemlerden birisi de otomobil içi iletişimde yapılacak değişikliklerle kullanılan kablonun azaltılması ve hem başlangıç hem de bakım onarım maliyetlerinin azaltılması hedeflenmiştir.

Araç içinde kullanılan iletişim için öngörülen token ring tipi tek kablo asenkron seri iletişim ve bu iletişim için kullanılan iletişim protokolü sayesinde araç içinde kullanılacak kablo miktarı önemli ölçüde azaltılmış ve kablo maliyeti ile birlikte üretim sürecinin kısaltılmasından kaynaklanan işçilik maliyeti düşürülmüş olacaktır. Bu çalışmada önerilen iletişim, orta ve düşük sınıf otomobillerde güvenlik ve motor donanımlarının bir kısmı haricinde kolaylıkla kullanılabilir ve maliyetleri düşük seviyelere indirebilecek bir sistemdir.

Bu sistemin kullanılabilirliğinin artırılması ve güvenlik donanımlarında da kullanılabilmesi için hızının ve etkinliğinin artırılması amacıyla başka çalışmalarda yapılması mümkündür. Bunlara ek olarak getirmiş olduğu avantajlarla rağmen bazı dezavantajları sahip olması nedeniyle bu dezavantajların asgari seviye indirilmesi için ayrı bir çalışma yapılması da mümkündür.

KAYNAKLAR/ REFERENCES

1. Polishuk Poul, "European Automotive Industry Embraces Optical Data Buses," *Wiring Harness News*,(2003).
2. Haffernan, D, "In-Vehicle Networks", *0018-9162/02, IEEE* Vol:35 No:1 (2002).
3. Auto Briefing, Knibb, "42 Volts – enabling a technological revolution", *Gormezano & Partners, Special edition*, (2001).
4. Cho, C. P., "Permanent Magnet Motors/Generators for Automotive Applications", *Permanent Magnet Systems Gorham Advanced Materials Inc.* Atlanta, GA, (2000).

obtained on the maintenance level and the cable disorder would be avoided in addition to the 4 per cent decrease in cost and a two hours time keeping in assembling the illumination mechanism. Moreover, in case when it is applied to the other hardware of the system (transmission equipments etc.), the overall cost would be decreased since a single compiler unit would be used and there would be no need for additional compiler units. When all these yields are considered it could be seen that a communication mechanism structured with an asynchronous serial communication method is more appropriate than traditional methods in terms of cost and time keeping.

4. CONCLUSION AND FUTURE WORKS

Along with many opportunities provided for the service of the people by technology, the automobile sector has encountered with some negative situations regarding the usage of those new technologies. However, many researches have been conducted in order to find solutions for those negative situations with the opportunities also presented by technology. The most important one among those negativities is the cost. Various methods have been applied in order to decrease the cost. One of those methods is to decrease the amount of cable used in the automobile with some alterations made in-automobile communication and decreasing the initial and maintenance costs.

By means of the token ring type single cable asynchronous serial communication and the communication protocol that is used for this communication the amount of cable used is decreased significantly. Another significant decrease is implemented in workmanship cost due to the decrease in time required for the production. The communication type recommended in this study is a system that can be used and decrease the production and maintenance costs in middle and lower class automobiles except for their engine and security hardware.

It is possible to conduct other researches on increasing the employability of this system and making it employable in security hardware by increasing the speed and efficiency of it. In addition, despite the advantages this system is bringing, it is also possible to conduct other studies in order to decrease the disadvantages of it to the minimum level.

5. Burns, L., "GM's Perspective on 42-Volt Architecture and Components", *General Motors*, (2001).
6. Nexans, "Global expertise for automotive harnesses and cables", www.nexans.com (01.06.2004).
7. Hamamatsu Photonics K.K., Solid State Division, <http://www.hamamatsu.com> (01.04.2004).
8. Internet : Vehicle lighting system, http://www.autoclubgroup.com/michigan/autos/car_maintenance/guides/lighting.asp (04.01.2004).
9. Internet : Fonet, "Fiber optik" Fiber Optik Bilgisayar Hizmetleri Ticaret Limitet Şirketi, <http://www.fonet.com.tr/fiberoptik.htm> (01.07.2004).
10. Hall V.D., "Microprocessors and Interfacing", *McGraw-Hill Book Company*, 442-487, (1986).
11. Internet : Cables & Network, "Serial Cable Length Limits (RS-232, V.35, RS-530, RS-422/449)" , <http://www.connectworld.net/cable-length.html> (01.07.2004).
12. Internet : Serial Communication, "January 2003 Laboratory Notes: Computer Engineering II", <http://courses.ece.uiuc.edu/ece291/books/labmanual/serial-comm.html> (20.06.2004).
13. Internet : T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, "İş Kanununa İlişkin Çalışma Süreleri Yönetmeliği, Haftalık Normal Çalışma Süresi Madde 4.", http://www.calisma.gov.tr/birimler/isggm/is_kanununa_iliskin_calis_sureleri_von.htm (08.11.2004)
14. Internet : Otomobil Sanayicileri Derneği, "Rapor 2004", <http://www.osd.org.tr> (08.11.2004).
15. Internet : T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, "Türkiye'de Otomotiv Sanayi", <http://www.foreigntrade.gov.tr/ead/ticaret/kuresel/turkiyeoto.htm> (08.11.2004)
16. Internet : Ayfar A.Ş., "Oto Yedek Parça Ürünleri", <http://www.ayfar.com> (08.11.2004)
17. Internet : Bimel Elektronik, "Elektronik Malzemeler Kataloğu", <http://www.bimel.com.tr/index2em.php?a=elekmal/index.html> (08.11.2004)

Received/ Geliş Tarihi: 15.07.2004 Accepted/Kabul Tarihi: 28.12.2004