

Tesadüf Blokları Deneme Tertibi

Daha öncede belirtildiği gibi bir deneme tertiplenirken denemenin hangi deneme tertibinde yürütüleceğini denemede kullanılacak deneme materyalinin özellikleri belirler. Eğer deneme materyali bir özellik bakımından farklılık gösteriyorsa denemenin **Tesadüf Blokları** deneme tertibinde düzenlenmesi gerekir. Bir deneme için kullanılacak bitkiler varyete, ağaçlar çeşit veya yaş, hayvanlar ırk veya yaş, tarla su tutma kapasitesi bakımından farklılık gösteriyor olabilir. Bu durumda deneme materyali farklılık gösteren özellik bakımından kendi içinde homojen parçalara ayrılır. Oluşturulan homojen parçalardan her birine **blok** denir.

Tesadüf blokları deneme tertibi, deneme materyalindeki varyasyonu ortadan kaldırır. Bu sebeple deneme hatasının azalmasını ve daha güvenilir sonuçların elde edilmesini sağlar. Her blokta her muamelenin denemesi gerektiğinden her muamele eşit sayıda tekrarlanır, yani her muameledeki tekerrür sayısı eşittir. Bu sebeple elde edilen verilerin analizi kolaydır.

Tesadüf blokları deneme tertibinin olumlu yönlerine karşılık olumsuz yönleri de vardır. Her muamelenin her blokta denemesi gerektiğinden eksik gözlem verilerin analizinde zorluklara neden olur. Eğer deneme materyali araştırılan faktörlere etki bakımından iki yönde farklılık gösteriyorsa bu deneme uygun ve etkin bir tertip değildir.

Deneme tertibi olarak tesadüf blokları deneme tertibi seçildiği zaman dikkatli olunması gereken nokta araştırılacak muamele sayısı arttıkça blokların boyutları artacağından homojenlikleri bozulur. Tesadüf blokları deneme tertibi deneme materyalindeki tek yönde varyasyonun azaltılması gerektiği durumlarda kullanılır.

Denemenin Tesadüf Blokları Deneme Tertibinde Düzenlenmesi

Bir araştırmacı 5 muameleyi 4 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme tertibinde düzenleyeceği bir denemede araştırmak istiyor olsun.

Denemenin 4 tekerrürlü olarak yürütülecek olması, deneme materyalinin 4 bloğa ayrılacağı anlamına gelir. Deneme materyali kendi içinde homojen 4 bloğa ayırdıktan sonra her blok muamele sayısı kadar parsel ayrılır. Bu parsellere muameleler tamamen tesadüfi olarak dağıtılır. Bu tesadüfi dağıtım her blok için tekrarlanır. Bu dağıtım kur'a yolu ile yapılabileceği gibi tesadüf sayıları kullanılarak da yapılabilir.

Biraz önceki örnekte araştırmacı deneme materyalini 4 bloğa ayırdıktan sonra aşağıda görüldüğü gibi her blok 5 parsel ayrılır ve blokta muameleler parsellere tesadüfen dağıtılır. Böylece aşağıdaki deneme planında görüldüğü gibi deneme planlanmış olacaktır.

1 B	2 D	3 E	4 C	5 A	BLOK I
-----	-----	-----	-----	-----	--------

1 A	2 D	3 B	4 C	5 E	BLOK II
-----	-----	-----	-----	-----	---------

1 C	2 B	3 A	4 D	5 E	BLOK III
-----	-----	-----	-----	-----	----------

1 B	2 E	3 D	4 C	5 A	BLOK IV
-----	-----	-----	-----	-----	---------

Verilerin Analizi

k muamelenin b tane blokta yürütülen bir denemeden elde edilen veriler Tablo 1'deki gibi düzenlenmiş olsun.

TABLO 1. k muamelenin b blokta denendiği bir denemeden elde edilen verilerin özetlenmesi

Muamele	Bloklar				Muamele Ortalamaları
	1	2	...	b	
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1b}	\bar{X}_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2b}	\bar{X}_2
.
.
.
k	x_{k1}	x_{k2}		x_{kb}	\bar{X}_k
Blok ortalamaları	\bar{B}_1	\bar{B}_2		\bar{B}_b	$\bar{\bar{X}}$

Bu deneme tertibinde genel kareler toplamı (GKT), muameleler arası kareler toplamı (GAKT), bloklar arası kareler toplamı (Blok AKT) ve hata kareler toplamından (Hata KT) oluşur, yani;

$$GKT = GAKT + \text{Blok AKT} + \text{Hata KT} \text{ dir.}$$

Kareler toplamları hesaplandıktan sonra varyans analizi tablosu Tablo 2'de görüldüğü gibi düzenlenir.

Tablo 2. Tesadüf blokları deneme tertibinde yürütülmüş bir denemeden elde edilen veriler için düzenlenen varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F-değeri
Bloklar arası	b-1	Blok AKT	$BKO = \text{Blok AKT} / (b-1)$	$F = \frac{GAKO}{HKO}$
Muameleler arası	k-1	GAKT	$GAKO = GAKT / (k-1)$	
Hata (Muamele x blok interaksiyonu)	(b-1)(k-1)	Hata AKT	$HKO = \frac{\text{HataKT}}{(b-1)(k-1)}$	
Genel	bk-1	GKT	-	

Tesadüf blokları deneme tertibinde yürütülen bir denemenin amacı da üzerinde çalışılan muameleler arasında istatistik olarak önemli bir farklılığın olup olmadığını araştırmaktır. Bu sebeple kontrol edilecek hipotezler aşağıdaki şekilde kurulur.

H₀: Muamelelerin temsil ettiği populasyon ortalamaları arasındaki fark tesadüften ileri gelmektedir. Muamele ortalamaları arasında gözlenen fark sıfır kabul edilebilir. Yani;

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k \text{ dır.}$$

H₁: En az iki muamele grubunun ortalaması arasında gözlenen fark tesadüften ileri gelmemektedir. En az iki muamele grubunun incelenen özellik üzerine olan etkileri birbirinden farklıdır, yani aralarındaki fark istatistik olarak önemlidir.

Varyans analizi tablosu düzenlenerek hesaplanan F-değeri tablo değeri ile karşılaştırılarak hangi hipotezin kabul edileceğine karar verilir.

ÖRNEK 1:

4 muamelenin 4 blokta denendiği bir denemeden elde edilen veriler aşağıdaki şekilde düzenlenmiş olsun.

Muamele	Blok1	Blok2	Blok3	Blok4	Toplam	Ortalama
A	9	7	13	10	39	9.75
B	6	4	8	5	23	5.75
C	4	3	5	7	19	4.75
D	14	10	9	8	41	10.25
Toplam	33	24	35	30	122	
Ortalama	8.25	6.00	8.75	7.5		7.625

Muameleler arasında üzerinde durulan özelliğe etki bakımından farklılığı kontrol etmek için varyans analizi tablosunun düzenlenmesi için kareler toplamları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$GKT = (8^2 + 7^2 + \dots + 9^2 + 8^2) - \frac{122^2}{16} = 149.75$$

$$\text{BloklerAKT} = \frac{33^2 + 24^2 + 35^2 + 30^2}{4} - \frac{122^2}{16} = 17.25$$

$$GAKT = \frac{39^2 + 23^2 + 19^2 + 41^2}{4} - \frac{122^2}{16} = 92.75$$

$$\text{HataKT} = 149.75 - (17.25 + 92.75) = 39.75$$

Kareler toplamları hesaplandıktan sonra hipotezler kurularak aşağıdaki şekilde varyans analizi tablosu düzenlenir (Tablo 3). Deneme tesadüf blokları deneme tertibinde de kurulmuş olsa araştırmacının amacı araştırdığı muameleler arasında üzerinde durulan özelliğe etki bakımından istatistik olarak önemli bir farklılığın olup olmadığını araştırmaktır.

H₀: Muamelelerin temsil ettiği populasyon ortalamaları arasındaki fark tesadüften ileri gelmektedir. Muamele ortalamaları arasında gözlenen fark sıfır kabul edilebilir. Yani; $\mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D$ 'dir.

H₁: En az iki muamele grubunun ortalaması arasında gözlenen fark tesadüften ileri gelmemektedir. En az iki muamele grubunun incelenen özellik üzerine olan etkileri birbirinden farklıdır, yani aralarındaki fark istatistik olarak önemlidir.

TABLO 3. Varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması
Bloklar arası	3	17.25	5.750
Muameleler arası	3	92.75	30.917
Hata	9	39.75	4.417
Genel	15	149.75	

Hangi hipotezin kabul edileceğine karar vermek için F-değeri $F = \frac{30.917}{4.417} \cong 7.0$ olarak bulunur. Hesaplanan F-değeri %5 seviyesinde 3 ve 9 serbestlik dereceli F-değerinden büyük olduğu için H₀ hipotezi reddedilir ve en az iki muamele arasında üzerinde durulan özelliğe etki bakımından farklılığın istatistik olarak önemli olduğuna karar verilir.

Eğer araştırmacı bloklar arasında gözlenen farkların istatistik olarak önemli olup olmadığı ile de ilgileniyorsa bloklar arasında üzerinde durulan özelliğe etki bakımından istatistik olarak önemli bir farklılığın olup olmadığını kontrol edebilir.

ÖRNEK 2

6 muamelenin tesadüf blokları deneme tertibinde 4 blokta denendiği bir denemeden elde edilen veriler aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Muamele	Bloklar				Toplam
	1	2	3	4	
M1	32.1	35.6	41.9	35.4	145.0
M2	30.1	31.5	37.1	30.8	129.5
M3	25.4	27.4	33.8	31.1	117.7
M4	24.1	33.0	35.6	31.4	124.1
M5	26.1	31.0	33.8	31.9	122.8
M6	23.2	24.8	26.7	26.7	101.4
Toplam	161.0	183.3	208.9	187.3	740.5

Kareler toplamları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$GKT = (32.1^2 + 30.1^2 + \dots + 31.9^2 + 26.7^2) - \frac{740.5^2}{24} = 492.36$$

$$\text{BloklerAKT} = \frac{161^2 + 183.3^2 + 208.9^2 + 187.3^2}{6} - \frac{740.5^2}{24} = 192.55$$

$$\text{GAKT} = \frac{145^2 + 129.5^2 + 117.7^2 + 124.1^2 + 122.8^2 + 101.4^2}{4} - \frac{740.5^2}{24} = 255.28$$

$$\text{HataKT} = 492.36 - (192.55 + 255.28) = 44.53$$

Kareler toplamları hesaplandıktan sonra hipotezler kurularak varyans analizi tablosu düzenlenir (Tablo 4).

H₀: Muamelelerin temsil ettiği populasyon ortalamaları arasındaki fark tesadüften ileri gelmektedir. Muamele ortalamaları arasında gözlenen fark sıfır kabul edilebilir. Yani; $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$ 'dır.

H₁: En az iki muamele grubunun ortalaması arasında gözlenen fark tesadüften ileri gelmemektedir. En az iki muamele grubunun incelenen özellik üzerine olan etkileri birbirinden farklıdır, yani aralarındaki fark istatistik olarak önemlidir.

TABLO 4. Varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması
Bloklar arası	3	192.55	64.18
Muameleler arası	5	255.28	51.06
Hata	15	44.53	2.97
Genel	23	492.36	

Hangi hipotezin kabul edileceğine karar vermek için F-değeri $F = \frac{51.06}{2.97} \cong 17.20$

olarak bulunur. Hesaplanan F-değeri %5 seviyesinde 3 ve 15 serbestlik dereceli F-değerinden büyük olduğu için H₀ hipotezi reddedilir ve en az iki muamele arasında üzerinde durulan özelliğe etki bakımından farklılığın istatistik olarak önemli olduğuna karar verilir.

Tesadüf blokları deneme tertibinde yürütülen bir denemeden elde edilen veriler analiz edildiği zaman araştırmacı, bu deneme tertibini seçmekle isabetli bir karar verip vermediğini bilmek ister. Bunu araştırmanın bir yolu varyans analizi tablosu düzenlendikten sonra bloklara ait F-değerini hesaplayarak kontrol etmektir. Fakat bu konuda daha detaylı bilginin elde edilebilmesi için **Nispi Etkinliğin** hesaplanması gerekir.

LATİN KARESİ Deneme Tertibi (LATİN SQUARE)

Eğer deneme materyali iki özellik bakımından farklılık gösteriyorsa denemenin Latin Kare deneme tertibinde kurulması gerekir. Örneğin, deneme kurulacak bir tarla arazisinin toprak su kapasitesi ve eğim bakımından farklılık gösterdiği biliniyorsa, bu arazinin iki özellik bakımından homojen parçalara ayrılması gerekir. Bu da denemenin Latin Kare deneme tertibinde kurulması ile çözümlenebilir.

Bu deneme tertibinin olumsuz yönleri de vardır: Bu deneme tertibinde sıra blokları sayısı sütun blokları sayısına ve bu da denemede araştırılacak muamele sayısına eşittir. Yani toplam parsel sayısı muamele sayısının karesine eşittir. Bu da pratik açıdan muamele sayısını (10 veya daha fazla) sınırlar. Bu durumda muamele sayısının artması deneysel hatanın artmasına sebep olur. Bu deneme tertibinin olumsuz diğer bir özelliği de muamele sayısının az olması sebebi ile hata serbestlik derecesinin azalmasıdır. Diğer taraftan eksik gözlem olduğu durumlarda verilerin analizi zorlaşır.

Latin Kare Deneme Tertibinin Düzenlenmesi

Bu deneme tertibinde araştırılacak muamelelerin her satır ve sütun bloğunda bir kere denemesi gerekir. Birinci bloğa muameleler tamamen tesadüfen dağıtıldıktan sonra diğer bloklarda muamelelerin dağıtımını yapılan dağıtım ile sınırlıdır. Daha öncede açıklandığı gibi bu dağıtım tesadüf sayıları kullanılarak yapılabilir.

Örneğin bir araştırmacı 5 muameleyi üzerinde durulan özelliğe etki bakımından araştırmak için Latin Kare deneme tertibinde bir deneme kurmak istiyor olsun. Araştırmacı materyalini kendi içinde homojen 5 sıra ve 5 sütun bloğuna ayırır. Her sıra ve sütun bloğunda her muamelenin bir kere denemesi gerekir. Mesela, birinci sıra bloğunda muameleler deney ünitelerine tesadüfi olarak uygulandıktan sonra ikinci sıra bloğundaki dağıtım birinci sıra bloğundaki dağıtım ile sınırlıdır. Bu şekilde her sıra ve sütun bloğunda her muamelenin bir kere denemesine dikkat edilerek deneme yandaki planda görüldüğü gibi yürütülebilir.

A	B	C	D	E
B	C	D	E	A
C	D	E	A	B
D	E	A	B	C
E	A	B	C	D

Verilerin Analizi

5 muamelenin üzerinde çalışılan özelliğe etkisinin araştırıldığı Latin karesi deneme tertibinde yürütülen bir denemenin planının aşağıdaki tabloda verildiği gibi olduğunu varsayalım.

A	E	C	D	B
E	D	B	C	A
D	C	A	B	E
B	A	D	E	C
C	B	E	A	D

Bu deneme tertibinde genel kareler toplamı (GKT), muameleler arası kareler toplamı (GAKT), sıra blokları arası kareler toplamı (SRAKT), sütun blokları arası kareler toplamı (STAKT) ve hata kareler toplamından (Hata KT) oluşur, yani;

$$GKT = GAKT + SRAKT + STAKT + \text{Hata KT}$$

Kareler toplamaları hesaplandıktan sonra varyans analizi tablosu Tablo 5'te görüldüğü gibi düzenlenir.

Tablo 5. Latin Kare deneme tertibinde yürütülmüş bir denemeden elde edilen veriler için düzenlenen varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F-değeri
Sıra Blokları arası	k-1	SRAKT	SRKO=SRAKT / (k-1)	$F = \frac{GAKO}{HKO}$
Sütun Blokları arası	k-1	STAKT	STKO=STAKT/(k-1)	
Muameleler arası	k-1	GAKT	GAKO=GAKT / (k-1)	
Hata (Muamele x sıra blok x sütun blok interaksiyonu)	$(k^2-1)-3(k-1)$	Hata AKT	$HKO = \frac{\text{HataKT}}{(k^2-1)-3(k-1)}$	
Genel	k^2-1	GKT	-	

ÖRNEK 1:

3 muamelenin Latin karesi deneme tertibinde denendiği bir denemeye ait deneme tertibi ve elde edilen veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Muamele toplamaları:

A	34	B	40	C	50	124
B	42	C	52	A	31	125
C	56	A	32	B	40	128
132	124	121	121	377		

$$\Sigma A = 97$$

$$\Sigma B = 122$$

$$\Sigma C = 158$$

Araştırmacı, denemesini Latin karesi deneme tertibinde kurmuş da olsa, amacı üzerinde çalışılan özelliğe etki bakımından muameleler arasında önemli bir farklılığın olup olmadığını kontrol etmektir ve hipotezlerin aşağıda görüldüğü şekilde kurulmuş olması gerekir.

H_0 : Üzerinde çalışılan özelliğe etki bakımından muameleler arasındaki fark tesadüften ileri gelmektedir. Yani; $\mu_A = \mu_B = \mu_C$.

H_1 : En az iki muamele arasında üzerinde durulan özelliğe etki bakımından fark tesadüfi değildir. İstatistik olarak önemlidir ve sıfır kabul edilemez.

Hipotezler kurulduktan sonra aşağıdaki şekilde kareler toplamaları hesaplanır ve varyans analizi tablosu düzenlenir (Tablo 6).

$$GKT=34^2+40^2+\dots+40^2-\frac{377^2}{9} = 652.89$$

$$SRAKT= \frac{124^2}{3} + \frac{125^2}{3} + \frac{128^2}{3} - \frac{377^2}{9} = 2.89$$

$$STAKT= \frac{132^2}{3} + \frac{124^2}{3} + \frac{121^2}{3} - \frac{377^2}{9} = 21.56$$

$$GAKT= \frac{97^2}{3} + \frac{122^2}{3} + \frac{158^2}{3} - \frac{377^2}{9} = 626.89$$

$$\text{Hata KT} = 652.89 - (2.89 + 21.56 + 626.89) = 1.55$$

Kareler toplamları hesaplandıktan sonra aşağıda görüldüğü gibi varyans analizi tablosu (Tablo 6) düzenlenerek F-değeri hesaplanır ve gerekli hipotez kontrolü yapılır.

Tablo 6. Varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması
Sütun blokları arası	2	21.56	10.78
Sıra blokları arası	2	2.89	1.44
Muameleler arası	2	626.89	313.44
Hata	2	1.55	0.78
Genel	8	652.89	-

Hangi hipotezin kabul edileceğine karar vermek için F-değeri $F = \frac{313.44}{0.78} \cong 401.85$ olarak bulunur. Hesaplanan F-değeri %5 seviyesinde 2 ve 2 serbestlik dereceli F-değerinden büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilir ve en az iki muamele arasında üzerinde durulan özelliğe etki bakımından farklılığın istatistik olarak önemli olduğuna karar verilir.

Latin karesi deneme tertibinin nispi etkinliği tesadüf parselleri ve tesadüf blokları deneme tertibine nazaran hesaplanabilir.

Tesadüf blokları deneme tertibinde olduğu gibi Latin karesi deneme tertibinde de her muamele için her sıra ve sütun bloğundan veri elde edilmiş olması gerekir. Herhangi bir sebeple herhangi bir muamele için veri elde edilememiş ise bu eksik gözlemin tahmin edilmesi ve bu söz konusu muamele için tahmin edilmiş gerçek gözlenmiş gibi varyans analizinin uygulanması gerekir.

Yararlanılan Kaynaklar

- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları. (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295. Ankara.
- MONTGOMERY, D. C. (2001). Design and Analysis of Experiments (Fifth Edition). John Wiley & Sons Inc., New York, USA.
- PETERSEN, G. R. 1985. Design and Analysis of Experiments. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel.
- SNEDECOR, W. and COCHRAN W. G. 1980. Statistical Methods. Seventh Edition. The Iowa state University Press, Ames, Iowa, USA.

İstatistik Tablolar

- TABLO A. Student'in t- dağılımı
- TABLO B. F değerleri dağılımında %5 alanını ayıran kritik değerler
- TABLO C. F değerleri dağılımında %1 alanını ayıran kritik değerler
- TABLO D. $P=0.05$ noktasındaki standardize edilmiş varyasyon genişlikleri (Duncan testi)
- TABLO E. $P=0.01$ noktasındaki standardize edilmiş varyasyon genişlikleri (Duncan testi)

TABLO A. Student'in t- dağılımı (S.D.; serbestlik derecesi)

P(..den büyük "t" değerlerinin oluş ihtimali) Çift taraflı test için olasılıklar					
S.D.	%20	%10	%5	%2	%1
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.834	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.581	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
50	1.299	1.676	2.008	2.403	2.678
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
80	1.292	1.664	1.990	2.374	2.638
100	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626
200	1.286	1.653	1.972	2.345	2.601
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576
	%10	%5	%2.5	%1	%0.5
Tek taraflı test için olasılıklar					

TABLO B. F değerleri dağılımında P-0.05 alanını ayıran kritik değerler

Gruplar içi kareler ortalaması serbestlik derecesi	Gruplar arası kareler ortalaması serbestlik derecesi										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.93
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.78	4.74	4.70
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.63	3.60
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.34	3.31
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.32	3.29	3.23	3.18	3.13	3.10
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.97	2.94
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.86	2.82
12	4.75	3.88	3.49	3.26	3.11	3.00	2.92	2.85	2.80	2.76	2.72
13	4.67	3.80	3.41	3.18	3.02	2.92	2.84	2.77	2.72	2.67	2.63
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.77	2.70	2.65	2.60	2.56
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.70	2.64	2.59	2.55	2.51
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.45
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.62	2.55	2.50	2.45	2.41
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.55	2.48	2.43	2.38	2.34
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.52	2.45	2.40	2.35	2.31
25	4.24	3.38	2.99	2.76	2.60	2.49	2.41	2.34	2.28	2.24	2.20
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.34	2.27	2.21	2.16	2.12
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.07	2.04
60	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95
120	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86
∞	3.84	2.99	2.60	2.37	2.21	2.09	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79

TABLO C. F değerleri dağılımında P-0.01 alanını ayıran kritik değerler

Gruplar içi kareler ortalaması serbestlik derecesi	Gruplar arası kareler ortalaması serbestlik derecesi										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.90	14.80	14.66	14.54	14.45
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.40	10.28	10.15	10.05	9.96
6	13.74	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	7.00	6.84	6.71	6.62	6.54
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.19	6.03	5.91	5.82	5.74
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.62	5.47	5.35	5.26	5.18
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.21	5.06	4.95	4.85	4.78
11	9.65	7.20	6.22	5.67	5.32	5.07	4.88	4.74	4.63	4.54	4.46
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.65	4.50	4.39	4.30	4.22
13	9.07	6.70	5.74	5.20	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02
14	8.86	6.51	5.56	5.03	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.61
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52
18	8.28	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.85	3.71	3.60	3.51	3.44
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.71	3.56	3.45	3.37	3.30
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.46	3.32	3.21	3.13	3.05
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.06	2.98	2.90
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.88	2.80	2.73
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.56
120	6.84	4.78	3.94	3.47	3.17	2.95	2.79	2.65	2.56	2.47	2.40
∞	6.64	4.60	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.24

TABLO D. $p=0.05$ noktasındaki standardize edilmiş varyasyon genişlikleri (Duncan testi)

Hata serbestlik derecesi	Grup sayıları										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	3.93	4.01	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03
5	3.64	3.75	3.80	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81
6	3.46	3.59	3.65	3.68	3.69	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
7	3.34	3.48	3.55	3.59	3.61	3.62	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63
8	3.26	3.40	3.47	3.52	3.55	3.57	3.57	3.58	3.58	3.58	3.58
9	3.20	3.34	3.42	3.47	3.50	3.52	3.54	3.54	3.55	3.55	3.55
10	3.15	3.29	3.38	3.43	3.47	3.49	3.51	3.52	3.52	3.53	3.53
11	3.11	3.26	3.34	3.40	3.43	3.46	3.48	3.49	3.50	3.51	3.51
12	3.08	3.22	3.31	3.37	3.41	3.44	3.46	3.47	3.48	3.49	3.50
13	3.05	3.20	3.29	3.35	3.39	3.42	3.44	3.46	3.47	3.48	3.48
14	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.40	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47
15	3.01	3.16	3.25	3.31	3.36	3.39	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47
16	3.00	3.14	3.24	3.30	3.34	3.38	3.40	3.42	3.44	3.45	3.46
17	2.98	3.13	3.22	3.28	3.33	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.45
18	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.36	3.38	3.41	3.42	3.43	3.45
19	2.96	3.11	3.20	3.26	3.31	3.35	3.38	3.40	3.41	3.43	3.44
20	2.95	3.10	3.19	3.26	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.42	3.44
24	2.92	3.07	3.16	3.23	3.28	3.32	3.34	3.37	3.39	3.41	3.42
30	2.89	3.03	3.13	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41
40	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.37	3.39
60	2.83	2.98	3.07	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31	3.33	3.36	3.37
120	2.80	2.95	3.05	3.12	3.17	3.22	3.25	3.29	3.31	3.34	3.36
∞	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.32	3.34

TABLO E. P=0.01 noktasındaki standardize edilmiş varyasyon genişlikleri (Duncan testi)

Hata serbestlik derecesi	Grup sayıları										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	6.512	6.677	6.740	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756
5	5.702	5.893	6.040	6.065	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074
6	5.243	5.439	5.549	5.614	5.655	5.680	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703
7	4.949	5.145	5.260	5.334	5.383	5.416	5.439	5.454	5.464	5.470	5.472
8	4.746	4.939	5.057	5.135	5.189	5.227	5.256	5.276	5.291	5.302	5.309
9	4.596	4.787	4.906	4.986	5.043	5.086	5.118	5.142	5.160	5.174	5.185
10	4.482	4.671	4.790	4.871	4.931	4.975	5.010	5.037	5.058	5.074	5.088
11	4.392	4.579	4.697	4.780	4.841	4.887	4.924	4.952	4.975	4.994	5.009
12	4.320	4.504	4.622	4.706	4.767	4.815	4.852	4.883	4.907	4.927	4.944
13	4.260	4.442	4.560	4.644	4.706	4.755	4.793	4.824	4.850	4.872	4.889
14	4.210	4.391	4.508	4.591	4.654	4.704	4.743	4.775	4.802	4.824	4.843
15	4.168	4.347	4.463	4.547	4.610	4.660	4.700	4.733	4.760	4.783	4.803
16	4.131	4.309	4.425	4.509	4.572	4.622	4.663	4.696	4.724	4.748	4.768
17	4.099	4.275	4.391	4.475	4.539	4.589	4.630	4.664	4.693	4.717	4.738
18	4.071	4.246	4.362	4.445	4.509	4.560	4.601	4.635	4.664	4.689	4.711
19	4.046	4.220	4.335	4.419	4.483	4.534	4.575	4.610	4.639	4.665	4.686
20	4.024	4.197	4.312	4.395	4.459	4.510	4.552	4.587	4.617	4.642	4.664
24	3.956	4.126	4.239	4.322	4.386	4.437	4.480	4.516	4.546	4.573	4.596
30	3.889	4.056	4.168	4.250	4.314	4.366	4.409	4.445	4.477	4.504	4.528
40	3.825	3.988	4.098	4.180	4.244	4.276	4.339	4.376	4.408	4.436	4.461
60	3.762	3.922	4.031	4.111	4.174	4.226	4.270	4.307	4.340	4.368	4.394
120	3.702	3.858	3.965	4.044	4.107	4.158	4.202	4.239	4.272	4.301	4.327
∞	3.643	3.796	3.900	3.978	4.040	4.091	4.135	4.172	4.205	4.235	4.261