

# KRUSKAL-WALLIS TESTİ VE FRIEDMAN TESTİNİN ALTERNATİF PARAMETRİK TEKNİKLERLE KARŞILAŞTIRILMASI VE BAZI PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN ÇOKLU KARŞILAŞTIRMA YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ

Serpil ERGÜN BÜLBÜL

*M.Ü., Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu, Öğretim Görevlisi, Dr.*

*Abstract: The analysis of variance procedure was concerned with whether three or more population means are equal. The data were interval-or ratio- level, and it was assumed the populations were normally distributed and the standard deviations of those populations were equal. When either of these assumptions is not met, we need an alternative test. The Kruskal-Wallis (K-W) test is the nonparametric alternative to the one way analysis of variance F test, which requires data measured on at least an interval scale. The K-W test requires data measured on only an ordinal scale and assumes only continuous distributions. With three or more related or matched samples, the Friedman test is appropriate; its parametric counterpart is the two-way ANOVA without interaction.*

*The purpose of this paper is to compare these techniques. The sample consisted of 100 students who are attending the second class of the University of Marmara, Banking and Insurance High School. Two parametric methods (one way ANOVA and two-way ANOVA without interaction) and two non-parametric methods (K-W test and Friedman test) applied on the data. The results of the nonparametric tests compared with those from the parametric tests. Also, the sample data given in the study was analyzed using multiple comparisons tests.*

## I. GİRİŞ

Parametrik testler (klasik yöntemler); gözlemlerin bağımsız, aynı ya da bilinen bir varyans oranına sahip ve normal dağılım gösteren anakütlelerden seçilmiş olması, incelenen değişkenlerin en azından bir aralıklı veya oransal ölçek üzerinde ölçülmüş olması gibi kullarılarını belirleyen belli varsayımlara sahip testlerdir. Ancak örneklerin seçtikleri anakütlelerin dağılımları hakkında karar verilememesi ve örnek birim sayısının yeteri kadar büyük olmaması halinde, hipotezlerin klasik yöntemlerden daha az kısıtlayıcı varsayımlar altında test edilmesini sağlayan parametrik olmayan testlerin kullanılması gerekir[1]. Ayrıca aralıklı ve oransal ölçekli verilere uygun olan parametrik yöntemler, sınıflayıcı veya sıralayıcı ölçekli gözlemlerde uygulanamayacağından bu tür ölçme düzeylerinde de parametrik olmayan testler kullanılır.

Bu çalışmada testlere ilişkin genel bilgiler verildikten sonra, Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu Bankacılık, Sermaye Piyasası, Sigortacılık ve Aktüarya Bölümü 1999-2000 eğitim-öğretim yılı II. Sınıf öğrencilerinin bahar dönemi İstatistik II dersi başarı puanlarından yararlanılarak parametrik tek yönlü varyans analizi ve bu teste alternatif olarak parametrik olmayan Kruskal-Wallis testi (K-W testi), dört bölüm öğrencilerine ilişkin başarı puanları ve devam oranları kullanılarak da parametrik iki yönlü varyans analizi ve parametrik olmayan Friedman testi yapılmış, uygulanarak parametrik ve parametrik olmayan test sonuçları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca sıfır hipotezinin reddedilmesi halinde uygun çoklu karşılaştırma testleri de uygulanmış ve farklılığın hangi grup/gruplardan kaynaklandığı belirlenmiştir.

## II. TEK YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ – KRUSKAL-WALLIS TESTİ VE ÇOKLU KARŞILAŞTIRMA TESTLERİ

Üç veya daha fazla anakütle ortalaması arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı araştırılması amacıyla kullanılmakta olan varyans analizinin uygulanabilmesi için, örneklerin seçildiği anakütlelerin normal dağılımı olması ve varyanslarının birbirine eşit olması gerekir. Bu varsayımlardan en az birinin sağlanamaması ya da sapmalar olması durumunda (özellikle örnek birim sayıları küçük olduğunda) tek yönlü varyans analizinin değil, W.H.Kruskal ile W.A.Wallis (1952) tarafından önerilen ve anakütlelerin biçimi hakkında hiçbir varsayım gerektirmeyen K-W testinin uygulanması gerekir[2].

K-W testinin uygulanabilmesi için örnekler birbirinden bağımsız, incelenen değişkenler sürekli ve veriler en azından aralıklı bir ölçekle belirlenmiş olmalıdır. Bu test ile k örneklemin aynı ana kütlede veya ortalamalar açısından eşit anakütlelerden geldiği şeklinde ifade edilen sıfır hipotezi test edilir ve aşağıda tanımlanan H istatistiği kullanılır[3].

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

k = Örnek sayısı

$n_j$  = Her örnekteki birim sayısı (j. örnekteki gözlemlerin sayısı)

$N = \sum n_j$ , birleştirilmiş bütün örneklerdeki birim sayısı

$R_j$  = j. örnek için sıra sayıları toplamı

Eğer sıfır hipotezi doğruysa, diğer bir deyişle k örneklem gerçekten aynı anakütleden veya eşit anakütleden seçilmişse, k birim sayısı çok büyük olmamak koşuluyla H test istatistiği, (k-1) serbestlik derecesi ile  $\chi^2$  dağılımı gösterir[4].

Her örnekteki birim sayısı  $n_j \geq 5$  olduğunda H istatistiği (k-1) serbestlik dereceli  $\chi^2$  dağılımına yaklaştığından H değeri  $\chi_{\alpha, k-1}^2$  tablo değeriyle karşılaştırılarak karar verilir. Sadece üç grup (k=3) varsa ve her bir gruptaki gözlem sayısı 5 ya da 5'den azsa, H istatistiğinin anlamlılığı, ilk sütunu üç örnekteki birim sayısını ( $n_1, n_2, n_3$ ), ikinci sütunu çeşitli H değerlerini ve üçüncü sütunu gözlenen H değerleri kadar büyük değerlerin  $H_0$  koşulu altında ortaya çıkma olasılıklarını gösteren olasılık tablosu kullanılarak belirlenir.

Aynı değere sahip eşit gözlemler olduğunda, her gözleme aynı oldukları sıranın ortalaması verilerek H istatistik değeri;

$$1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}$$

ifadesine bölünerek düzeltilir. Burada;

$T = t^3 - t$  (t, eşit gözlemlerden oluşan bir grup içinde aynı sıranın kaç kez tekrarlandığını gösterir) olarak ifade edilir[5].

### III. ETKİLEŞİMSİZ İKİ YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ - FRIEDMAN TESTİ VE ÇOKLU KARŞILAŞTIRMA TESTLERİ

Tek yönlü varyans analizi, incelenen olay üzerinde tek bir faktörün etkisini araştırırken, etkileşimsiz iki yönlü varyans analizi, incelenen olay üzerinde etkili ancak birbirlerini etkilemeyen iki faktörün etkisinin araştırılmasını sağlayan bir yöntemdir[6]. Parametrik varyans analizinde ana kütlelerin normal dağılıma ve eşit varyansa sahip olma varsayımları parametrik olmayan bu testte bulunmadığından uygulanması daha kolaydır[5].

Daha önce de belirtildiği gibi K-W testini uygulayabilmek için, örneklerin ait oldukları

anakütlerden bağımsız olarak çekilmeleri gerekir. Ancak genellikle bağımsız olmayan ya da ilişkili örneklerden elde edilen verilerin analiz edilmesi istenir. İki bağımlı örnek için işaret testi, ortalama farkının sıfır olmasını ifade eden sıfır hipotezini test etmek için uygun bir parametrik olmayan yöntemdir. Ancak üç ya da daha fazla ilişkili örneklerin (bağımlı k örneklemin) işlem etkileri arasında fark olmadığını ifade eden sıfır hipotezi test edilmek istendiğinde genellikle Friedman testi kullanılır. Bu test parametrik etkileşimsiz iki yönlü varyans analizinin alternatifidir.

Bu testi uygulayabilmek için önce her sıradaki gözlemler, en büyüğe veya en küçüğe (1) sıra numarası verilerek sıralanır ve  $\chi^2$  test istatistiği hesaplanır :

$$\chi_{c/r}^2 = \frac{12}{rc(c/r+1)} \sum_{j=1}^k (R_j)^2 - 3c/r(c/r+1)$$

$c/r = c$  ya da  $r$  anlamındadır.

$r$  = Satırların sayısı

$c$  = Sütunların sayısı

$R_j$  = j. sütundaki ya da satırdaki sıraların toplamı

Hesaplanan  $\chi_{c/r}^2$  test istatistiği, (k-1) serbestlik dereceli  $\chi_{\alpha, k-1}^2$  tablo değerleri ile karşılaştırılır ve sıfır hipotezinin kabulüne ya da reddine karar verilir[4,7].

### IV. UYGULAMA

Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu; Bankacılık, Sermaye Piyasası, Sigortacılık ve Aktüarya Bölümleri II. Sınıf öğrencilerinin 1999-2000 bahar dönemi İstatistik II dersi başarı puanları kullanılarak, önce bölümler arası farklılık olup olmadığı tek yönlü ANOVA ve alternatif olarak parametrik olmayan K-W testi ile incelenmiş, uygun çoklu karşılaştırma testleri yapılmış ve daha sonra araştırmaya ikinci bir faktör olarak devam oranları da dahil edilerek verilere etkileşimsiz iki yönlü ANOVA ve parametrik olmayan Friedman testi uygulanmıştır.

#### IV.1. Tek Yönlü Varyans Analizi ve Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testi

Bölümlerin İstatistik II dersi başarı puanları arasında fark olup olmadığını belirleyebilmek için,

$H_0$  = Bölümlerin başarı puanları aynıdır.

$H_1$  = Bölümlerden en az birinin başarı puanları farklıdır.

hipotezleri test edilmiş ve Tablo 1 de gösterilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Öneri.C.4.S.15.

$$F = 4.155 \quad F_{0.05;3,96} = 2.68$$

4.155 > 2.68 olduğu için % 5 anlamlılık düzeyinde bölümler arasında başarı puanları arasında farklılık olduğu kabul edilir. Bu farkın hangi bölümlerden olduğunu araştırmak için Tukey HSD hesaplanmıştır :

$$HSD = 3.68 \quad \sqrt{\frac{623.682}{25}} = 18.38$$

$$Q_{0.05;4,96} = 3.68$$

Ortalamalar arasındaki farklar

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 23.36 *$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 18.6 *$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_4 = 11.12$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = -4.76$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_4 = -12.24$$

$$\bar{X}_3 - \bar{X}_4 = -7.48$$

*Tablo.1. Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları*

Değişkenlik Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Gruplar arası	7773.310	3	2591.103	4.155
Gruplar içi (hata)	59873.440	96	623.682	
Genel	67646.750	99		

Tukey HSD testinden elde edilen sonuçlar Tablo 2 de gösterilmiştir :

*Tablo.2. Tukey HSD Testi Sonuçları*

	1	2	3
2	23.36*		
3	18.6*	-4.76	
4	11.12	-12.24	-7.48

1.bölüm; 2. ve 3. bölümlerden farklı, 4. bölümle aynı, 2. bölüm; 1. bölümden farklı, 3. ve 4. bölümlerle aynı, 3. bölüm; 1. bölümden farklı, 2. ve 4. bölümlerle aynı, 4. bölüm; 1., 2. ve 3. bölümlerle aynıdır.

#### IV.2.Kruskal-Wallis Testi ve Parametrik Olmayan Çoklu Karşılaştırma Testleri

##### IV.2.1. K-W Testi

Dört bölüm öğrencisinin İstatistik dersi başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı, K-W testi ile % 5 anlamlılık düzeyinde test edilerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

$H_0$  = Bölüm farklılığı başarı puanları üzerinde etkili değildir.

$H_1$  = Bölüm farklılığı başarı puanları üzerinde etkilidir.

$$\chi_{0.05;4-1} = 7.815$$

$$\chi^2 = 12.076$$

12.076 > 7.815 olduğu için  $H_0$  hipotezi reddedilerek, bölüm farklılığının başarı puanları üzerinde etkili olduğu kabul edilmektedir.

##### IV.2.2. Parametrik Olmayan Çoklu Karşılaştırma Testleri

Bölüm farklılığının başarı puanları üzerinde etkili olduğu kabul edildiğinden, bu farklılığın hangi bölüm/bölümlerden kaynaklandığının belirlenmesi gerekir. K-W testinde önemli grupların belirlenmesi için iki farklı çoklu karşılaştırma yaklaşımı uygulanmaktadır : (1) Parametrik olmayan Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi. (2) Hollander-Wolfe yöntemi. Aşağıda bu yöntemler sırasıyla uygulanmıştır.

##### a) Parametrik Olmayan Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testi

Bu testin yapılabilmesi için Tukey HSD testi kritik değerler tablosundan  $k = 4$ ,  $N = 100$ ,  $N-k = 100-4 = 106$  için  $Q_{\alpha;k,N-k} = Q_{0.05;4,106} = 3.69$  olarak belirlenmiş ve ikili karşılaştırmalarda ortak standart hata,

$$SH_2 = \sqrt{\frac{n(2n)(2n+1)}{12}}$$

$$= \sqrt{\frac{25(2 \times 25)[(2 \times 25) + 1]}{12}} = 72.887 \text{ ve}$$

$D_{\max} = 3.69 \times 72.887 = 268.953$  olarak hesaplanmıştır.

Ortalamalar arasındaki farklar

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 657.5^*$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 522.5^*$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_4 = 270^*$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 135$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_4 = 387.5^*$$

$$\bar{X}_3 - \bar{X}_4 = 252.5$$

Tukey HSD testinde elde edilen sonuçlar Tablo 3 de gösterilmiştir :

**Tablo.3. Parametrik Olmayan Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları**

BÖLÜM	1	2	3
2	657.5 *		
3	522.5 *	135	
4	270 *	387.5 *	252.5

1.bölüm; 2., 3. ve 4. bölümlerden farklıdır. 2. bölüm; 3. bölümden farksız, 1. ve 4. bölümlerden farklıdır. 3. bölüm, 2. ve 4. bölümlerden farksız, 1. bölümden farklıdır. 4. bölüm, 3. bölümden farksız, 1. ve 2. bölümlerden farklıdır.

#### b) Hollander-Wolfe Yöntemi

Bu yöntemde göre, gruplar arası farklılık için her bir grubun ortalama sıralama puanının ( $\bar{R}_i$ ), toplam ortalama sıralama puanından ( $\bar{R} = (N+1)/2$ ) farklarının R'nin standart hatasına

$$(SH_R = \sqrt{\frac{(N+1)(N/n_i - 1)}{12}})$$
 bölümü ile

hesaplanan  $z_i$  test değeri, standart normal dağılım tablo kritik değerleri (1.96, 2.58 ve 3.28) ile karşılaştırılarak anlamlılık düzeyi belirlenir[8].

Hollander-Wolfe yöntemine göre her bir bölümün sıralama ve ortalama sıralama puanları aşağıda Tablo 4 de verilmiştir :

**Tablo.4. Hollander-Wolfe Yöntemine Göre Hesaplanan Sıralama ve Ortalama Sıralama Puanları**

	Bankacılık (I)	S.Piyasası (II)	Sigortacılık (III)	Aktüarya (IV)
Sıralama puanı ( $R_i$ )	1625	967.5	1102.5	1355
Ortalama sıralama puanı ( $\bar{R}_i$ )	65	38.7	44.1	54.2

$$\bar{R} = \frac{5050}{100} = 50.5$$

$$SH_{\bar{R}} = \sqrt{\frac{(100+1)[(100/25) - 1]}{12}} = 5.025$$

$$z_1 = \frac{65 - 50.5}{5.025} = 2.885 > 1.96$$

$$z_2 = \frac{38.7 - 50.5}{5.025} = -2.348 > 1.96$$

$$z_3 = \frac{44.1 - 50.5}{5.025} = -1.2736 < 1.96$$

$$z_4 = \frac{54.2 - 50.5}{5.025} = 0.736 < 1.96$$

1.bölüm öğrencilerinin başarı puanları, diğer bölüm öğrencilerinin başarı puanlarından önemli düzeyde yüksektir.

#### IV.3. Etkileşimsiz İki Yönlü Varyans Analizi ve Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testi

İstatistik II dersindeki başarının bölüm farklılığından ve öğrencilerin derse devam oranlarından etkilenip etkilenmediğinin araştırılması için, sütunlara 4 bölüm ve satırlara farklı devam oranları yerleştirilerek hazırlanan tablo verilerine iki faktörün birbirlerini

etkilemediği varsayımı altında iki yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Bu durumda test edilecek hipotezler;

$H_0$  = Bölümlerde başarı puanları birbirine eşittir.

$H_1$  = En az bir bölümün başarı puanı farklıdır.

$H_0$  = Devam oranlarının farklı olması başarı puanlarını etkilemez.

$H_1$  = Devam oranı farklı öğrencilerden en az birinin başarı notu, diğerlerinden farklıdır şeklindedir.

##### I. hipotez için F testi

$$F = 3.918 \quad F_{0.05;3,6} = 4.76$$

3.918 < 4.76 olduğu için bölümlerde başarı puanlarının birbirine eşit olduğu, yani  $H_0$  hipotezi kabul edilir.

##### II. hipotez için F testi

$$F = 15.772 \quad F_{0.05;2,6} = 5.14$$

15.772 > 5.14 olduğu için  $H_0$  hipotezi reddedilerek, devam oranı farklı öğrencilerin başarı puanlarının farklı olduğu kabul edilir.

Etkileşimsiz iki yönlü varyans analizi sonucunda elde edilen değerler Tablo 5 de gösterilmiştir.

Tablo.5. Etkileşimsiz İki Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Değişkenlik Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Birimler arası	1468.917	3	489.639	3.918
İşlemler arası	3942.167	2	1971.083	15.772
Hata	749.833	6	124.972	
Toplam	6160.917	11	560.083	

Bu sınıfta İstatistik dersindeki başarı notu, bölümler arasında farklı değil, ancak derse devam oranı farklı olan öğrenciler arasında farklıdır. İstatistik dersinde başarı, bölüm farklılığından etkilenmemekte, ancak devam oranından etkilenmektedir. Hangi devam oranına sahip öğrenciler arasında anlamlı fark olduğunu belirleyebilmek için Tukey HSD değeri (beklenen gerçekten önemli fark değeri);

$$Q_{0.05;3,6} = 4.34$$

$$HSD = 4.34 \sqrt{\frac{124.972}{4}} = 24.2586$$

olarak hesaplanır ve "ortalamalar arasındaki farklar"la karşılaştırılır[9].

##### Ortalamalar arasındaki farklar

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = -11$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = -42.75^*$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = -31.75^*$$

Tukey HSD testinden elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 6 da sunulmuştur.

**Tablo.6. Tukey HSD Testi Sonuçları**

Bölüm	1	2
2	-11	
3	-42.75*	-31.75

1.ve 3. grup ortalamaları arasındaki farklar ile 2. ve 3. grup ortalamaları arasındaki farklar % 5 düzeyinde

anlamli olup, 1. ve 2. grup ortalamaları arasındaki farklar anlamli değildir.

#### IV.4. Friedman İki Yönlü Varyans Analizi

Devam oranları farklı öğrenciler arasından rassal olarak seçilen dört farklı bölüm öğrencisinin başarı puanları Tablo 7 de gösterilmiş ve Friedman iki yönlü varyans analizinin uygulanabilmesi için sıra ve sütunlar sırasıyla sıralanmıştır.

**Tablo.7. Bölümlerine ve Devam Oranlarına Göre Öğrencilerin Başarı Puanları**

Devam Oranları (%)	Bankacılık (I)	S.Piyasası (II)	Sigortacılık (III)	Aktüarya (IV)
% 60 dan az	25	15	60	30
% 60 - % 80	60	30	50	58
% 80 den fazla	85	70	90	80

Bölüm farklılığının başarı puanları üzerindeki etkisinin test edilmesi

$H_0$  = Bölüm farklılığı başarı puanları üzerinde etkili değildir.

$H_1$  = Bölüm farklılığı başarı puanları üzerinde etkilidir.

Her bir sütun kendi içinde sıralanmış ve Tablo 8 de gösterilen sıra toplamları ve sıra toplamları kareleri elde edilmiştir.

**Tablo.8. Bölümler İçin Hesaplanan Sıra Toplamları ve Sıra Toplamları Kareleri**

Devam Oranı (%)	Bölümler				$R_c$	$R_c^2$
	Bankacılık (I)	S.Piyasası (II)	Sigortacılık (III)	Aktüarya (IV)		
% 60 dan az	1	1	2	1	5	25
% 60 - % 80	2	2	1	2	7	49
% 80 den fazla	3	3	3	3	12	144

$$\sum R_c^2 = 218$$

$$\chi_r^2 = \frac{12}{4(3)(4)} \cdot 218 - [3(4)(4)] = 6.5$$

Tablo 8'deki verilerin anlamlılığını test edebilmek için Friedman çift yönlü varyans analizinde gözlenen  $\chi^2$  değerleri kadar büyük değerlere ilişkin olasılıklar tablosuna  $c = 4$ ,  $r = 3$  için bakıldığında,  $\chi^2 \geq 6.5$ 'un  $H_0$  koşulu altında meydana gelme olasılığı 0.075

olarak bulunur. Bu durumda  $0.075 > 0.05$  olduğu için  $H_0$  hipotezinin kabul edilmesi gerekir. Test sonucunda bölüm farklılığının başarı puanları üzerinde etkili olmadığı kabul edildiğinden çoklu karşılaştırma testi yapılmamıştır.

Devam oranları farklılığının başarı puanları üzerindeki etkisinin test edilmesi

$H_0$  = Devam oranı farklılığı başarı puanları üzerinde etkili değildir.

$H_1$  = Devam oranı farklılığı başarı puanları üzerinde etkilidir.

Her bir satır kendi içinde sıralanmış ve Tablo 9 da gösterilen sütun toplamları ve sütun toplamları kareleri elde edilmiştir.

$$\sum R_r^2 = 254$$

$$\chi_c^2 = \frac{12}{4(3)(5)} \cdot 254 - 3(3)(5) = 5.8$$

k = 4 ve r = 3 için,  $\chi^2 \geq 5.8$ 'in  $H_0$  koşulu altında meydana gelme olasılığı olarak p = 0.148 bulunur. Bu durumda 0.148 > 0.05 olduğu için  $H_0$  hipotezinin kabul edilmesi gerekir.

Tablo.9. Devam Oranları İçin Hesaplanan Sütun Toplamları ve Sütun Toplamları Kareleri

	Bölümler			
	Bankacılık ( I )	S.Piyasası ( II )	Sigortacılık ( III )	Aktüarya ( IV )
	2	1	4	3
	4	1	2	3
	3	1	4	2
$R_r$	9	3	10	8
$R_r^2$	81	9	100	64

$$\sum R_r^2 = 254$$

$$\chi_c^2 = \frac{12}{4(3)(5)} \cdot 254 - 3(3)(5) = 5.8$$

k = 4 ve r = 3 için,  $\chi^2 \geq 5.8$ 'in  $H_0$  koşulu altında meydana gelme olasılığı olarak p = 0.148 bulunur. Bu durumda 0.148 > 0.05 olduğu için  $H_0$  hipotezinin kabul edilmesi gerekir.

## V. SONUÇ

Çalışmada elde edilen test sonuçları genel olarak incelendiğinde, tek yönlü varyans analizinde F testi anlamlı bulunarak dört bölümün başarı puanları arasında farklılık olduğu kabul edilmiş ve bu testin parametrik olmayan alternatifi olan K-W testinde de aynı sonuca ulaşılmıştır. Farklılığın hangi bölümlerden kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla yapılan parametrik ve parametrik olmayan Tukey HSD çoklu

karşılaştırma testlerine ilişkin sonuçlar Tablo 10 da gösterilmiştir.

Tablo 10 incelendiğinde 3.bölüm ortalamasının 2. ve 4.bölüm ortalamalarına benzer olup, 1.bölüm ortalamasından farklı olmasının ortak sonuç olduğu, diğer sonuçların da 1.ve 4.bölüm ortalamaları ile 2.ve 3.bölüm ortalamaları arasındaki farklılığın anlamlılığı dışında aynı olduğu görülebilir. K-W testinde önemli bölümlerin belirlenmesi için Tukey HSD yöntemi dışında Hollander-Wolfe yaklaşımı da uygulanmış ve parametrik olmayan Tukey HSD çoklu karşılaştırma test sonuçları ile karşılaştırıldığında her iki yöntemde de 1.bölüm ortalamasının, 2.,3.ve 4.bölüm ortalamalarıyla anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmüş, ancak ilk testte 2.bölüm ortalaması, sadece 1.ve 4.bölüm ortalamalarından farklı olarak bulunurken Hollander-Wolfe yönteminde 3.bölüm ortalaması da farklı olarak hesaplanmıştır.

**Tablo.10. Tek Yönlü Varyans Analizi ve K-W Testlerine İlişkin Parametrik ve Parametrik Olmayan Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma Testlerinin Sonuçları**

	1	2	3
2	23.36* 657.5°		
3	18.6* 522.5°	-4.76* 135°	
4	11.12* 270°	-12.24* 387.5°	-7.48* 252.5°

\*, Parametrik Tukey HSD çoklu karşılaştırma testinde grup ortalamaları arasındaki farklılık

°, Parametrik olmayan Tukey HSD çoklu karşılaştırma testinde grup ortalamaları arasındaki farklılık

Etkileşimsiz iki yönlü varyans analizinde bölümler arasındaki farklar için F test istatistiği anlamlı sonuç vermediğinden, bölümlerde başarı puanlarının birbirine eşit olduğu kabul edilirken, devam oranları farklılığı için F istatistiği anlamlı bulunarak devam oranı farklı öğrencilerden en az birinin başarı notunun diğerlerinden farklı olduğu kabul edilmiştir. Bu farklılığın hangi devam oranı grubuna sahip öğrenciler arasında olduğunu belirleyebilmek için yapılan Tukey HSD testi sonucunda 1.ve 3.grup ortalamaları arasındaki farklar ile 2.ve 3.grup ortalamaları arasındaki farklar anlamlı, 1.ve 2.grup ortalamaları arasındaki farklar ise anlamsız bulunmuştur. Bu testin parametrik olmayan alternatifi olan Friedman testinde ise hem bölümler arasındaki farklılığın, hem de devam oranı farklılığının başarı puanları üzerinde etkili olmadığı sonucuna ulaşılmış ve bu nedenle çoklu karşılaştırma testleri yapılmamıştır. Böylece Friedman testinde devam oranı farklılığının başarı puanları üzerinde etkili olmadığı hipotezi kabul edilirken, etkileşimsiz iki yönlü varyans analizinde reddedilmiştir.

Sonuç olarak; parametrik tekniklerle, parametrik olmayan test sonuçları kısmen de olsa birbirinden farklı olarak bulunmuştur. Bunun nedeni, şu şekilde açıklanabilir : Örneklemlerden alınan puanlar parametrik testlerde matematiksel işlemlerle hesaplamaya dahil edilirken, parametrik olmayan testler bu tür güçlü ölçme tekniklerini gerektirmezler. Parametrik teknikler, farkların büyüklüğünden etkilenirken, parametrik olmayan testler K-W ve Friedman testlerinde olduğu gibi puanların sayısal değerlerine bakılmadan onların sıralarına ya da İşaret testi, Wilcoxon İşaretli Sıra testlerinde olduğu gibi işaretlerine dayandıkları için büyüklük farklarından etkilenmezler. Özet olarak; test sonuçları farklılıklarına iki yöntemin uygulama farklılığının ve farkların büyüklüklerinden etkilenme durumlarının neden olduğu söylenebilir.

#### YARARLANILAN KAYNAKLAR

- [1] Levin, R.J. **Statistics in Research and Development**. Second ed., Chapman & Hall, London, 1991, s.607.
- [2] Mason, R.D.; Douglas A. Lind. **Statistical Techniques in Business and Economics**, seventh ed., Richard D. Irwin, Inc., 1990, s.656.
- [3] Conover, W.J. **Practical Nonparametric Statistics**, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1971, s.257.
- [4] Siegel, Sidney. **Davranış Bilimleri İçin Parametrik Olmayan İstatistikler**. Çev. Yurdal Topsever, Ankara Üniversitesi Basımevi, A.Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Yayınları No: 274, Ankara, 1977, ss.184 - 185.
- [5] Daniel, W.W., J.C.Terrell, **Business Statistics**, Houghton Mifflin Company, 4th edition, Boston, 1986, ss.572-573.
- [6] Orhunbilge, Neyran. **Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri**, İşletme Fakültesi Yayın No:270, İstanbul, 1997, s.188.
- [7] Gibbons, Jean Dickinson. **Nonparametric Statistics**, Sage Publications, California, 1993, s.1.
- [8] Özdemir, Kazım. **Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 1, 2**. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 1999, ss.377-378.
- [9] Bülbül, Serpil Ergün. "Çoklu Karşılaştırma Testleri ve Bir Örnek Uygulama" **Öneri Dergisi**, Yıl: 6, Sayı: 14, Cilt: 3, Haziran 2000, İstanbul, s.97.