(α)

İki ve Üç Yönlü Tabloların Gözelerinde 5'den Küçük Beklenen Frekans Olması Durumunda, I. Tip Hata Olasılığının (α) Durumu

Mehmet AKYOL* Fikret GÜRBÜZ**

ÖZET

Simulasyon çalışmasıyla; 2 ve 3 yönlü tabloların gözlerine genellikle 5'den az ve 5'den fazla frekans düşecek şekilde, eşit ve birbirinden farklı olarak verilen marjinal toplamlar sabit tutularak, üniform tesadüfi sayıları üretilip χ^2 analizi 100000 defa yapılmış ve gerçekleşen I'inci tip hata olasılıkları bulunmuştur. Yapılan hesaplamalar sonucunda gözlere teorik olarak 2 ve 4 frekans düşecek şekilde belirlenen eşit marjinal toplamlar durumunda, gerçekleşen I'inci tip hata olasılığında büyük bir sapma olmuştur.

Anahtar Kelimeler: *İki Yönlü Tablolar, Üç Yönlü Tablolar, Çok Yönlü Tablolar, χ^2 Analizi, Simulasyon.*

1.GİRİŞ

Hipotez testlerinde kullanılan olasılık dağılımları, değişkenlerin sürekli veya kesikli olmasına göre değişmektedir. Her zaman sürekli değişkenleri bulmak veya verileri bu şekilde ifade etmek mümkün olmayabilir. Böyle durumlarda özellikleri kategorilerine göre sınıflandırmak, her sınıf içine düşen beklenen frekansı hesaplamak suretiyle ki-kare testi uygulanır.

Yönlü tabloların analizinde kullanılan χ^2 fonksiyonu sürekli bir fonksiyondur. Oysa yönlü tablolarda hesaplanabilecek beklenen frekansların sayısı sınırlıdır. Bu sebeple kesikli bir fonksiyon daha uygun düşer. Örneklem hacmi yeterince büyük olduğunda, kesikli bir dağılımın sürekli bir dağılıma yaklaşık olduğunu kabul etmek, genellikle sonuçlarda fazla hata meydana getirmemektedir. Ancak güvenilir yorumlar yapabilmek için, beklenen frekansların hiç olmazsa 5 olması gerekir. Beklenen frekanslar arasında 5 den küçük olan değerlere rastlandığında, birbirine yakın sınıflar birleştirilerek bu frekanslar büyütülebilir (Serper, 1986).

Beklenen frekansların küçük olduğu, fakat sınıfları birleştirmenin uygun görülmediği hallerde χ^2 formülüne Yates düzeltmesi uygulanır. Sınıfların birleştirmenin uygun görülmediği ve yates düzetmesinin yapılmadığı durumunda, I.tip hata olasılığının durumunu incelemek amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

* (Haberleşme Adresi)Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, Türkiye

**Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

2 ve 3 yönlü tabloların gözelerine genellikle 5'den az ve 5'den fazla frekans düşecek şekilde eşit ve birbirinden farklı olarak verilen marjinal toplamlar sabit tutularak, üniform tesadüf sayıları üretilip χ^2 analizi 100000 defa yapılmış ve gerçekleşen I. tip hata olasılıkları bulunmuştur. Bulunan I. tip hata olasılıkları α=0.05 ile karşılaştırılmıştır.

2. İKİ VE ÜÇ YÖNLÜ TABLOLAR

2.1.İki (rxc) Yönlü Tablolar

İki özelliğe sahip anakütleden çekilmiş örnek, iki yönlü tabloda, genel olarak Tablo 1'deki gibi gösterilir. N gözlem iki nicel değişkene göre sınıflandırılmıştır. Birinci değişken satırda, r (row) sınıftan ikinci değişken de sütunda, c (column) sınıftan oluşur.

Tablo 1. İki Yönlü Tablonun Genel Formu

		Sütun (değişken 2)				
		1	2	...	c	Toplam
	1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1c}	$n_{1.}$
Satır (değişken 1)	2	n_{21}	-	...		$n_{2.}$
	...	...	...	...	...	
	r	n_{r1}		...	n_{rc}	$n_{r.}$
Toplam		$n_{.1}$	$n_{.2}$	...	$n_{.c}$	$n_{..}$=N

i'inci satır j'inci sütundaki gözlenmiş frekans n_{ij} (i=1,2,...,r, j=1,2,...c) olarak gösterilir. i'inci satırdaki gözlenmiş frekansların toplamı, $n_{i.}$, j'inci sütundaki gözlenmiş frekansların toplamı $n_{.j}$ ile gösterilir. Bunlar marjinal toplamlar olarak ifade edilir. Marjinal toplamları şu şekilde bulmak mümkündür:

$$n_{i.} = n_{i1} + n_{i2} + ... + n_{ic}$$
$$= \sum_{j=1}^{c} n_{ij},$$
$$n_{.j} = n_{1j} + n_{2j} + ... + n_{rj}$$
$$= \sum_{i=1}^{r} n_{ij}.$$

Benzer şekilde genel toplam;

$$n_{..} = \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{c} n_{ij}$$
$$= \sum_{i=1}^{r} n_{i.} = \sum_{j=1}^{c} n_{.j}$$

şeklinde gösterilir. $n_{..}$ örnekdeki gözlenen frekansların toplamını verir ki genellikle N ile gösterilir.

Anakütlenin iki yönlü olarak verilmesi durumunda beklenen frekanslar F_{ij}; şu şekilde bulunabilir:

$$F_{ij} = Np_{ij}$$

i'inci satırdaki olasılık $p_{i.}$ ve j'inci sütundaki olasılık $p_{.j}$ ile gösterilirse, iki değişken arasındaki bağımsızlık eşitliği şu şekilde verilebilir:

$$p_{ij} = p_{i.}\, p_{.j}$$

Bu eşitlik $F_{ij} = Np_{ij}$ eşitliğinde p_{ij} yerine konulursa, eşitlik

$$F_{ij} = N\, p_{i.}\, p_{.j}$$

şekline dönüşür.

İki değişken arasında bağımsızlık testi yapılırken anakütledeki birey sayısı bilinmemektedir. Bundan dolayı gözlenmiş frekanslardan hareketle $p_{i.}$ ve $p_{.j}$ olasılıkları yerine $\hat{p}_{i.}$ ve $\hat{p}_{.j}$ olasılıkları kullanılabilir. Bu olasılıklar gözlenen frekanslar yardımıyla şu şekilde hesaplanabilir.

$$\hat{p}_{i.} = \frac{n_{i.}}{N} \quad \text{ve} \quad \hat{p}_{.j} = \frac{n_{.j}}{N}$$

İki özelliğe sahip anakütleden çekilmiş örneğin ij'inci gözündeki beklenen frekans değeri en çok olabilirlilik tahmin yöntemine göre;

$$E_{ij} = N\, \hat{p}_{i.}\, \hat{p}_{.j}$$

$$= N \frac{n_{i.}}{N} \frac{n_{.j}}{N} = \frac{n_{i.} n_{.j}}{N}$$

şeklindedir. İki değişkenin bağımsızlığı sözkonusu olduğunda, yukarıda tahmin edilen beklenen frekanslarla gözlenmiş frekansların farklılığı incelenir. Bu, n_{ij} ile E_{ij} frekansları arasındaki farklılıktır.

Bağımsızlığın ileri sürüldüğü H_0 hipotezine göre hesaplanan beklenen frekanslar (E_{ij}) ve gözlem yolu ile elde edilen gözlenmiş frekanslardan (n_{ij}) hareketle Pearson tarafından ileri sürülen χ^2 istatistiği şu şekilde hesaplanır:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{c} \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Serbeslik derecesi; s.d.= (r - 1) (c -1) dır. Karşılıklı bağımsızlık hipotezi için beklenen marjinal toplamların gözlenen marjinal toplamlara ($E_{i.}=n_{i.}$ ve $E_{.j}=n_{.j}$) eşitliliği gibi kısıtlamalar sözkonusudur.

2. Üç (rxcxl) Yönlü Tablolar

Üç yönlü tabloların analizi, iki yönlü tabloların analizi ile karşılaştırılarak verilebilir. rxc yönlü tabloları için kullanılan terminoloji rxcxl yönlü tabloları için de genişletilebilir. Genel olarak üç yönlü tablolar Tablo 2'deki gibi gösterilebilir.

Tablo 2. Üç Yönlü Tabloların Genel Formu

Satır (Değişken 1)	Tabaka (Değişken 3)	Sütun (Değiken 2)			
		1	2	...	c
1	1	n_{111}	n_{121}	...	n_{1c1}
	2	n_{112}	n_{122}	...	n_{1c2}
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	l	n_{11l}	n_{12l}	...	n_{1cl}
2	1	n_{211}	n_{221}	...	n_{2c1}
	2	n_{212}	n_{222}	...	n_{2c2}
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	l	n_{21l}	n_{22l}	...	n_{2cl}
$\vdots$	1			...	
	2			...	
	$\vdots$			...	
	l			...	
r	1	n_{r11}	n_{r21}	...	n_{rc1}
	2	n_{r12}	n_{r22}	...	n_{rc2}
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	l	n_{r1l}	n_{r2l}	...	n_{rcl}

Üç yönlü tablolarda r satırları, c sütunları ve l tabakaları gösterir. ijk gözündeki gözlenmiş frekans n_{ijk} olarak verilir. i=1,2,....,r, j=1,2,....,c ve k=1,2,...,l. Çeşitli alt indisler dikkate alınarak yapılan toplamlar marjinal toplamlar olarak adlandırılır. Örnek olarak i ve j'in tüm değerleri için yapılan toplam, k'ıncı tabakanın marjinal toplamını verir. Benzer şekilde her j ve k, her i ve k indislerine ait n_{ijk} değerlerinin toplanmasıyla i'inci satırın ve j'inci sütunun marjinal toplamları elde edilir. Bu toplamlar tek değişkenli marjinal toplamlar olarak bilinir. Bu toplamlar şu şekilde verilebilir:

$$n_{i..} = \sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l} n_{ijk},$$

$$n_{.j.} = \sum_{i=1}^{r}\sum_{k=1}^{l} n_{ijk},$$

$$n_{..k} = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c} n_{ijk}.$$

Gözlenmiş frekansların genel toplamı ($n_{...}$) ise şu şekilde hesap edilir;

$$n_{...} = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l} n_{ijk},$$

ve genellikle N olarak gösterilir.

İki yönlü tablolardaki iki değişkenin bağımsızlığı hipotezine karşılık gelen hipotez, üç yönlü tablolarda üç değişkenin bağımsızlığı şeklindedir. Üç yönlü tabloda değişkenlerin karşılıklı bağımsızlık hipotezi aşağıdaki gibi gösterilebilir. Bu hipoteze göre satırlar, sütunlar ve tabakalar birbirinden tamamen bağımsızdır.

$$H_0: p_{ijk} = p_{i..}\, p_{.j.}\, p_{..k}$$

p_{ijk}; ijk gözündeki gözlemlerinin gözlenme olasılığını, $p_{i..}$,$p_{.j.}$ ve $p_{..k}$ satır , sütun ve tabaka değişkenlerinin marjinal olasılıklarını gösterir. Verilen bu hipotez iki yönlü tablolar için kurulan bağımsızlık hipotezinin üç yönlü tablolardaki karşılığıdır. Bu hipotezi test etmek için, iki yönlü tablolarda kullanılan yaklaşım kullanılır. İlk olarak H_0 hipotezinin geçerliliğinde, beklenen frekanslar hesaplanır. Daha sonra, bu frekanslar bilinen χ^2 istatistiğindeki gibi gözlenmiş frekanslarla eşleştirilir. Son olarak serbestlik derecesi ve önemlilik düzeyi belirlenir. Üç değişkenli karşılıklı bağımsızlık hipotezi durumunda örnek beklenen frekasların bulunmasında da iki yönlü tablolar için kullanılan yönteme benzer yöntem kullanılır.

$$E_{ijk} = N\hat{p}_{i..}\hat{p}_{.j.}\hat{p}_{..k},$$

eşitliğindeki $\hat{p}_{i..}, \hat{p}_{.j.} ve\ \hat{p}_{..k}$ olasılıkları $p_{i..}$, $p_{.j.}$ ve $p_{..k}$ olasılıkların tahminleridir. Bu olasılık tahminleri, ilgili değişkenlerin marjinal toplamlarından hareketle hesap edilir.

$$\hat{p}_{i..} = \frac{n_{i..}}{N},\ \hat{p}_{.j.} = \frac{n_{.j.}}{N},\ \hat{p}_{..k} = \frac{n_{..k}}{N}$$

Bunlar ençok olabilirlilik tahminleridir. Marjinal olasılıklar eşitlik $E_{ijk} = N\hat{p}_{i..}\hat{p}_{.j.}\hat{p}_{..k}$, eşitliğinde yerine konulduğunda,

$$E_{ijk} = N\frac{n_{i..}}{N}\frac{n_{.j.}}{N}\frac{n_{..k}}{N}$$

$$= \frac{n_{i..}n_{.j.}n_{..k}}{N^2}$$

ijk gözünün beklenen frekansı elde edilmiş olur. Bu eşitlikten yararlanarak beklenen frekaslar hesaplanır.Daha sonra test istatistiği şu şekilde hesap edilir (Everitt, 1994).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l}\frac{\left(n_{ijk} - E_{ijk}\right)^2}{E_{ijk}}$$

Üç yönlü tablolar için χ^2 istatistiğinin serbestlik derecesi bilinen yöntem olan aşağıdaki genel eşitlik yardımıyla hesap edilebilir.

s.d.=(tablodaki göze sayısı-1) - (hipotez testi için verilerden yararlanılarak tahmin edilen olasılıkların sayısı)
=rcl-(r-1)-(c-1)-(l-1)-1
=rcl-r-c-l+2

Karşılıklı bağımsızlık hipotezi için tek değişkenli beklenen marjinal toplamların tek değişkenli gözlenen marjinal toplamlara ($E_{i..}=n_{i..}$, $E_{.j.}=n_{.j.}$ ve $E_{..k}=n_{..k}$) eşitliliği gibi kısıtlamalar sözkonusudur.

3. SİMULASYON ÇALIŞMASI VE SONUÇLAR

İki ve üç yönlü tabloların gözelerinde 5'den az frekansların olması halinde küçük örneklerde gerçekleşen I'inci tip hatanın nasıl etkilendiğini irdelemek amacıyla marjinal toplamları birbirine eşit ve birbirinden çok farklı (extrem) olan üçer tablo ele alınmıştır (Akyol,1999).

İki ve üç yönlü tablolarda kararlaştırılan marjinal toplamlar dikkate alınarak, 100000'er defa üretilip analize tabi tutulmuş ve gerçekleşen I'inci tip hata olasılıkları belirlenmiştir.

Tesadüfi sayı üretimi ve hesaplamalar (Ek 1) için gerekli program FORTRAN programlama dilinde yazılmıştır(Akyol,1999). Bu işle ilgili program yapılırken, Copas and Fisk (1979), Patefield (1981) tarafından yapılan iki yönlü tablolar için simulasyon programlarından yararlanılmıştır.

İki yönlü tablo olarak 3x2 düşünülmesi durumunda toplam gözlem adedi 12, 24 ve 60 olarak kararlaştırılmıştır. Bu toplam gözlemler satır ve sütun marjinal toplamlarına ilk olarak eşit şekilde, daha sonra da extrem olarak bölünmüştür. İki yönlü tabloda kararlaştırılan marjinal toplamlar Tablo 3'deki gibidir.

Eşit marjinal toplamlı durumunda, göz başına teorik olarak beklenen frekanslar 2, 4 ve 10 olmaktadır. Extrem marjinal toplamlı durumunda ise gözlere düşen teorik olarak beklenen frekanslar ise haliyle farklı olmaktadırlar.

Kararlaştırılan toplam gözlem adedi ve marjinal toplamlar çerçevesinde her bir tablodaki gözlenen frekanslar tesadüf sayılar üretim tekniği ile 100000'er defa üretilmiş ve bağımsızlığa ilişkin H_0 hipotezi α=0.05 düzeyinde kontrol edilmiştir. Bu simulasyon sonuçlarında, eşit marjinal toplamlı durumunda I'inci tip hata olasılıkları sırasıyla 0.14334, 0.07046 ve 0.04814 olarak gerçekleşmişlerdir. Extrem marjinal toplamlı durumunda ise I'inci tip hata olasılıkları sırasıyla 0.05995, 0.05161 ve 0.05538'dır. Dikkat edileceği üzere gözlere düşen teorik olarak beklenen frekanslar azalma yönünde 5'den çok uzaklaştığında gerçekleşen I'inci tip hata olasılıkları artmaktadır.

Tablo 3. 3x2 Yönlü Tablolar

a)Eşit marjinal toplamlı 3x2 yönlü tablolar

1'inci 3x2 yönlü tablo		2'inci 3x2 yönlü tablo		3'üncü 3x2 yönlü tablo	
Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2	Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2	Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2
4	6	8	12	20	30
4	6	8	12	20	30
4		8		20	
Genel toplam	12	Genel toplam	24	Genel toplam	60

b)Extrem marjinal toplamlı 3x2 yönlü tablolar

1'inci 3x2 yönlü tablo		2'inci 3x2 yönlü tablo		3'üncü 3x2 yönlü tablo	
Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2	Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2	Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2
2	2	4	4	10	20
3	10	6	20	20	40
7		14		30	
Genel toplam	12	Genel toplam	24	Genel toplam	60

Üç yönlü tabloların 3x2x3 olarak düşünülmesi durumundaki toplam gözlem adetleri 36, 72 ve 180 olarak kararlaştırılmıştır. Bu tablolarda satır, sütun ve tabaka marjinal toplamları Tablo 4'deki gibi kararlaştırılmıştır. Bu tablolarda eşit marjinal toplamlar durumunda teorik olarak beklenen frekanslar 2, 4 ve 10 olmaktadır. Extrem marjinal toplamlar durumunda ise gözlere düşen teorik olarak beklenen frekanslar farklı olmaktadırlar.

Kararlaştırılan toplam gözlem adedi ve marjinal toplamlar çerçevesinde her bir tablodaki gözlenen frekanslar tesadüf sayılar üretim tekniği ile 100000'er defa üretilmiş ve bağımsızlığa ilişkin H_0 hipotezi α=0.05 düzeyinde kontrol edilmiştir. Bu simulasyon sonuçlarında eşit marjinal toplamlar durumunda I'inci tip hata olasılıkları sırasıyla 0.03600, 0.04143 ve 0.04688 olarak gerçekleşmişlerdir. Farklı marjinal toplamlar durmunda gercekleşen I. tip hata olasılıkları 0.04713, 0.04141 ve 0.05719 'dır.

Dikkat edileceği üzere gözelere genellikle 5'den az gözlem düşecek şekilde verilen eşit marjinal toplamlar durumunda I'inci tip hata olasılıkları 0.05'in altına düşmektedir. Extrem marjinal toplamlar da benzer durum gözlenmektedir. Toplam gözlem sayısı 180 olarak kararlaştırıldığında eşit marjinal toplamlar çerçevesinde gerçekleşen I. tip hata α=0.05'e oldukca yakın (0.04688) olarak gerçekleşmekte, extrem marjinal toplamlar durumunda ise gerçekleşen I. tip hata α=0.05'in bir miktar üstünde (0.05719) bulunmaktadır. Bunun sebebi olarak da alınan üç yönlü tabloda extrem marjinal toplamlar durumunda gözlerde teorik olarak beklenen frekansların oldukça geniş bir aralıkta (0.28-50.9) değiştiği ve hesaplanan χ^2 istatistiğinin uygun serbestlik dereceli teorik χ^2 dağılımına uyumunun bir miktar etkilendiği düşünülebilir. Nitekim benzer durum toplam gözlem adedi 60 olan extrem marjinal toplamlı 3x2 iki yönlü tabloda da gözlenmektedir.

Tablo 4. 3x2x3 Yönlü Tablolar

a) Eşit marjinal toplamlı 3x2x3 yönlü tablolar

1'inci 3x2x3 yönlü tablo			**2'inci 3x2x3 yönlü tablo**		
Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2	Tabaka marj. toplamları k=1,2,3	Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2	Tabaka marj. toplamları k=1,2,3
12	18	12	24	36	24
12	18	12	24	36	24
12		12	24		24
Genel toplam		36	Genel toplam		72

3'üncü 3x2x3 yönlü tablo		
Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2	Tabaka marj. toplamları K=1,2,3
60	90	60
60	90	60
60		60
Genel toplam		180

b) Extrem marjinal toplamlı 3x2x3 yönlü tablolar

1'inci 3x2x3 yönlü tablo			**2'inci 3x2x3 yönlü tablo**		
Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2	Tabaka marj. toplamları k=1,2,3	Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2	Tabaka marj. toplamları k=1,2,3
6	10	8	12	20	15
10	26	10	20	52	20
20		18	40		37
Genel toplam		36	Genel toplam		72

3'üncü 3x2x3 yönlü tablo		
Satır marj. toplamları i=1,2,3	Sütun marj. toplamları j=1,2	Tabaka marj. toplamları k=1,2,3
20	30	15
60	150	55
100		110
Genel toplam		180

KAYNAKLAR

AKYOL, M. (1999),. *Çok Yönlü Tablolarda İstatistiksel Analizler,* Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Doktora Tezi. Ankara.

COPAS, J.B. and FİSK, P.R. (1979), *Applied Statistics,* Journal of the Royal Statistical Societyl. Series C. Volume:28. No:3.

EVERİTT, B.S. (1994), *The Analysis of Contingency Tables,* Monographs Applied Probability and Statistics 45, Chapman & Hall, New York.

PATEFIELD, W. M. (1981), *Algorithm As 159, An Efficient Method of Generating Random RxC Tables with Given Row and Column Totals,* Applied Statistics. Volume: 30, Pages: 91-97.

SERPER, Ö. (1986), *Uygulamalı İstatistik 2,* Filiz Kitabevi, Beyazıt İstanbul.

The Case of Cells of Two and Three Dimensional Tables Having Less Than 5 Frequencies, The Case of Fırst Type Error (α) Probabilities

ABSTRACT

2 and 3 dimensional tables are set as the frequencies of the table cells will be less than 5 and 5 or more, and marginal totals will be constant (equal to each other) and different from each other by simulation study. In these conditions, uniform random numbers were produced and χ^2 analyze has been done 100000 times by using same marginal totals. At the end of the simulation study, α (first type error) probabilities have been found. For the condition of constant (equal to each other) marginal totals in the case of having theoretical frequency as 2 and 4, a big difference has occurred for α probability realized.

Key Words: *Two-Dimensional Tables, Three-Dimensional Tables, Multidimensional Tables, The Analysis of χ^2, Simulation.*

Ek - 1 Marjinal toplamlardan hareketle iki ve üç yönlü tablolarda veri türetimi

```
*************************UC.FOR*************************************
*****************MARJİNAL TOPLAMLARDAN HAREKETLE*****************
****************İKİ VE ÜÇ YÖNLÜ TABLOLARDA VERİ TÜRETİR**********
****************100 000 DEFA TÜRETİLEN BU TABLOYU BAĞIMSIZLIK*****
*************TESTİ UYGULAR VE Ho RED VE KABUL SAYILARINI VERİR*
      DIMENSION NROWT(15),NCOLT(15),NTAT(15),BB(15,15)
      DIMENSION A(15,15,15),T(15),S(15),C(15),G(15,15,15),B(15,15)
      INTEGER NROW,NCOL,NTA,SD
      REAL KIKARE,TKIKAR
      OPEN(3,FILE='A:\UC17.DAT',STATUS='NEW')
      WRITE(*,*)'SATIR, SÜTUN VE TABAKA SAYISINI GİRİNİZ'
      WRITE(3,*)'SATIR, SÜTUN VE TABAKA SAYISINI GİRİNİZ'
      READ(*,*)NROW,NCOL,NTA
      WRITE(3,*)NROW,NCOL,NTA
      WRITE(*,*)'SATIR MARJİNAL TOPLAMLARINI GİRİNİZ'
      WRITE(3,*)'SATIR MARJİNAL TOPLAMLARINI GİRİNİZ'
      TT=0
      DO 101 I=1,NROW
      READ(*,*)NROWT(I)
101   WRITE(3,*)NROWT(I)

      WRITE(*,*)'SÜTUN MARJİNAL TOPLAMLARINI GİRİNİZ'
      WRITE(3,*)'SÜTUN MARJİNAL TOPLAMLARINI GİRİNİZ'
      DO 102 J=1,NCOL
      READ(*,*) NCOLT(J)
      WRITE(3,*)NCOLT(J)
102   TT=TT+NCOLT(J)

      IF (NTA.GT.1)THEN
      WRITE(*,*)'TABAKA MARJİNAL TOPLAMLARINI GİRİNİZ'
      WRITE(3,*)'TABAKA MARJİNAL TOPLAMLARINI GİRİNİZ'
      DO 103 K=1,NTA
      READ(*,*) NTAT(K)
103   WRITE(3,*)NTAT(K)
      ENDIF

      IF (NTA.LT.2)THEN
      SD=(NROW-1)*(NCOL-1)
      WRITE(*,*)SD
      WRITE(*,*)'SERBEST DERECELİ Kİ-KARE TABLO DEĞERİNİ GİRİNİZ'
      READ(*,*)TKIKAR
      WRITE(*,*)'LÜTFEN BEKLEYİNİZ'
      ELSE
      SD=(NROW*NCOL*NTA)-NROW-NCOL-NTA+2
      WRITE(*,*)SD
      WRITE(*,*)'SERBEST DERECELİ Kİ-KARE TABLO DEĞERİNİ GİRİNİZ'
      READ(*,*)TKIKAR
      WRITE(*,*)'LÜTFEN BEKLEYİNİZ'
      ENDIF
      MC=1
      NN=0
      MM=0
*
      DO 998 L=1,100000
      CALL RCONT(A,BB,NROW,NCOL,NROWT,NCOLT,NTA,NTAT)
      IF (NTA.LT.2)THEN
```

Ek 1 (devam)

```
      IF (MC.LT.6)THEN
      WRITE(3,*)MC
      WRITE(3,*)'. TABLO DEĞERİ'
      WRITE(3,*)'          I,       J '
      ENDIF
      DO 980 I=1,NROW
      DO 980 J=1,NCOL
      B(I,J)=NROWT(I)*NCOLT(J)/TT

      IF (MC.LT.6)THEN
      WRITE(3,*)BB(I,J),I,J
      ENDIF

980 CONTINUE
      KIKARE=0
      DO 970 I=1,NROW
      DO 970 J=1,NCOL
970 KIKARE=KIKARE+(BB(I,J)-B(I,J))**2/B(I,J)

      IF (MC.LT.6)THEN
      WRITE(3,*)'HESAPLANAN KİKARE DEĞERİ'
      WRITE(3,*)KIKARE
      MC=MC+1
      ENDIF

      IF (KIKARE.LE.TKIKAR)THEN
      NN=NN+1
      ELSE
      MM=MM+1
      ENDIF

      ELSE

      IF(MC.LT.6)THEN
      WRITE(3,*)MC
      WRITE(3,*)'.ÜRETİLEN TABLO DEĞERİ'
      WRITE(3,*)'A(I,J,K),  I,  J,  K'
      DO 601 I=1,NROW
      DO 601 J=1,NCOL
      DO 601 K=1,NTA
      WRITE(3,*)A(I,J,K),I,J,K
601 CONTINUE
      ENDIF
      N=0
      DO 201 I=1,NROW
      S(I)=0
      DO 202 J=1,NCOL
      DO 202 K=1,NTA
      S(I)=S(I)+A(I,J,K)
202 CONTINUE
      N=N+S(I)
*     WRITE(3,*)I,S(I)
201 CONTINUE
*     WRITE(3,*)'SÜTUN TOPLAMLARI'
      DO 203 J=1,NCOL
      C(J)=0
```

Ek 1 (devam)

```
      DO 204 I=1,NROW
      DO 204 K=1,NTA
      C(J)=C(J)+A(I,J,K)
204 CONTINUE
*     WRITE(3,*)J,C(J)
203 CONTINUE

*     WRITE(3,*)'TABAKA TOPLAMLARI'
      DO 205 K=1,NTA
      T(K)=0
      DO 206 I=1,NROW
      DO 206 J=1,NCOL
      T(K)=T(K)+A(I,J,K)
206 CONTINUE
*     WRITE(3,*)K,T(K)
205 CONTINUE

      DO 207 I=1,NROW
      DO 207 J=1,NCOL
      DO 207 K=1,NTA
      G(I,J,K)=(S(I)*C(J)*T(K))/(N*N)
*     WRITE(3,*)I,J,K,G(I,J,K)
207 CONTINUE
*     WRITE(3,*)'KI-KARE DEĞERİ VE SERBESTLİK DERECESİ'
      KIKARE=0
      DO 209 I=1,NROW
      DO 209 J=1,NCOL
      DO 209 K=1,NTA
      KIKARE=KIKARE+(A(I,J,K)-G(I,J,K))**2/G(I,J,K)
209 CONTINUE

      IF (MC.LT.6)THEN
      WRITE(3,*)'HESAPLANAN KİKARE DEĞERİ'
      WRITE(3,*)KIKARE
      MC=MC+1
      ENDIF

      IF (KIKARE.LE.TKIKAR)THEN
      NN=NN+1
      ELSE
      MM=MM+1
      ENDIF
*     WRITE(3,*)KIKARE,SD
      ENDIF
*
998 CONTINUE
      WRITE(3,*)'100 000 DEFA TEKRARLAMANIN SONUCU'
      WRITE(3,*)'Ho KABUL SAYISI,   Ho RED SAYISI , TABLO DEĞERİ'
      WRITE(3,*)NN,MM,TKIKAR

      STOP
      END
```

Ek 1 (devam)

```
      SUBROUTINE RCONT(A,BB,NROW,NCOL,NROWT,NCOLT,NTA,NTAT)
      DIMENSION MATRIX(15,15,15),NNTAT(15),A(15,15,15),NSUBT(15)
      DIMENSION MAT(15,15),BB(15,15),NROWT(15),NCOLT(15),KVECT(1500)
      DIMENSION NVECT(1500),NNVECT(1500),NTAT(15),MSUBT(15),KNVECT(1500)
      INTEGER NROW,NCOL,NTA
      REAL MATRIX
      IFAULT=0
*******HATALI GİRİŞLERİ KONTROL ETME
      IF(NROW .LE. 0) GOTO 212
      IF(NCOL .LE. 1) GOTO 213

      IF (NROWT(1) .LE. 0) GOTO 214
      MSUBT(1)=NROWT(1)
      DO 200 I=2,NROW
      IF (NROWT(I) .LE. 0) GOTO 214
      MSUBT(I)=MSUBT(I-1)+NROWT(I)
200   CONTINUE

      IF (NCOLT(1) .LE. 0) GOTO 215
      NSUBT(1)=NCOLT(1)
      DO 201 J=2,NCOL
      IF (NCOLT(J) .LE. 0) GOTO 215
      NSUBT(J)=NSUBT(J-1)+NCOLT(J)
201   CONTINUE
      NTOTAL=NSUBT(NCOL)

      IF(NTOTAL .GT. 1500) GOTO 216

*********************DEĞİŞİM İÇİN BAŞLANGIÇ VEKTÖRÜ
      DO 202 I=1,NTOTAL
      NVECT(I)=I
202   CONTINUE
*********************DEĞİŞİM İÇİN BAŞLANGIÇ VEKTÖRÜ
      DO 204 I=1,NTOTAL
      NNVECT(I)=NVECT(I)
204   CONTINUE
********************DEĞİŞİM VEKTÖRÜ
      NTEMP=NTOTAL
    5 CALL RANDOM_SEED()

      DO 205 I=1,NTOTAL
      CALL RANDOM_NUMBER(X1)
      IF (I.EQ.1)THEN
      IF (X2.EQ.X1)THEN
      GOTO 5
      ENDIF
      X2=X1
      ENDIF
      NOCT=X1*FLOAT(NTEMP)+1.0
      NVECT(I)=NNVECT(NOCT)
      NNVECT(NOCT)=NNVECT(NTEMP)
      NTEMP=NTEMP-1
205   CONTINUE

*********************RASGELE MATRİSİN ELDE EDİLMESİ
      IF (NTA.LT.2)THEN
```

Ek 1 (devam)

```
      DO 226 I=1,NROW
      DO 226 J=1,NCOL
      MAT(I,J)=0
226 CONTINUE

      II=1
      DO 221 I=1,NROW
      LIMIT=NROWT(I)
      DO 222 K=1,LIMIT

      DO 223 J=1,NCOL
      IF (NVECT(II) .LE. NSUBT(J)) GOTO 208
223 CONTINUE

208 II=II+1
      MAT(I,J)=MAT(I,J)+1
222 CONTINUE
221 CONTINUE

      DO 960 I=1,NROW
      DO 960 J=1,NCOL
960 BB(I,J)=MAT(I,J)

      ELSE
*
      NNTAT(1)=NTAT(1)
      DO 229 K=2,NTA
229 NNTAT(K)=NNTAT(K-1)+NTAT(K)

********************DEĞİŞİM İÇİN BAŞLANGIÇ VEKTÖRÜ
      DO 402 I=1,NTOTAL
      KVECT(I)=I
402 CONTINUE
********************DEĞİŞİM İÇİN BAŞLANGIÇ VEKTÖRÜ
      DO 404 I=1,NTOTAL
      KNVECT(I)=KVECT(I)
404 CONTINUE
********************DEĞİŞİM VEKTÖRÜ
      NTEMP=NTOTAL
  15 CALL RANDOM_SEED()

      DO 405 I=1,NTOTAL
      CALL RANDOM_NUMBER(X1)
      IF (I.EQ.1)THEN
      IF (X2.EQ.X1)THEN
      GOTO 15
      ENDIF
      X2=X1
      ENDIF
      NOCT=X1*FLOAT(NTEMP)+1.0
      KVECT(I)=KNVECT(NOCT)
      KNVECT(NOCT)=KNVECT(NTEMP)
      NTEMP=NTEMP-1
405 CONTINUE
```

Ek 1 (devam)

```
    DO 230 I=1,NROW
    DO 230 J=1,NCOL
    DO 230 K=1,NTA
    MATRIX(I,J,K)=0
230 CONTINUE

    II=1
    DO 300 I=1,NROW
    LIMIT=NROWT(I)
    DO 301 K=1,LIMIT
    DO 302 J=1,NCOL
    IF (NVECT(II).LE.NSUBT(J))THEN
    DO 303 L=1,NTA
    IF (KVECT(II).LE.NNTAT(L))GOTO 281
303 CONTINUE
    ELSE
    ENDIF
302 CONTINUE
281 II=II+1
    MATRIX(I,J,L)=MATRIX(I,J,L)+1
301 CONTINUE
300 CONTINUE


    DO 291 I=1,NROW
    DO 291 J=1,NCOL
    DO 291 K=1,NTA
    A(I,J,K)=MATRIX(I,J,K)
291 CONTINUE

    ENDIF

    RETURN
********************SATIR SAYISININ 0 VE DAHA AZ OLMASI DURUMU
212 IFAULT=1
    WRITE(*,*)'SATIR SAYISININ 0 VE DAHA AZ OLMASI DURUMU'
    RETURN
**********************SÜTUN SAYISININ 1 VE DAHA AZ OLMASI DURUMU
213 IFAULT=2
    WRITE(*,*)'SÜTUN SAYISININ 1 VE DAHA AZ OLMASI DURUMU'
    RETURN
************SATIR MARJİNAL TOPLAMININ 0 VE DAHA AZ OLMASI DURUMU
214 IFAULT=3
    WRITE(*,*)'SATIR MARJİNAL TOPLAMININ 0 VE DAHA AZ OLMASI DURUMU'
    RETURN
**************SÜTUN MARJİNAL TOPLAMININ 0 VE DAHA AZ OLMASI DURUMU
215 IFAULT=4
    WRITE(*,*)'SÜTUN MARJİNAL TOPLAMININ 0 VE DAHA AZ OLMASI DURUMU'
    RETURN
************BÜYÜK ÖRNEKLEM DURUMU
216 IFAULT=5
    WRITE(*,*)'BÜYÜK ÖRNEKLEM DURUMU'
    RETURN
    END
```