



## Karnaugh Haritasında Çıkarma Tabanlı Yeni bir Sadeleştirme Yöntemi

Türker TUNCER<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Firat University, Technology Faculty, Department of Digital Forensic Engineering, Elazığ, TURKEY

### Öz

Karnaugh haritası (K-Map) mantıksal ifadeleri sadeleştirmek için kullanılan en yaygın yöntemlerden birisidir. K-Map' in sağladığı en önemli avantaj, bir elektronik devreyi minimum fiziksel kapı sayısı ile gerçekleştirmektir. K-Map konusu elektronik ve mantık derslerinin en önemli konularından birisidir ancak öğrenciler K-Map kullanarak sadeleştirme yaparken bazen grupları tespit edememektedir. Bu çalışmada K-Map' te bulunan büyük grupları kolayca tespit edebilmek için eleman eklenmiştir. Eleman ekleme sayesinde büyük gruplar rahatlıkla tespit edilebilmektedir. Büyük gruplar tespit edildikten sonra gerçek ifadeyi elde etmek için eklenen elemanlar çıkarılmıştır. K-Map üzerinde sadeleştirme yaparken sadece mantıksal toplama (VEYA) ve mantıksal çarpma (VE) işlemleri kullanılmaktadır. Bu makale K-Maplerde çıkarma işleminin yapılabileceği gösterilmiş ve önerilen yöntem De-Morgan teoremi kullanılarak ispat edilmiştir. Bu çalışmada, literatürde ilk kez K-Map üzerinde çıkarma işlemi gerçekleştirilmiştir ve K-Mapler için çıkarma tabanlı efektif bir sadeleştirme yöntemi önerilmiştir. De-Morgan teoremi ve deneysel sonuçlar önerilen yöntemin doğruluğunu göstermektedir.

### A New Subtraction Based Simplifying Method on Karnaugh Map

#### Makale Bilgisi

Başvuru: 07/01/2017

Kabul: 05/04/2017

#### Anahtar Kelimeler

Çıkarma tabanlı  
sadeleştirme  
Karnaugh haritası  
Mantıksal ifadeler

#### Keywords

Subtraction based  
simplification  
Karnaugh map  
Boolean expressions

#### Abstract

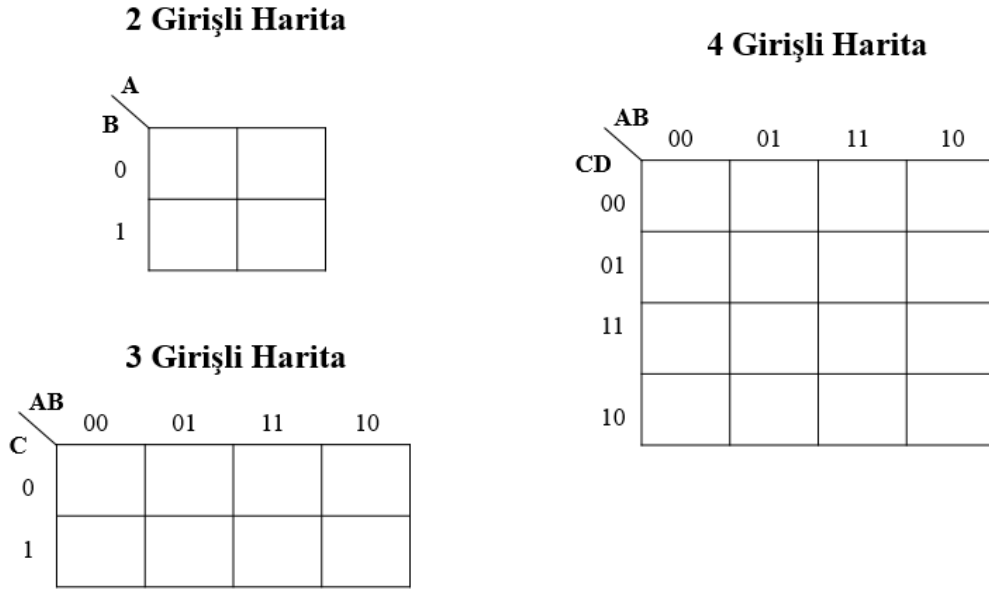
Karnaugh map is one of the methods that are widely used to simplify boolean expressions by using neighborhoods. The most important advantage provided by K-Map is to realize an electronic circuit with a minimum number of physical gates. K-Map is one of the most important subjects of electronic and logic courses, but students sometimes can not identify groups when simplifying using K-Map. In this study, inputs were added to easily identify large groups with K-Map. With the addition of elements, large groups can be detected easily. Once large groups have been identified, the added elements have been removed to obtain the true expression. Only logical addition (OR) and logical multiplication (AND) operations are used for simplification on the K-Map. This paper demonstrates that the subtraction process of K-Maps can be done and proved by using De-Morgan theorem. In this study, subtraction is performed on K-Map for the first time in the literature up to now and an effective subtraction-based simplification method is proposed for K-Maps. De Morgan theorem and experimental results show the correctness of the proposed method.

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Mantıksal ifadelerin sadeleştirilmesi için en yaygın kullanılan yöntemlerin başında Karnaugh map (K-map) ve Quine McCluskey yöntemleri gelmektedir. K-map kullanılarak 2,3,4,5 veya 6 değişkenli mantıksal ifadeler sadeleştirilebilmektedir Daha karmaşık ifadeleri sadeleştirmek için Quine McCluskey yöntemi kullanılmaktadır. K-Map mantıksal ifadelerin sadeleştirilmesi gerektiği her alanda kullanılmaktadır. K-map'te önemli olan, matriste bulunan alt kümeleri tespit edebilmektir. K-Map tüm giriş olasılıklarının ifade edildiği iki boyutlu bir dizidir ve aşağıdaki özellikleri taşımaktadır [1-6]. Her bir hücrenin giriş

\*İletişim yazarı, e-mail: [turkertuncer@firat.edu.tr](mailto:turkertuncer@firat.edu.tr)

kombinasyonu komşu hücreyle bir bit farklılık gösterecek şekilde dizilir. Bu özelliği sağlamak için hücreler, Gray kod kullanılarak adreslendirilir. Aşağıdaki örnekte 2,3 ve 4 girişli K-mapler gösterilmektedir [7-10].



**Şekil 1.** 2,3 ve 4 girişli K-Mapler [8].

Sadeleştirme işlemi gerçekleştirilmek için çıkışlar bu haritaya yerleştirilir. 0 değerlerini referans alan sadeleştirme işlemine Max-term, 1 değerlerini referans alan sadeleştirme işlemine de Min-term adı verilmektedir. K-Map'in kuralları aşağıdaki gibidir. Her hücre en az bir gruba dâhil edilmelidir.

1. En geniş olası grup seçilmelidir.
2. En az grup sayısı ile işlem sonlandırılmalıdır.
3. Grupların boyutu 2'nin kuvvetleri kadar olmalıdır. Örneğin,  $2^0=1$ ,  $2^1=2$ ,  $2^2=4$ ,  $2^3=8$ ,  $2^4=16$  gibi.
4. Gruplar kare veya dikdörtgen olmalıdır. Konveks veya konkav şekilde gruplar oluşturulmamalıdır.
5. En büyük grupta, en fazla gereksiz giriş bulunmaktadır. Gruplarda yer alan gereksiz girişler aşağıdaki gibi verilmiştir.
  - Grup 1 girişten oluşuyorsa, o grupta hiç gereksiz giriş bulunmamaktadır.
  - Grup 2 girişten oluşuyorsa, o grupta 1 gereksiz giriş bulunmaktadır.
  - Grup 4 girişten oluşuyorsa, o grupta 2 gereksiz giriş bulunmaktadır.
  - Grup 8 girişten oluşuyorsa, o grupta 3 gereksiz giriş bulunmaktadır.
  - Grup 16 girişten oluşuyorsa, o grupta 4 gereksiz giriş bulunmaktadır.

Gereksiz giriş sayısı Eşitlik 1 kullanılarak tespit edilmektedir [11-15].

$$r_i = \log_2 i$$

i giriş sayısı,  $r_i$  gereksiz giriş sayısı.

Mishchenko ve ark. [16] mantıksal ifadeleri ayrıştırma için bir algoritma önermiştir. Bu algoritma çok çıkışlı mantıksal ifadeleri sadeleştirirken kullanılmaktadır. İfadeleri fiziksel olarak gerçekleştirmek için iki girişli mantıksal kapılar kullanılmıştır. Bu kapılar VE, VEYA ve XOR (Özel veya) kapılarıdır. Bu algoritma değişkenleri kontrol etme, değişkenleri gruplama ve mantıksal ifadeyi üretme gibi aşamalardan oluşmaktadır. Holder [17] min-term' de mantıksal ifadeleri sadeleştirme için 16 tabanında sayıları kullanarak 4 x 4 boyutunda 4 girişli K-Map' te sadeleştirme işlemi yapılmıştır. Sadeleştirme işlemi kolayca yapabilmek için K-Map değiştirilmiştir. Yang ve ark. [18] kablosuz sanallaştırma problemini

çözebilmek için K-Map'ten esinlenerek yeni bir algoritma önermiştir. Bu algoritmayla kablosuz sanallaştırmadaki zorlukları çözebilmek için önerilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma K-Maplerin sadece sadeleştirmede değil, diğer problemlerin çözümünde de kullanılabileceğini göstermiştir. Rushdi [19] K-Maplere eleman ekleyerek yeni bir sadeleştirme yöntemi önermiştir. Önerdiği yöntemde kaydırma fonksiyonu ve küme teoremi kullanarak yöntemin doğruluğunu ispatlamıştır.

Bireyler, K-map ile sadeleştirme yaparken bazen optimum çözümü yapamamaktadır. Bunun sebebi, en büyük grubu tespit edememeleridir. Bu makalede, ekleme ve çıkarma tabanlı yeni bir yöntem önerilerek optimum çözümün bulunması hedeflenmektedir. Önerilen yöntemin özellikleri aşağıdaki gibidir.

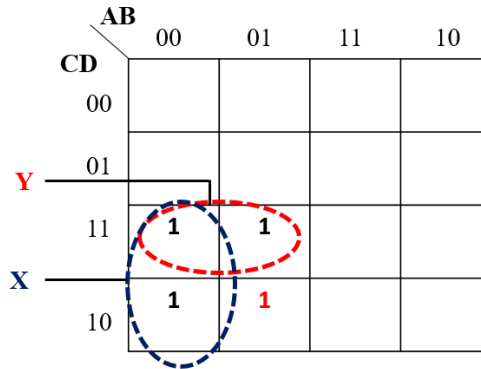
- Bu çalışma ile kullanıcıların K-Map kullanarak kolayca sadeleştirme yapabilecekleri gösterilmiştir.
- Bu çalışmada, literatürde ilk kez K-Maplerde sadeleştirme yapabilmek için çıkarma işlemi uygulanmıştır.
- Önerilen yöntem kullanılarak optimum şekilde sadeleştirme yapılabilmektedir.
- Önerilen yöntem matematiksel olarak doğrulanabilmektedir.
- Karnaugh haritasının 3. kuralını sağlayabilmek için önerilmiş basit ama efektif bir yöntemdir.

Bu makalenin 2. bölümünde önerilen yöntem, 3. bölümünde deneysel sonuçlar ve 4. bölümünde sonuç ve öneriler anlatılmaktadır.

## 2. ÖNERİLEN YÖNTEM

Önerilen yöntemin temel amacı, iki farklı küçük gruba giriş ekleyerek yeni bir büyük grup elde etmek ve elde edilen grubu sadeleştirdikten sonra eklenen girişi çıkararak sadeleştirilmiş ifadeyi elde etmektir. Önerilen yöntemin adımları aşağıdaki gibidir.

Adım 1: Büyük grubu elde etmek için eleman eklenir. Aşağıdaki şekillerde kırmızı yazı fontuyla gösterilen ifadeler eklenmiş elemanlardır



Şekil 2. Kesişen iki alt grubu büyük gruba tamamlama.

Şekil 2'deki örnekte X ve Y alt kümeleri bulunmaktadır. Bu alt kümeler 2 girişten oluşmaktadır. Bu alt kümelerden 4 elemanlı bir alt küme oluşturmak için  $\bar{A}BC\bar{D}$  hücrelerine bir giriş eklenmiştir. Böylece, 4 elemandan oluşan büyük bir alt küme elde edilmiştir. Bu küme yapay grup olarak adlandırılmaktadır.

Adım 2: Elde edilen büyük grup (alt küme) sadeleştirilir ve yapay grubun ifadesi elde edilir.

		AB			
		00	01	11	10
CD	00				
	01				
	11	1	1		
	10	1	1		
	T				

Şekil 3. Yapay grup.

Yapay grup sadeleştirildiğinde  $\bar{A}C$  ifadesi elde edilir.

Adım 3: Adım 2' de elde edilen ifadeyle eklenmiş eleman çıkarılır. Gerçek ifadeyi bulmak için aşağıdaki Eşitlik kullanılır.

$$RE = VE - AE$$

$RE$  gerçek ifade,  $VE$  sanal ifade ve  $AE$  eklenmiş ifadedir.

Örneğin Şekil 3' teki örnek ele alınacak olursa.

$$VE = \bar{A}C$$

$$AE = \bar{A}BC\bar{D}$$

Bu iki ifadeyi çıkarmak için aşağıdaki teorem geliştirilmiştir.

Yöntem:  $VE - AE$  ifadesini basit şekilde çıkarabilmek için ortak ifadeler parantez içerisine alınır. Örnek 3 ele alınacak olursa.

$$\bar{A}C - \bar{A}BC\bar{D} = \bar{A}C(1 - B\bar{D})$$

ifadesi elde edilir. Bu ifade açılırsa,  $\bar{A}\bar{B}C + \bar{A}CD$  ifadesi elde edilir. Bu ifadeyi elde etmenin kuralları aşağıdaki gibidir.

- Negatif ifadelerin tek tek tersleri alınarak parantez dışındaki ifadeyle çarpılır.
- Tüm ifadeler toplanır.
- Sadeleştirilmesi gereken ifade varsa tekrardan sadeleştirilir.

İspat: Yöntemde belirtilen ifadenin ispatı De-Morgan teoremi kullanılarak yapılmaktadır.

$$\bar{A}C - \bar{A}BC\bar{D} = \bar{A}C(1 - B\bar{D}) \text{ ifadesinde,}$$

$$(1 - B\bar{D}) = \overline{B\bar{D}} = \bar{B} + D \text{ değeri elde edilir.}$$

$$\bar{A}C(\bar{B} + D) = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}CD \text{ sadeleştirilmiş ifadesi elde edilir.}$$

### 3. DENEYSEL SONUÇLAR

Bu bölümde, önerilen yöntemin doğruluğunu ispatlamak için çeşitli kombinasyonlarda K-mapler kullanılmıştır önerilen yöntem ve gerçek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu yöntemi test edebilmek için 2,3 ve 4 girişli K-Mapler kullanılmıştır. Aşağıdaki örneklerde önerilen yöntemin doğruluğu test edilmektedir.

		A	
		0	1
B	0	1	1
	1	1	1

(a)

		A	
		0	1
B	0	1	
	1	1	

(b)

		A	
		0	1
B	0	1	1
	1	1	1

(c)

**Şekil 4.** 2 girişli karnaugh haritası örnekleri.

Şekil 4.(a)' da gösterilen örneğin sonucu  $\bar{B}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak B girişi karnaugh haritasına eklenmiştir. Şekil 4.(a)'nın sonucu aşağıdaki gibidir.

$$1 - B = \bar{B}$$

Şekil 4.(b)' de gösterilen örneğin sonucu  $\bar{A}\bar{B}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\bar{A}\bar{B}$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grup  $\bar{A}$  olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\bar{A} - \bar{A}B = \bar{A}(1 - B) = \bar{A}\bar{B}$$

Şekil 4.(c)' de gösterilen örneğin sonucu  $\bar{A} + \bar{B}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $AB$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grup 1 olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$(1 - AB) = \overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$$

Şekil 5' te 3 girişli karnaugh haritaları kullanılmaktadır. Önerilen yöntem kullanılarak 3 girişli karnaugh haritalarının sadeleştirilmeleri aşağıda verilmiştir. Haritalarda kırmızı yazı fontuyla yazılmış elemanlar eklenmiş elemanlardır.

		AB			
		00	01	11	10
C	0	1	1	1	1
	1	1	1	1	1

(a)

		AB			
		00	01	11	10
C	0	1	1	1	1
	1	1	1	1	1

(b)

		AB			
		00	01	11	10
C	0	1	1	1	1
	1	1	1	1	1

(c)

**Şekil 5.** 3 girişli karnaugh haritası örnekleri.

Şekil 5.(a)' da gösterilen örneğin sonucu  $A + \bar{B}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\bar{A}B$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grup 1 olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$(1 - \bar{A}B) = \overline{\bar{A}B} = A + B$$

Şekil 5.(b)' de gösterilen örneğin sonucu  $B + \bar{C}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\bar{B}C$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grup 1 olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$(1 - \bar{B}C) = \overline{\bar{B}C} = B + C$$

Şekil 5.(c)' de gösterilen örneğin sonucu  $\bar{C} + AB$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\bar{A}C + \bar{B}C$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grup 1 olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$1 - (\bar{A}C + \bar{B}C) = 1 - C - (\bar{A} + \bar{B}) = \bar{C} + AB$$

Şekil 6' da 4 girişli karnaugh haritaları kullanılmaktadır. Önerilen yöntem kullanılarak 4 girişli karnaugh haritalarının sadeleştirilmeleri aşağıda verilmiştir.

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	1			1
	01	1			1
	11				
	10				

(a)

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	1			
	01	1			
	11	1			
	10	1			

(b)

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	1	1	1	1
	01	1	1	1	1
	11				
	10				

(c)

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	1	1	1	1
	01				
	11				
	10	1	1	1	1

(d)

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	1	1	1	1
	01	1	1	1	1
	11				
	10				

(e)

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	1	1	1	1
	01	1	1	1	1
	11				
	10				

(f)

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1		1
01	1	1		1
11	1	1		1
10	1	1		1

(g)

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

(h)

Şekil 6. 4 girişli karnaugh haritası örnekleri.

Şekil 6.(a)' da gösterilen örneğin sonucu  $\overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{B}\overline{C}\overline{D}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grup  $\overline{B}\overline{C}$  olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\overline{B}\overline{C} - \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} = \overline{B}\overline{C}(1 - AD) = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{B}\overline{C}\overline{D}$$

Şekil 6.(b)' de gösterilen örneğin sonucu  $\overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}\overline{D}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grup  $\overline{A}\overline{B}$  olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\overline{A}\overline{B} - \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} = \overline{A}\overline{B}(1 - CD) = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}\overline{D}$$

Şekil 6.(c)' de gösterilen örneğin sonucu  $\overline{A}\overline{C} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grup  $\overline{C}$  olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\overline{C} - \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} = \overline{C}(1 - \overline{A}BD) = \overline{A}\overline{C} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D}$$

Şekil 6.(d)' de gösterilen örneğin sonucu  $\overline{A}\overline{D} + \overline{B}\overline{D} + \overline{C}\overline{D}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grubun sadeleştirilmiş hali  $\overline{D}$  olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\overline{D} - \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} = \overline{D}(1 - ABC) = \overline{A}\overline{D} + \overline{B}\overline{D} + \overline{C}\overline{D}$$

Şekil 6.(e)' de gösterilen örneğin sonucu  $\overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\overline{B}\overline{C}\overline{D}$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grubun sadeleştirilmiş hali  $\overline{C}$  olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\overline{C} - \overline{B}\overline{C}\overline{D} = \overline{C}(1 - \overline{B}D) = \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D}$$

Şekil 6.(f)' de gösterilen örneğin sonucu  $\overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\overline{B}\overline{C}\overline{D}$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grubun sadeleştirilmiş hali  $\overline{C}$  olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\overline{C} - \overline{B}\overline{C}\overline{D} = \overline{C}(1 - BD) = \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D}$$

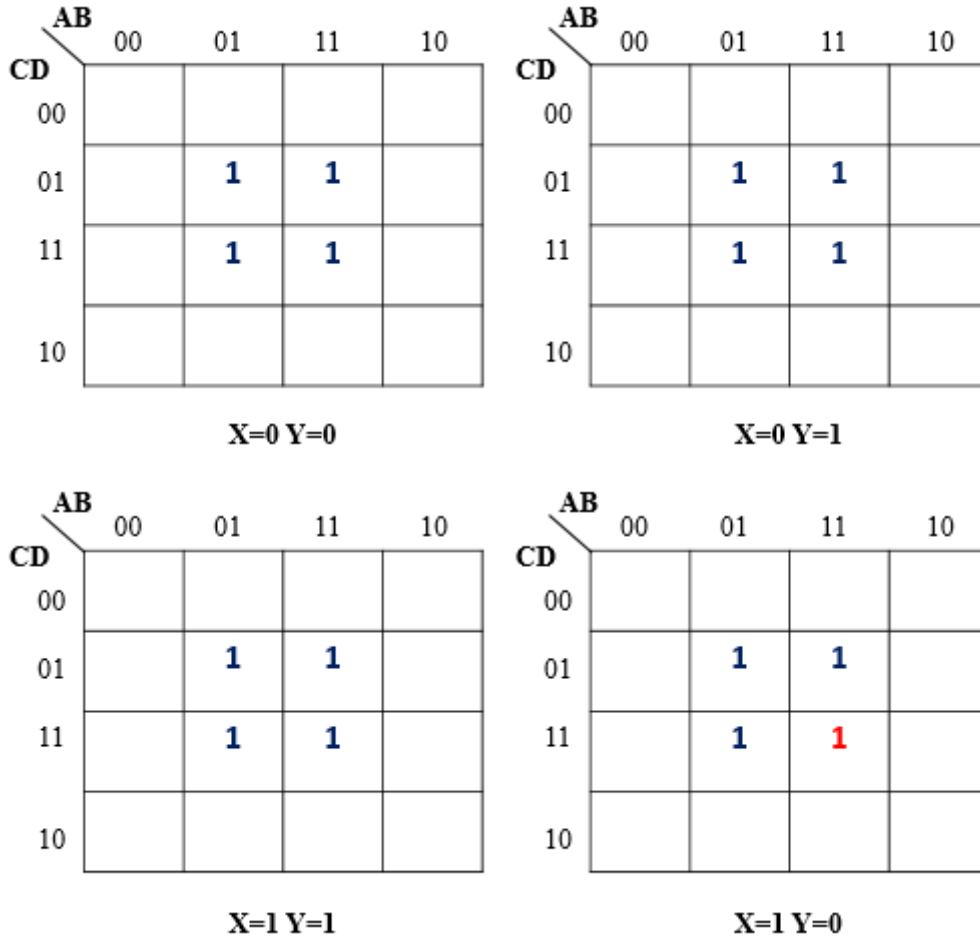
Şekil 6.(g)' de gösterilen örneğin sonucu  $\overline{A} + \overline{B}\overline{D}$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $\overline{A}\overline{B}\overline{D}$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grubun sadeleştirilmiş hali  $\overline{A} + \overline{B}$  olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\overline{A} + \overline{B} - \overline{A}\overline{B}\overline{D} = \overline{A} + \overline{B}(1 - \overline{A}D) = \overline{A} + \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{D} = \overline{A} + \overline{B}\overline{D}$$

Şekil 6.(h)' de gösterilen örneğin sonucu  $\bar{A} + \bar{B} + D$  dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $AB\bar{D}$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grubun sadeleştirilmiş hali 1 olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$1 - AB\bar{D} = \overline{AB\bar{D}} = \bar{A} + \bar{B} + D$$

Önerilen yöntemin doğruluğunu ispat edebilmek için 2, 3 ve 4 girişli K-Mapler kullanılmıştır. Bu K-Maplerin kullanılmasının sebebi, tümevarım kuralını kullanarak yöntemin doğruluğunu ispatlayabilmektir. >4 girişli K-Mapler, 4 girişli K-Maplerden oluşmaktadır. Bu sebepten dolayı, önerilen yöntem tüm K-Mapler için uygulanabilir. Şekil 7' deki örnekte 6 girişli K-Map örneğinde yöntemin doğruluğu gösterilmektedir.



Şekil 7. 6 girişli K-Map örneği.

Şekil 7' de gösterilen örneğin sonucu  $\bar{X}BD + YBD + \bar{A}BD + B\bar{C}D$ 'dir. Önerilen yöntem kullanılarak  $X\bar{Y}ABCD$  girişi karnaugh haritasına eklenmiştir ve yapay grubun sadeleştirilmiş hali  $BD$  olmuştur. Eklenen giriş yapay gruptan çıkarıldığında sonuç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$BD - X\bar{Y}ABCD = BD(1 - X\bar{Y}AC) = \bar{X}BD + YBD + \bar{A}BD + B\bar{C}D$$

#### 4. SONUÇ

Bu makalede K-Mapler üzerinde çıkarma tabanlı yeni bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemin temel amacı K-Map kurallarından, olası en büyük grubu bulup, boolean ifadesinin en sade halini elde edebilmek ve K-Map üzerinde çıkarma işleminin nasıl yapılacağını gösterebilmektir. Bu çalışmada ilk kez K-Mapler



üzerinde çıkarma işlemi uygulanmıştır. Bu makalede yöntemin doğruluğunu ispat edebilmek için tümevarım yöntemi kullanılmıştır. Bu sebepten dolayı, 2, 3 ve 4 girişli K-Mapler kullanılmıştır. Daha fazla girişli K-Mapler 4 girişli K-Maplerin birleşiminden oluştuğu için önerilen yöntem genel olarak doğruluğu ispatlanmıştır. Bu ispat deneysel sonuçlarda gösterilen 6 girişli K-Mapte de gösterilmiş ve önerilen yöntemin matematiksel ve deneysel olarak doğruluğu ispatlanmıştır. Literatürde yapılan diğer çalışmalarda sadeleştirme yapabilmek için XOR, onaltılık tabanda kodlama gibi işlemler yapılmıştır ancak şimdiye kadar K-Mapler üzerinde çıkarma işlemi yapılmamıştır. Bu yöntemin temel amaçlarından biri de karmaşıklığı arttırmadan sadeleştirme işlemi gerçekleştirebilmektir. Diğer yöntemler sadeleştirme yapabilmek için ya kapı sayısını arttırmış ya da kodlamadaki bit sayısını arttırarak karmaşıklığın artmasına sebep olmuştur. Önerilen yöntemde çıkarma işlemi kullanılarak karmaşıklığı arttırmadan kolayca sadeleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Ancak bazı durumlarda (grupların bariz olduğu durumlarda) ekleme ve çıkarma işlemi yapıldığı için işlem adımları uzamaktadır. Bu da yöntemin kısıtlılığı olarak görülse de, yöntemin temel amacının grupları rahatça tespit etmek olduğu için, giriş gruplarının bariz olarak tespit edilebildiği durumlarda uygulanmasına gerek yoktur. Önerilen çalışma bu yönüyle de sahip olduğu özgün değeri pekiştirmektedir. Önerilen yöntem kullanılarak kullanıcıların ve öğrencilerin büyük grupları daha rahat tespit edeceği gösterilmiştir.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] P. K. Lala, Principles Of Modern Digital Design, John Wiley & Sons, Inc, 2007.
- [2] A. K. Maini, Digital Electronics Principles, Devices and Applications, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England, 2007.
- [3] M. Balch, Complete Digital Design, A Comprehensive Guide to Digital Electronics and Computer System Architecture, The McGrawHill Companies, Inc., 2003.
- [4] Das, K., De, D., & De, M. (2016). Modified Ternary Karnaugh Map and Logic Synthesis in Ternary Quantum Dot Cellular Automata. *IETE Journal of Research*, 1-12.
- [5] R. Fadous, J.Forsyth, Finding candidate keys for relational data bases, ICMD,1975,pp.203-210.
- [6] Rajput, D. S., Thakur, R. S., & Thakur, G. S. (2014). Karnaugh Map Approach for Mining Frequent Termset from Uncertain Textual Data. *British Journal of Mathematics & Computer Science*, 4(3), 333.
- [7] Rushdi, A. M., & Al-Yahya, H. A. (2000). A Boolean minimization procedure using the variable-entered Karnaugh map and the generalized consensus concept. *International Journal of Electronics*, 87(7), 769-794.
- [8] Karnaugh maps, <http://home.anadolu.edu.tr/~egermen/EEM232/Week%203.pdf> (Son Erişim Tarihi: 30/12/2016).
- [9] Miller, J. F., Job, D., & Vassilev, V. K. (2000). Principles in the evolutionary design of digital circuits—Part I. *Genetic programming and evolvable machines*, 1(1-2), 7-35.
- [10] P. Chuang, Logic Simplification & Karnaugh Map, Lecture Note: [http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/ee1\\_digital/Lecture5-Karnaugh%20Map.pdf](http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/ee1_digital/Lecture5-Karnaugh%20Map.pdf), 2007.
- [11] Rathore, T. S. (2016). A Note on the Size of a Karnaugh Map. *IETE Journal of Education*, 1-4.
- [12] D.E. Muller ‘Application of Boolean algebra to switching circuit design and to error detection’, IRE Transactions on Electronic Computers, EC-3, pp. 6–12, 1954.

- [13] M. Tabandeh, Application of Karnaugh map for easy generation of error correcting codes, *Scientia Iranica D* (2012) 19 (3), 690–695.
- [14] D. W. Pessen, *Industrial Automation - Circuit Design and Components*. John Wiley, New York. 1989.
- [15] S.-K. Sim, P. S. K. Chua, Symbolic pattern manipulation of KarnaughVeitch maps for pneumatic circuits, *Artificial Intelligence in Engineering* 10 (1996) 71-83.
- [16] Mishchenko, A., Steinbach, B., & Perkowski, M., An algorithm for bi-decomposition of logic functions. In *Proceedings of the 38th annual Design Automation Conference* (pp. 103-108). ACM., (2001, June).
- [17] M. E., Holder, A modified Karnaugh map technique. *IEEE Transactions on Education*, 48(1), 206-207, (2005).
- [18] Yang, M., Li, Y., Zeng, L., Jin, D., & Su, L. (2012, September). Karnaugh-map like online embedding algorithm of wireless virtualization. In *Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC), 2012 15th International Symposium on* (pp. 594-598). IEEE.
- [19] A. M., Rushdi, Improved variable-entered Karnaugh map procedures. *Computers & electrical engineering*, 13(1), 41-52, (1987).