Kİ-KARE VE KOLMOGOROV SMİRNOV UYGUNLUK TESTLERİNİN SİMULASYON İLE ELDE EDİLEN VERİLER ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI

H. BİRCAN, Y. KARAGÖZ ve Y. KASAPOĞLU

Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü

Özet

Bu çalışmada uygunluk testi olarak Ki-Kare ve Kolmogorov-Simirnov testleri üzerinde durulmuştur. Simulasyon ile elde edilen bir ana kütleden alınan 20 örnek üzerinde hem Ki-Kare hem de Kolmogrov-Simirnov uygunluk testleri yapılmıştır. Her iki testten elde edilen P değerleri arasında önemli bir fark olmadığı, t testi ile araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ki-Kare, Kolmogorov-Smirnov Testi, Simülasyon

Abstract

The Comparation of Goodness-of-fit Tests of Chi-Square and Kolmogorov Simirnov with Data Obtained by Simulation

In this study, tests of Chi-Square and Kolmogorov-Simirnov have been given. Either Chi-Square or Kolmogorov-Simirnov tests is applied on 20 example. This examples are taken from an population which is produced with simulation. To find whether there is important difference between P values from these two tests t test carried out.

Keywords: Chi-Sguare, Tests of Kolmogorov-Smirnov, Simulation

GİRİŞ

Modern istatistiğin temel konusu olan tahmin teorisi; anakütle parametrelerinin tahmini ve hipotezlerin test edilmesi ile ilgilenmektedir. Hipotez testleri, parametrik ve nonparametrik testler olmak üzere, iki grupta toplanabilir. Gerekli varsayımların geçerli olmadığı durumlarda, parametrik teknikler büyük ölçüde güvenilirliklerini kaybederler. Bu gibi durumlarda, nonprametrik teknikler devreye girer.

Bilindiği gibi anakütle parametreleri tesadüfi seçimle alınacak örnek istatistikleri ile tahmin edilir. Örnekleme dağılımı bilindiği zaman, herhangi bir tahminin gerçek parametreye olan yakınlığı belirli bir ihtimalle belirtilebilir. Böylece tahmin değeri ile gerçek parametre arasındaki farklılık ihtimal ile ölçülmüş olur. Tahminde ana amaç, gerçek parametre ile tahmin edilen parametre arasındaki farkı asgari seviyede tutabilmek ve bu hatanın mutlak bazı sebeplerden mi, yoksa tesadüfi sebeplerden mi meydana geldiğini belirlemektir. Bu sebeplerden dolayı karara varabilmemiz için hipotez testleri kullanılır.

Bu çalışmada, temel amaç; parametrik ve nonparametrik testlere birer örnek olarak, Ki-Kare ve Kolmogorov-Simirnov teknikleri karşılaştırılacaktır. Yani tesadüfi sayı anakütlesinden alınan çok sayıdaki şans örnekleri üzerine Ki-Kare uygunluk testi ile Kolmogorov-Simirnov tek örnek testi ayrı ayrı uygulanarak, örneklerdeki özelliğin anakütle özelliğini yansıtıp yansıtmadığını her iki test ile belirlemektir. Ayrıca test istatistiklerine bakılarak önem seviyeleri test edilip hangi test için önem seviyesinin daha büyük olduğunu araştırmak ve böylece testler hakkında bir karşılaştırma yapabilmektir.

1. PARAMETRİK VE NONPARAMETRİK TESTLERİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Birbirine alternatif olan hipotez testlerinden hangisinin kullanılmasının daha uygun olacağına çeşitli kriterlere göre karar verilir. Bu kriterler (Işık 1995,46) testin kuvveti, testin dayandığı istatistiki modelin araştırma verilerine uygulanabilirliği ve kuvvet yetkinliğidir.

Bir nonparametrik testin açık bir avantajı, anakütle hakkında hiçbir şey bilinmediği zaman güvenle kullanılabilir olmasıdır. Meselâ, örnek hacmi öyle küçük olur ki, istatistiklerin örnekleme dağılımı normal dağılıma yaklaşmaz. Bu durumda nonparametrik bir tekniğe ihtiyaç duyulur. Nonparametrik testin diğer önemli bir avantajı ise, nominal ve ordinal verilerle yapılabilir olmasıdır. Halbuki parametrik testler daha yüksek seviyedeki verilere ihtiyaç duyar. Ayrıca, nonparametrik testler parametrik testlere nisbeten daha kolay ve pratiktir.

Nonparametrik testlerin dezavantajları da vardır. Meselâ, aynı şartlar altındaki parametrik testlerden daha az güçlüdür. Yani, II. Tip bir hata ihtimali nonparametrik testte daha büyüktür. Buna ilaveten, çoğunlukla, gözlenen değerler arasındaki farkın büyüklüğündense sadece yönü ile ilgilenir. Yani, gözlenen değerin belli bir değerden büyük veya küçük olup olmadığına bakar, ne kadar büyük veya küçük olduğu ile pek ilgilenmez. Bu sebeple nonparametrik testin etkinliği parametrik teste göre daha azdır. Ancak örnek hacmi arttırılmak suretiyle nonparametrik bir testin gücü ve etkinliği parametrik test seviyesine çıkarılabilir. (Kartal 1998,143).

2. Ki-Kare VE KOLMOGOROV SMİRNOV UYGUNLUK TESTLERİ

2.1. Kİ-KARE DAĞILIMI

Ki–Kare dağılımı ilk olarak 1900'lü yıllarda Pearson tarafından ortaya atılmıştır(Aytaç 1999: 317).

Ki-Kare dağılımı oldukça yaygın olarak ve bir çok maksatla kullanılan bir dağılımdır. Çoğu araştırmada çeşitli kategorilere giren deneklerin, nesnelerin veya cevapların sayısı ile ilgilenilir. Meselâ, bir grup insan belli bir anketin sorularına verdikleri cevaplara göre sınıflandırılabilirler. Araştırmacı belli bir tip cevabın diğerlerine kıyasla daha sık ortaya çıkıp çıkmayacağını belirlemek isteyebilir. Bu gibi durumlarda ve özellikle de sayımla belirlenen kalitatif özelliklerle ilgili testlerde daha ziyade Ki-Kare testi kullanılır.

Ki-Kare dağılımı; uygunluk, bağımsızlık, varyans, homojenlik ve bağımlı grupların testinde oldukça sık kullanılır (Kartal 1998: 103-138).

Ki–Kare; aritmetik ortalaması sıfır ve varyansı bir olan normal bölünmeli bir anakütleden herbiri diğerinden bağımsız olarak seçilen n birimli bir örnekleme ait değerlerin karelerinin toplamı demektir (Aytaç 1998: 317-318). Yani, Z_i, $i = 1, ..., n$ olmak üzere, n tane bağımsız standart normal dağılım için $Z_1^2, Z_2^2, ..., Z_n^2$ toplamı ile, n serbestlik dereceli **Ki-Kare** dağılımı elde edilir. Yani,

$$\chi_n^2 \approx \sum_{i=1}^{n} Z_i^2$$

olur (Hasgür 2000: 277; Ross1989:491; Dagpunar1988: 128-129; Bratley-Fox-Schrage 1987:174-175; Sobol 1984; 81-82; Leemis 1986 143-144).

Ki–Kare; iki veya daha fazla veri seti arasında önemli farkın olup olmadığını belirlemede araştırmacının kullanabileceği bir istatistiki analiz yöntemidir (Tokol 1996,72). Bu yöntemde gözlenen değerler ile beklenen değerler kıyaslanır.

2.2. Kİ-KARE UYGUNLUK TESTİ

Uygunluk testi belli bir hipoteze uygunluk ve ihtimal dağılımlarına uygunluk testi olarak iki kısımda incelenmektedir. Bu çalışmada belirli bir hipoteze uygunluk testi üzerinde durulacaktır

Belirli bir hipoteze uygunluk testinde; gözlenen frekansların (o_i), belli bir hipoteze göre elde edilen beklenen frekanslara (e_i) uygun olup olmadığı araştırılır.

N birimlik veri, r kategoriden oluşmak üzere, bu testin safhaları aşağıdaki gibi olur.

1-Hipotezler:

$H_0 : o_i = e_i , i = 1, 2, ..., r,\quad (o_1 = e_1 , o_2 = e_2 , ..., o_r = e_r)$ (Gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygundur)

$H_1 :\ o_i \neq e_i$ (Gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygun değildir. Fark önemlidir)

2-Test İstatistiği:

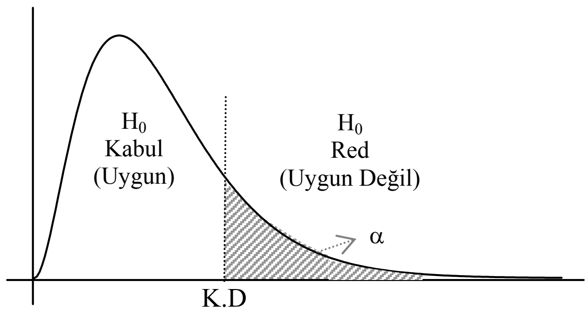
Test istatistiği aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r} \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Görüldüğü gibi o_i'lerin e_i'lere yaklaşması durumunda χ^2 istatistiği sıfıra yaklaşacaktır.

3-Karar Modeli ve Karar

Ki-Kare uygunluk testi sağ kuyruk testidir. Çünkü, $o_i - e_i$ farklarının kareleri alınarak χ^2 test istatistiği hesaplanır. Fark büyüdükçe, farkların kareleri pozitif yönde sonsuza doğru büyür. Böylece red bölgesi daima dağılımın sağ kuyruğunda olur. Buna göre karar modeli aşağıda gösterilmiştir.



Kritik değer (K.D), α önem seviyesi ve $s.d = r - 1 - m$ serbestlik derecesine göre hazırlanmış χ^2 kritik değerler tablosundan belirlenir. Burada m tahmin edilen parametre sayısıdır. Örnek olarak; normal dağılım için tahmin edilen parametreler μ ve σ olduğundan $m = 2$ alınır (Akyol–Gürbüz 2002: 24). Bu sebeple, kritik değer,

$$K.D. = \chi^2_{\alpha;\ r-1-m}$$

olarak sembolize edilir.

4. Karar Verme:

Test istatistiğinde hesaplanan χ^2 değeri ile kritik $\chi^2_{\alpha;\ r-1-m}$ değeri, karar modeline göre mukayese edilerek karar verilir. Buna göre,

$\chi^2 < \chi^2_{\alpha;\ r-1-m}$ ise, H_0 hipotezi kabul edilerek gözlenen değerlerle beklenen değerlerin birbirine (o_i'lerin e_i'lere) uygun olduğuna, görülen farklılığın önemsiz olduğuna α önem seviyesinde karar verilir.

$\chi^2 > \chi^2_{\alpha;\, r-1-m}$ ise, H_0 hipotezi reddedilerek gözlenen değerlerle beklenen değerlerin birbirine (o_i'lerin e_i'lere) uygun olmadığına α önem seviyesinde karar verilir.

Testten daha güvenilir sonuç almak için şu iki durum dikkate alınmalıdır (Kartal 1998,106).

1) İki kategori varsa her bir beklenen frekans 10 veya daha büyük olmalıdır.

2) Kategori sayısı ikiden fazla ise (r > 2) herbir beklenen frekans beş veya daha büyük olmalıdır.

Ki–Kare testi yaparken, çok sık yapılan yanlış kullanma hatalarından birisi küçük beklenen frekanslarla çalışılmasıdır. Küçük bir beklenen frekansın χ^2 ye katkısı büyük olacaktır. e_i küçüldükçe χ^2 büyüyecektir. Bu durum H_0 hipotezinin reddedilmesi ihtimalini arttırır.

3. KOLMOGOROV-SİMİRNOV TESTİ

χ^2 uygunluk testlerinin alternatifi olan Kolmogorov-Simirnov testi, Kolmogorov tarafından 1933 yılında önerilmiştir. Kolmogorov, tek örnek için uyum iyiliği testini önermiştir. 1939 yılında ise bir Rus matematikçisi olan Simirnov tarafından iki bağımsız örnek için uyum iyiliği testi geliştirilmiştir. Kolmogorov ve Simirnov testi benzerlik nedeniyle, uygulamada, Kolmogorov–Simirnov uyum iyiliği testleri olarak bilinirler.

χ^2 testinin uygulanabilmesi için beklenen frekansların 5'den büyük olması istenir. Kolmogorov-Simirnov testi böyle bir şarta dayanmadığı için kolayca uygulanabilmektedir. **Ki-Kare** testinde beklenen frekansların 5'ten büyük olması için ya örneklerin büyük hacimli olması gerekir (bu masraflı bir iştir), yada sınıflar birleştirilmek suretiyle beklenen frekansların 5'den büyük olması sağlanır. Bu durumda ise bilgi kaybı söz konusudur. Oysa Kolmogorov-Simirnov testinde beklenen frekanslar için bir alt limit söz konusu değildir (Kartal 1998: 103-138).

3.1. KOLMOGOROV-SİMİRNOV TEK ÖRNEK TESTİ

Bu çalışmada Kolmogorov-Simirnov tek örnek testi kullanılacaktır. Tek örnek için Kolmogorov-Simirnov testi iki kümülatif dağılım fonksiyonunun incelenmesi temeline dayanır (Gamgam 1998, 196). Bunlardan birincisi sıfır hipotezinde belirtilen kümülatif dağılım fonksiyonudur. İkincisi örnekten elde edilen gözlenen kümülatif dağılım fonksiyonudur. Kolmogorov-Simirnov tek örnek testinde hipotezler şöyle kurulur.

1. Hipotezler

$H_0 : o_i = e_i$ (Gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygundur)

$H_1 : o_i \neq e_i$ (Gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygun değildir. Fark önemlidir).

2. Test İstatistiği: Test istatistiği D ile gösterilir. D; gözlenen ve beklenen değerlerin kümülatif nisbi frekansları arasındaki mutlak farkın en büyüğüdür (Kartal 1998, 149).

$$D = \max | F_0 - F_e |$$

$F_0 =$ Gözlenen kümülatif nisbi frekans

$F_0 =$ Beklenen kümülatif nisbi frekans

3-Karar Modeli ve Karar

KD = Dα; n

D > K. D ise gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygun olmadığına α önem seviyesinde karar verilir.

H_0 hipotezi kabul edilirse gözlenen frekansların beklenen frekanslara uygun olduğuna karar verilir.

3.2. ANAKÜTLE, ÖRNEKLER VE TEST EDİLECEK ÖZELLİĞİN SEÇİMİ

Simülasyon ile üç basamaklı 1000 adet sayı türetilmiş ve bu sayılar anakütle olarak kullanılmıştır. Örnek büyüklüğü,

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{d^2}$$

formülü kullanılarak, %95 güven ve %5 lik hata payı için yaklaşık 100 birim olarak belirlenmiş (Yıldız ve diğerleri 2002, 140) ve tesadüfi seçimle anakütleden 20 adet örnek alınmıştır.

Teste konu olacak özellik olarak çift sayıların dağılma oranları alınmıştır. Buna göre sonu 0, 2, 4, 6, 8 ile biten sayılar test için kullanılmış ve böylece 1000 birimlik anakütledeki 479 adet çift sayı testlerde kullanacağımız anakütleyi oluşturmuştur. Aynı şekilde herbir örnekteki çift sayılar da gerçek örnekleri oluşturmuştur. Bu nedenle herbir örneğin büyüklüğü 100 değil de, ihtiva ettiği çift sayıların sayısı kadar olmuştur.

Testlerde kullanılacak olan kategoriler ise 0, 2, 4, 6, 8 ile gösterilecek olan 5 kategoridir.

Örneklerdeki Dağılımın Anakütle Dağılımına Uygunluğunun Testi

Anakütle de sonu 0, 2, 4, 6, 8 ile biten sayıların oranları kategoriler itibariyle dağılma oranlarını oluşturmaktadır. Buna göre anakütle dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1 Anakütle Dağılımı

Kategori	f	Nisbi frekans	Yüzde (%)
0	91	0.19	19
2	101	0.21	21
4	91	0.19	19
6	101	0.21	21
8	95	0.20	20
Toplam	479	1.00	100

Nisbi frekans sütunundaki değerler dağılma oranlarını göstermektedir. Örneklerdeki dağılma oranlarının bu oranlara uygunluk gösterip göstermediği hem Ki-Kare hem de Kolmogorov-Simirnov testi ile araştırılacaktır.

Verilerin analizi SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Ki-Kare Uygunluk Testi Uygulaması

20 örneğin her biri için 0,2,4,6,8 kategorilerine ait gözlem değerleri Tablo 2'de oluşturulmuştur.

Tablo 2. 20 Örneğe Ait Gözlem Değerleri

Kademe	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**19**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
0	8	9	8	8	9	11	8	10	8	7	10	11	12	7	8	11	9	8	9	14
2	13	11	15	10	11	9	15	9	10	10	9	13	12	8	9	8	11	9	14	15
4	10	9	9	6	13	11	8	12	14	8	15	10	9	9	8	9	16	15	10	7
6	13	11	12	12	11	8	14	8	14	15	15	11	8	10	10	11	9	12	10	7
8	13	12	9	15	10	10	8	8	11	9	6	12	13	12	14	8	9	7	7	11
Toplam	57	52	53	51	54	49	53	47	57	49	55	57	54	46	49	47	44	51	50	54

Ki-Kare dağılışa göre bu gözlenen değerlere karşılık gelen beklenen değerler, Tablo 1'de verilen ana kütle oranlarına göre Tablo2'de verilmiştir.

Tablo 3. 20 Örneğe Ait Beklenen Değerler

Kademe	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
0	10.83	9.88	10.07	9.69	10.26	9.31	10.07	8.93	10.83	9.31
2	11.97	10.92	11.13	10.71	11.34	10.29	11.13	9.87	11.97	10.29
4	10.83	9.88	10.07	9.69	10.26	9.31	10.07	8.93	10.83	9.31
6	11.93	10.92	11.13	10.71	11.34	10.29	11.13	9.87	11.97	10.29
8	11.40	10.40	10.60	10.20	10.80	9.80	10.60	9.40	11.40	9.80
Toplam	57	52	53	51	54	49	53	47	57	49
Kademe	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
0	10.45	10.83	10.26	8.74	9.31	8.93	8.36	9.69	9.5	10.26
2	11.55	11.97	11.34	9.66	10.29	9.87	9.24	10.71	10.5	11.34
4	10.45	10.83	10.00	8.74	9.31	8.93	8.36	9.69	9.5	10.26
6	11.55	11.97	11.34	9.66	10.29	9.87	9.24	10.71	10.5	11.34
8	11.00	11.40	10.80	9.20	9.80	9.40	8.80	10.20	10.0	10.80
Toplam	55	57	54	46	49	47	44	51	50	54

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r} \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

formülü kullanılarak, χ^2 hesap değerleri elde edilir. Test istatistiğinde hesaplanan χ^2 değeri ile kritik $\chi^2_{\alpha;\ r\text{-}1\text{-}m}$ değeri, karar modeline göre mukayese edilerek karar verilir. 1. örnek için χ^2 hesap değeri aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\chi^2 = \frac{(8-10.83)^2}{10.83} + \ldots\ldots.. + \frac{(13-11.4)}{11.4} = 1.2738$$

bu değer 4 SD'li χ^2 dağılışında P=0.8658 ihtimaline eşittir. Bu değer 0.05 ihtimal seviyesinden büyük olduğundan H_o hipotezi kabul edilir. Yani gözlenen değerler ile beklenen değerler arasında istatistiki olarak bir fark yoktur. Diğer örnekler içinde benzer işlemler yapılarak χ^2 hesap değerleri ve ihtimal değerleri Tablo 5'de verilmiştir.

Kolmogorov-Simirnov Tek Örnek Testi Uygulaması

1. örneğe ait veriler için Kolmogorov-Simirnov tek örnek testi uygulaması Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Örneğe Ait Kolmogorov-Simirnov Tek Örnek Testi

Kategori	o_i	Nispi o_i	F_0	e_i	Nispi e_i	F_e	$\lvert F_0 - F_e\rvert$
0	8	8/57=0.14	0.14	10.9	10.9/57=0.19	0.19	0.05
2	13	13/57=0.23	0.37	11.9	11.9/57=0.21	0.40	0.03
4	10	10/57=0.17	0.57	10.9	10.9/57=0.19	0.59	0.06
6	13	13/57=0.23	0.77	11.9	11.9/57=0.21	0.80	0.03
8	13	13/57=0.23	1.00	11.4	11.4/57=0.20	1.00	0.00
Toplam	57	1		57	1		
İstatistik	$D = Max\lvert F_0 - F_e\rvert = 0.06$					P=0.5877	

Test istatistiği D=0.06 kritik değer P=0.5877 değerinden küçük olduğundan beklenen değerler ile gözlenen değerler arasında bir fark yoktur. Diğer örneklere ait D test istatistikleri ve ihtimal değerleri Tablo 5'de verilmiştir.

3.3. UYGULAMA SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

20 Örnek için yapılan testlerde hem Ki-Kare hem de Kolmogorov-Simirnov testi için P>0.05 bulunmuştur. Bu sonuçlar toplu olarak Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5 Örnek İçin Ki-Kare ve Kolmogorov-Simirnov Test Sonuçları

Örnek No	Ki-Kare(χ^2)		Kolmogorov-Simirnov	
	Test istatistiği	P	Test istatistiği	P
1	1.2738	0.8658	0.06	0.7591
2	0 .4116	0 .9815	0.04	0.5877
3	2.1944	0.7001	0.04	0.5727
4	4.1612	0 .3846	0.12	0.9883
5	0.9661	0.9149	0.03	0.8692
6	1.2890	0 .8632	0.04	0.5727
7	3.5745	0 .4666	0.05	09883
8	1.8231	0.7682	0.07	0.4005
9	2.3499	0.6717	0.08	0.2092
10	2.9869	0.5600	0.08	0.9619
11	5.8667	0.2093	0.10	0.4005
12	0.2651	0.9920	0.02	0.4005
13	1.9201	0.7504	0.04	0.4005
14	1.5035	0.8260	0.07	0.2740
15	2.3386	0.6738	0.09	0.7982
16	1.1726	0.8826	0.04	0.4005
17	1.0612	0.9004	0.05	0.0546
18	4.6369	0.3266	0.07	0.8956
19	2.1431	0.7095	0.07	0.2470
20	5.2451	0.2631	0.14	0.6529

Bu sonuçlara göre örnekler, anakütledeki dağılma oranlarını yansıtmaktadır. Ancak Ki-Kare testi ile Kolmogorov-Simirnov testi için P değerleri arasında farklılıklar görülmektedir. Bu farkların önemli olup olmadığını belirlenmesi gerekir.

Eğer fark önemli çıkarsa, testlerin güçleri arasında da farklılık oluğu söylenebilir. Bunu belirlemek amacıyla bu 20 örneğe ait P değerlerine eşlenik çift örnek testi uygulanacaktır. Bu durumda testin safhaları şöyle olur.

1-Hipotezler

$H_{0:}$ μ_D=0 (Ki-Kare uygunluk testi P değerleri ile Kolmogorov-Simirnov tek örnek testi P değerleri arasında fark yoktur, fark önemsizdir.)

H_1: $\mu_D \neq 0$ (P değerleri farklıdır, fark önemlidir.)

2-Test İstatistiği,

$$t = \frac{\overline{D}}{S_D / \sqrt{n}} = \frac{0.11382}{0.4367/\sqrt{20}} = 1.1656$$

$\overline{D}$ ve S_D nin belirlenmesinde kullanılacak D ve D^2 değerleri Tablo 6'da verilmiştir. D=Pχ^2-$P_{K\text{-}S}$ şeklindedir.

$$\overline{D} = \frac{\sum D}{n} = \frac{2.2764}{20} = 0.11382$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1} - \frac{(\sum D)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{3.882879}{20-1} - \frac{5.181997}{20(20-1)}} = 0.4367$$

3.Safha: Karar Modeli ve Karar

α=0,05 ve s.d=20-1=19 olup çift yönlü test için kritik değer (K.D)= ±2,093 dir.

Karar: Çıkan t değeri H_0' ın kabul bölgesine düştüğünden H_0 kabul edilir. Yani P değerleri arasındaki farkın önemli olmadığına karar verilir. Ki-Kare uygunluk testi ve Kolmogorov-Simirnov test P değerleri arasında bir farklılık olmadığı %5 önem seviyesinde söylenebilir. Bu durumda testlerin güçleri arasında da önemli bir farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 6 P değerleri, Aralarındaki Fark ve Farkların Kareleri

Örnek No	Ki-Kare(χ^2)(P)	Kolmg-Sim.(P)	Fark (D)	D^2
1.	0,8658	0.7591	0.1067	0.011384
2.	0.9815	0.5877	0.3938	0.155078
3.	0.7001	0.5727	0.1274	0.016230
4.	0.3846	0.9883	-0.6037	0.364453
5.	0.9149	0.8692	0.0457	0.002088
6.	0.8632	0.5727	0.2905	0.084390
7.	0.4666	0.9883	-0.5217	0.272170
8.	0.7682	0.4005	0.3677	0.135203
9.	0.6717	0.2092	0.4625	0.213906
10.	0.5600	0.9619	-0.4019	0.161523
11.	0.2093	0.4005	-0.1912	0.036557
12.	0.9920	0.4005	0.5915	0.349872
13.	0.7504	0.4005	0.3499	0.122430
14.	0.8260	0.2740	0.552	0.304704
15.	0.6738	0.7982	-0.1244	0.015475
16.	0.8826	0.4005	0.4821	0.232420
17.	0.9004	0.0546	0.8458	0.715377
18.	0.3266	0.8956	-0.569	0.323761
19.	0.7095	0.2470	0.4625	0.213906
20.	0.2631	0.6529	-0.3898	0.151944
Toplam			2.2764	3.882879

SONUÇ

Gözlenen ve beklenen frekansların aralarında önemli bir farklılık olup olmadığının testinde, yani uygunluk testinde çok yaygın olarak kullanılan Ki-Kare testi gözlenen frekansların 5 den küçük olması durumunda güvenilir sonuç vermemektedir. Ancak Ki-Kare uygunluk testine bir alternatif olan Kolmogorov-Simirnov tek örnek testi için böyle bir sınırlama söz konusu değildir. Fakat sınırlamaların kalkması durumunda testin gücünün azalması, başka bir ifade ile güvenilirliğinin azalması söz konusu olur. Bu bakımdan herhangi bir sınırlaması olmayan ve daha basit işlemleri gerektiren Kolmogorov-Simirnov testi eğer Ki-Kare testinden güç bakımından önemli derecede farklı değilse, uygunluk testlerinde tercih sebebi olabilirler. İşte bu amaçla bu çalışmada, her iki test de açıklandıktan sonra simulasyon ile elde edilen bir anakütleden rastgele alınan 20 örnek için hem Ki-Kare testi ile hem de Kolmogorov-Simirnov testi ile uygunluk testleri yapılmıştır. Bu testler sonucunda P değerleri arasında önemli bir farklılık olup olmadığı, eşlenik çift örnekler durumuna göre t testi ile araştırılmıştır. t testi sonucunda α=0,05 önem seviyesinde önemli bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, Ki-Kare uygunluk testi ile Kolmogorov-Simirnov tek örnek testlerinin aralarında önemli bir farklılık olmadığı, küçük örnekler için Ki-Kare uygunluk testi yerine kullanımı daha kolay ve ön şarta bağlı olmayan Kolmogorov-Simirnov testinin kullanılabileceği söylenebilir.

Kaynakça

Akyol, Mehmet ve Fikret Gürbüz (2002), "Üç Yönlü Tablolarda χ^2 İstatistiğinin Kullanılması," *İstatistik Araştırma Dergisi DİE Yayınları*, Nisan 2002, Cilt:1, No:1, 23-27

Aytaç, Mustafa (1998), *Matematiksel İstatistik*, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa.

Bratley, Paul, Bennett L. Fox and Linus E. Schrage (1987), *A Guide to Simulasyon*, Springer.

Dagpunar, John (1988), *Principles of Random Variate Generation*, Clerendon Press, Oxford.

Gamgam, Hamza (1998), *Parametrik Olmayan İstatistiksel Teknikler,* Ankara: Gazi Üniversitesi Yayını.

Hasgür, İbrahim (2000), *Matematiksel İstatistik*, Seçkin Yayınları, Ankara.

Işık, M. Can (1995), *Parametrik ve Parametrik Olmayan Testlerin Karşılaştırılması ve Uygulama,* YL Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kartal, Mahmut (1998), *Hipotez Testleri*, Şafak Yayınevi, Erzurum.

Leemis, Lawrance M. (1986), "Reliationships Among Common Univariate Distributions," *The American Statistician*, Vol. 40, No.2, 143-146

Ross, Sheldon M. (1989), *Introduction to Probability Models*, Academic Press, Inc., New York.

Sobol, I. M. (1975), *The Monte Carlo Method* (Çeviren ve Uyarlayan: V.I. Kisin), Mır Publishers, Moskow.

Tokol, Tuncer., *Pazarlama Araştırması,* Bursa: Uludağ Üniversitesi

Yıldız, N., Akbulut, Ö., Bircan, H. (2002), *Uygulamalı İstatistik*, 3. Baskı, Şafak Yayınları, Erzurum.