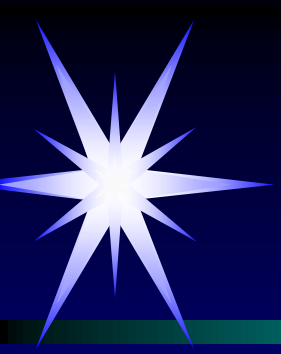


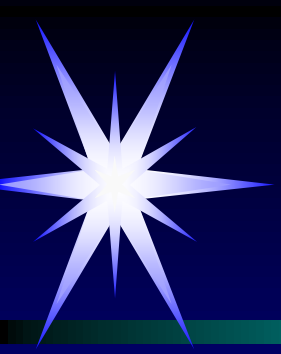
VARYANS ANALIZI

(ANalysis Of VAriance, ANOVA)



Bir değişkeni etkileyen birden çok faktör vardır. Bu değişkenin iki ve daha fazla örnekte k faktöre göre deęiřimi incelenebilir.

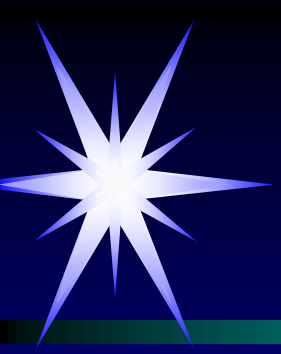
Tek ve İki örnekte ortalamaların önemliliğini test etmek için örnek hacminin büyüklüğüne ve toplum parametrelerinin bilinip bilinmemesine göre Z ya da T test modellerinden yararlanılır.



Eğer grup sayısı ikiden fazla ise, değişkenin değişimini etkileyen faktör sayısı iki ve daha fazla ise bu durumda Z ve T testleri işlevini yitirir.

Bu nedenle t testinin genellenmiş bir uygulaması olan **ANOVA** devreye girer.

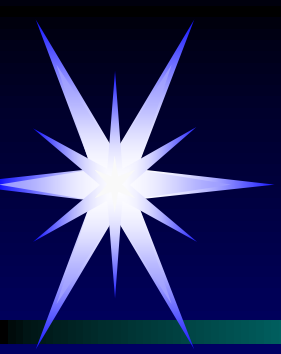
Ayrıca **ANOVA** değişkenlerin değişiminin altında yatan gerçekleri anlama bakımından yararlanılacak bir yöntemdir.



Varyans analizi;

**verilerin elde edildiđi deneme tipine,
içerdiği faktör sayısına,
grupların bağımlı olup olmamasına göre,
ortak değişken içerip içermemesine göre**

farklı biçimlerde uygulanır.

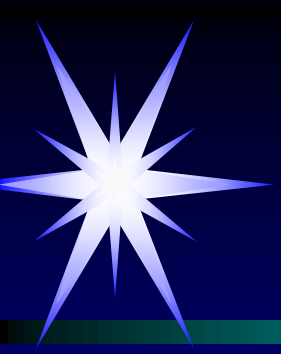


**Tek Faktörlü Deneme Verilerine Tek Yönlü Anova
(TYANOVA, One-way Anova)**

**İki Faktörlü Deneme Verilerine İki Yönlü Anova
(IYANOVA, Two-Way Anova)**

**Çok Faktörlü Deneme Verilerine Çokfaktörlü Anova
(Multifactorial Anova, Factorial Anova, n-Way Anova)**

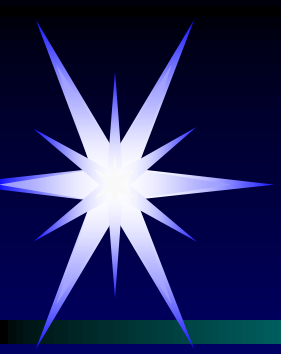
uygulanır.



Varyans Analizi, Normal dağılım gösteren $k > 2$ bağımsız ya da bağımlı toplumun parametrelerine dayalı olarak kurulmuş H_0 ve H_1 hipotezlerini, k tane toplumdan alınan n_i birimlik örneklerin değerleri kullanılarak test eden bir yöntemdir.



Varyans analizi; k toplumun (grup) Genel varyansını bu varyasyonu meydana getiren kaynaklarına (bileşen, faktör, source) ayırarak faktör varyanslarının hata varyansına oranlarını kullanarak Faktör ortalamalarının önemliliği test eden bir yöntemdir.



Varyans analizi,

İnterval /Oransal Ölçekli veriler

için uygulanabilir.



TOPLUMDA X'İN VARYANSINI OLUŞTURAN ÖGELER

Toplumda X'in Varyansı

$$\sigma_{\mathbf{X}}^2 = \frac{\sum (\mathbf{X}_i - \mu)^2}{\mathbf{N}}$$

$$X_i = \mu + \varepsilon_i$$

$$\sum \varepsilon_i^2 = \sum (X_i - \mu)^2$$

$$\mathbf{KT}_{\mathbf{X}} = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{\mathbf{N}}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (\varepsilon_i)^2}{\mathbf{N}}$$

$$\sigma_{\mathbf{X}}^2 = \frac{\mathbf{KT}_{\mathbf{X}}}{\mathbf{N}}$$



ÖRNEKTE X'İN VARYANSI OLUŞTURAN ÖGELER

Örnekte X'in Varyansı

$$S_{\mathbf{X}}^2 = \frac{\sum (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}})^2}{n - 1}$$

$$X_i = \bar{X} + e_i$$

$$\sum e_i^2 = \sum (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}})^2$$

$$\mathbf{KT}_{\mathbf{X}} = \sum \mathbf{X}_i^2 - \frac{(\sum \mathbf{X}_i)^2}{n}$$

$$S^2 = \frac{\sum (e_i)^2}{n - 1}$$

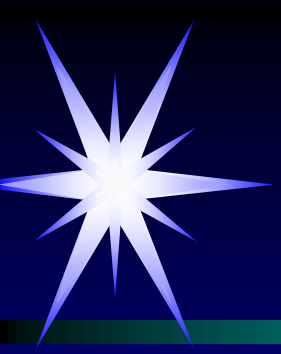
$$S_{\mathbf{X}}^2 = \frac{\mathbf{KT}_{\mathbf{X}}}{n - 1}$$



k Bağımsız Gruptan (Örnekten) Oluşan Bir Alttoplumda Varyans Ögeleri

k bağımsız grup verileri içinde herhangi bir i . gruptaki j .ci birimin X değeri, X_{ij} aşağıdaki gibi oluşur.

$$\mathbf{X}_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$



k Bağımsız Gruptan (Örnekten) Oluşan Bir Alttoplumda Varyans Ögeleri

Bu doğrusal ifade, X_{ij} değeri oluşurken genel toplum eğiliminden, grup varyasyonundan ve deneysel hatadan (rasgele hata, biyolojik varyasyon) etkilenerek oluştuğunu belirtmektedir.

Genel varyans gruplar arası ve Grup içi (Hata) olmak üzere iki bileşene ayrılmaktadır.



k Bağımsız Grupta Varyans Bileşenleri

$$X_{ij} = \bar{X}_{..} + a_i + e_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, k \quad j = 1, 2, \dots, n_i$$

X_{ij} = Genelortalama + Grup etkisi + Deneysel Hata

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} e_{ij}^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_{..})^2$$



k Bağımsız Grupta Varyans Bileşenleri

$$\mathbf{GKT = GAKT + HKT}$$

$$\mathbf{GKT = \sum \sum X_{ij}^2 - \frac{(\sum \sum X_{ij})^2}{\sum n_i}}$$

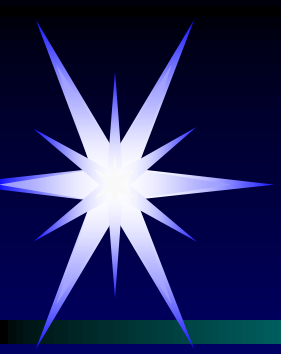
$$\mathbf{GAKT = \sum_{i=1}^k \frac{(T_i)^2}{n_i} - \frac{(\sum \sum X_{ij})^2}{\sum n_i}}$$

$$\mathbf{HKT = GKT - GAKT}$$



TEK YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ (TYANOVA) (k BAĞIMSIZ ÖRNEKLEM VARYANS ANALİZİ)

Varyans analizi, Normal dağılım gösteren, iki ya da daha fazla örnek ortalamasının (k toplum) aynı parametrik ortalamalı toplumlardan gelip gelmediğini ortak varyans kullanarak test etmeyi amaçlar.



TEK YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ (TYANOVA) (k BAĞIMSIZ ÖRNEKLEM VARYANS ANALİZİ)

Varyans analizinin uygulanması için temel varsayımlar;

- ✓ X değişkeni toplumlarda Normal dağılmalıdır.
- ✓ Toplum etkileri toplanabilir olmalı ve etkiler toplamı sıfır olmalıdır.
- ✓ Hata terimleri, $e_{ij} \approx N(0, \sigma^2)$ parametrelili dağılan rasgele bağımsız değişken olmalıdır.

Bu varsayımlara uyan veriler aracılığı ile H_0 ve H_1 hipotezleri k örnek istatistikleri aracılığı ile test edilir.



TEK YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ (TYANOVA) (k BAĞIMSIZ ÖRNEKLEM VARYANS ANALİZİ)

k toplumdaki n hacimli k tane rasgele örnek alındığında

k toplum $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ ortalamalı ve σ^2 ortak varyanslı Normal dağılım göstermektedir.



TEK YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ (TYANOVA) (k BAĞIMSIZ ÖRNEKLEM VARYANS ANALİZİ)

Parametreleri belirli Normal dağılım gösteren toplumların her birinden alınan k örnek (grup) verileri aracılığı ile ortak toplum parametrelerine dayalı olarak kurulan aşağıdaki hipotezler tek yönlü varyans analizi ile test edilir.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k \quad \text{ya da}$$

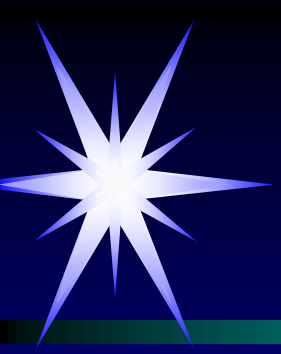
H_1 : “En azından bir ortalama diğerlerinden farklıdır.”

Toplumlardan alınan örnekler birbirlerinden bağımsızdır.

Örnek birim sayılarının benzer olması gerekmez.

Tablo: Tek Yönlü Veri Gösterimi

Örnek Birimler	Toplum				Toplam
	1	2	... i	k	
1	$X(1,1)$	$X(2,1)$	$X(i,1)$	$X(k,1)$	$T_{.1}$
2	$X(1,2)$	$X(2,2)$:	$X(k,2)$	$T_{.2}$
⋮ j	⋮ $X(1,j)$	⋮ $X(2,j)$	⋮ $X(i,j)$	⋮ $X(k,j)$	⋮ $T_{.j}$
n	$X(1,n)$	$X(2,n)$:	$X(k,n)$	$T_{.n}$
Toplam	$T_{1.}$	$T_{2.}$	$T_{i.}$	$T_{k.}$	$T_{..}$



TYANOVA'da Bazı İşlemler

Genel Toplam

$$\mathbf{T}_{..} = \sum_i^k \sum_j^{n_i} \mathbf{x}_{ij}$$

i. Örneğin Toplamı

$$\mathbf{T}_{i.} = \sum_{j=1}^{n_i} \mathbf{x}_{.j}$$

i. Örneğin Ortalaması

$$\bar{\mathbf{X}}_i = \mathbf{T}_{i.} / n_i$$

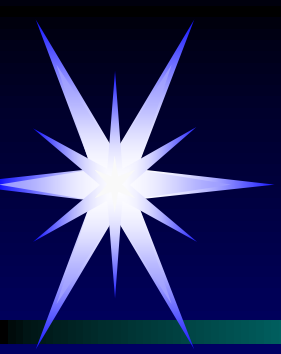
Tüm Gözlemlerin Ortalaması

$$\bar{\mathbf{X}}_{..} = \mathbf{T}_{..} / N$$

burada N

$$N = \sum_{i=1}^k n_i$$

göstermektedir.



TYANOVA'da Varyans Kavramı

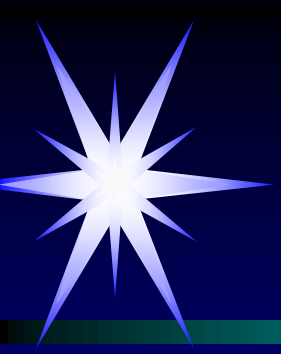
Tekyönlü Doğrusal Model

Gözlem = Genel ortalama + Grup etkisi + Deneysel hata

$$\mathbf{X}_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

$$\mathbf{X}_{ij} = \bar{\mathbf{X}} + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

$$(\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{..})^2 = (\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_i)^2 + (\bar{\mathbf{X}}_i - \bar{\mathbf{X}}_{..})^2$$



TYANOVA'da Varyans Kavramı

$$GKT = GAKT + GİKT (HKT)$$

GKT : Genel Kareler Toplamı

GAKT : Gruplararası Kareler Toplamı

GİKT(HKT): Grupiçi Kareler Toplamı (Hata Kareler Toplamı)

TYANOVA MODELİNDE KARELER TOPLAMLARI (KT)

$$GKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_{..})^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \frac{(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij})^2}{N}$$

$$GKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - DT$$

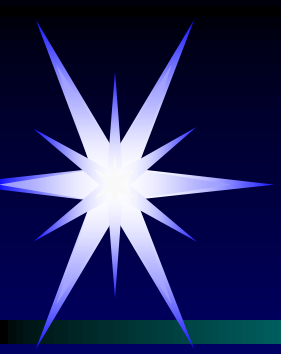
$$DT = \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \sum \sum x_{ij} \right)^2}{N} = \frac{(T_{..})^2}{N}$$

$$GAKT = n \sum_{i=1}^k (\bar{X}_i - \bar{X}_{..})^2 = \sum_{i=1}^k \frac{\left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{.j} \right)^2}{n_i} - DT$$

$$GAKT = \sum_{i=1}^k \frac{(T_i)^2}{n_i} - DT$$

$$G\dot{I}KT = HKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 = \sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{.j}^2 - \frac{(T_i)^2}{n_i} \right)$$

$$HKT = GKT - GAKT$$

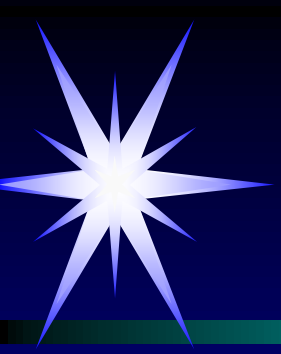


Varyans Tahminleri ve Varyans Oranlarının Önemliliği

Genel Değişimin Varyans Terimleri (Kareler Ortalaması, KO)

$$S_{\mathbf{X}}^2 = KO_{\mathbf{X}} = \frac{KT_{\mathbf{X}}}{n-1}$$

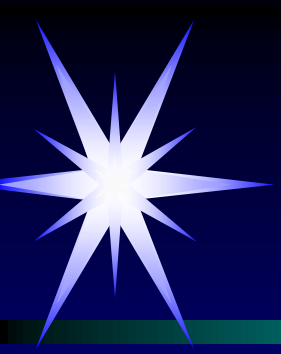
cinsinden ifade edilmesi için her bileşenin **Serbestlik Dereceleri** hesaplanmalıdır.



Varyans Tahminleri ve Varyans Oranlarının Önemliliği

Serbestlik Dereceleri

Genel Serbestlik Derecesi,	GSD = N-1
Gruplar Arası Serbestlik Derecesi	GASD = k-1
Hata Serbestlik Derecesi	HSD = N-k



Varyans Tahminleri ve Varyans Oranlarının Önemliliği

$$s_G^2 = \text{GAKO} = \text{GAKT} / \text{GASD}$$

$$s^2 = \text{HKO} = \text{HKT} / \text{HSD} \quad (\text{Ortak Varyans})$$

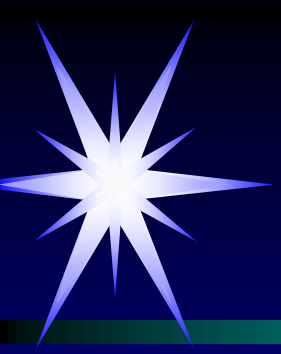
$$F = \frac{\text{GAKO}}{\text{HKO}} = \frac{s_G^2}{s^2}$$

$F(\text{gasd}, \text{hsd}) < F(\alpha, \text{gasd}, \text{hsd}) \quad P > \alpha \quad \text{Önemsiz}$

$F(\text{gasd}, \text{hsd}) \geq F(\alpha, \text{gasd}, \text{hsd}) \quad P < \alpha \quad \text{Önemli}$

Tek Yönlü ANOVA Tablosu Gösterimi

Değişim Kaynağı (DK)	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Toplamı (KT)	Kareler Ortalaması (KO)	Varyans Oranı (F)	Olasılık (P)
Gruplar	k-1	GAKT	GAKO	$F = \frac{GAKO}{HKO} = \frac{S_G^2}{S^2}$	$P > \alpha$ $P < \alpha$
Hata	N-k	HKT	HKO	--	--
Genel	N-1	GKT	--	--	--



Test istatistiği ile Teorik F değerleri arasındaki iliřki

Kořul	Olasılık	Önemlilik	Karar
$F < F_{0.05; v1; v2}$	$P > 0.05$	Önemsiz	H_0 Kabul
$F_{0.05; v1; v2} \leq F < F_{0.01; v1; v2}$	$P < 0.05$	Önemli	H_0 red, H_1 kabul
$F_{0.01; v1; v2} \leq F < F_{0.001; v1; v2}$	$P < 0.01$	Çok önemli	H_0 red, H_1 kabul
$F \geq F_{0.001; v1; v2}$	$P < 0.001$	İleri düzeyde önemli	H_0 red, H_1 kabul

$v1 = \text{gasd}$, $v2 = \text{hsd}$

EK 4a- F dağılımının 0.05, 0.01, 0.001 kritik değerleri

sd1(Hata Serbestlik derecesi (Error df))

sd2	α	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	∞
1	0.050	161.40	199.50	215.70	224.60	230.20	234	236.80	238.90	240.5	241.9	243.90	254.30
	0.010	4052	5000	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6106	6366
	0.001	405300	50000	540400	562500	576400	585900	592900	598100	602300	605600	610700	636600
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.38	19.40	19.41	19.50
	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.39	99.40	99.42	99.50
	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	1000
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.85	8.81	8.79	8.74	8.53
	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.35	27.23	27.05	26.13
	167	149	141	137	135	133	132	131	130	130	129.2	128	124
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	6.00	5.96	5.91	5.63
	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.66	14.56	14.37	13.46
	74.14	61.25	56.18	53.44	51.71	50.53	49.66	49.00	48.47	48.47	48.05	47.40	44.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.06	4.95	4.88	4.82	4.77	4.77	4.74	4.68	4.36
	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.16	10.05	9.89	9.02
	47.18	37.12	33.20	31.09	29.75	28.84	28.16	27.64	27.24	27.24	26.92	26.40	23.70
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.10	4.06	4.00	3.67
	13.75	10.92	9.76	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.96	7.96	7.87	7.72	6.86
	35.51	27.00	23.70	21.92	20.81	20.03	19.46	19.03	18.69	18.69	18.41	18.00	15.75
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.68	3.64	3.57	3.23
	12.26	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.94	6.72	6.72	6.62	6.47	5.65
	29.26	21.69	18.77	17.19	16.21	15.52	15.02	14.63	14.33	14.33	14.08	13.70	11.70
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.39	3.35	3.28	2.93
	11.26	8.65	7.55	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.91	5.81	5.67	4.86
	25.42	18.49	15.63	14.39	13.49	12.86	12.40	12.04	11.77	11.77	11.54	11.20	9.33
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.18	3.14	3.07	2.71
	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.8	5.61	5.47	5.35	5.35	5.26	5.11	4.31
	22.86	16.39	13.90	12.56	11.71	11.13	10.70	10.37	10.11	10.11	9.89	9.57	7.81
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	3.02	2.98	2.91	2.54
	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.94	4.85	4.71	3.91
	21.04	14.91	12.55	11.28	10.48	9.92	9.52	9.20	8.96	8.96	8.75	8.45	6.76
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.80	2.75	2.69	2.30
	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.39	4.30	4.16	3.36
	18.64	12.97	10.80	9.63	8.89	8.38	8.00	7.71	7.46	7.46	7.29	7.00	5.42
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.90	2.85	2.76	2.70	2.65	2.65	2.60	2.53	2.13
	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	4.03	3.94	3.80	3.00
	17.14	11.78	9.73	8.62	7.92	7.43	7.06	6.80	6.58	6.58	6.40	6.13	4.60

sd1 = grup, işlem serb. derecesi, sd2 = hata serb. derecesi

F(sd1, sd2, $\alpha/2$) Kritik değerleri $\alpha = 0.05, 0.01$ ve 0.001 için iki yönlü olarak MINITAB'de aşağıdaki komutlarla hesaplanmıştır.

EK 4b- F dağılımının 0.05, 0.01, 0.001 kritik değerleri (Devam)

		sd1 (Hata serbestlik derecesi (Error df))											
sd2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	∞
16	0.05	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.01
	0.01	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.55	2.75
	0.001	16.12	10.97	9.00	7.94	7.27	6.81	6.46	6.19	5.98	5.81	5.55	4.06
18		4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.40	2.34	1.92
		8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.37	2.57
		15.38	10.39	8.49	7.45	6.81	6.35	6.02	5.76	5.56	5.39	5.13	3.67
20		4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	1.84
		8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.23	2.42
		14.82	9.95	8.10	7.10	6.46	6.02	5.69	5.44	5.24	5.08	4.82	3.38
30		4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	1.62
		7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.84	2.01
		13.29	8.77	7.05	6.12	5.53	5.12	4.82	4.58	4.39	4.24	4.00	2.59
40		4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.19	2.12	2.08	2.00	1.51
		7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.66	1.80
		12.61	8.25	6.60	5.70	5.13	4.73	4.44	4.21	4.02	3.87	3.64	2.24
60		4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.39
		7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.92	2.72	2.63	2.50	1.60
		11.97	7.76	6.17	5.31	4.76	4.37	4.09	3.87	3.69	3.54	3.31	1.89
120		3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.25
		6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.34	1.38
		11.38	7.32	5.79	4.95	4.42	4.04	3.77	3.55	3.38	3.24	3.02	1.54
∞		3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.00
		6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.18	1.00
		10.83	6.91	5.42	4.62	4.10	3.74	3.47	3.27	3.10	2.96	2.74	1.00

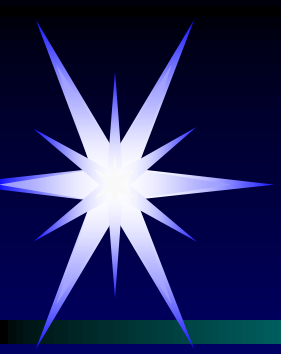
sd1 = grup, işlem serbestlik derecesi

sd2 = hata serbestlik derecesi

F(sd1, sd2, $\alpha/2$) Kritik değerleri $\alpha=0.05, 0.001$ ve 0.001 için iki yönlü olarak MINITAB'de aşağıdaki komutlarla hesaplanmıştır.

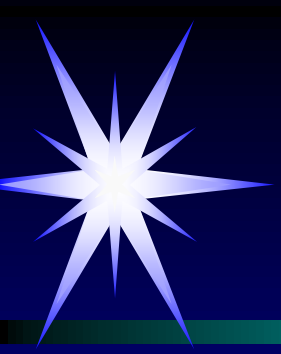
Tablo: Dört Grup Bireye Ait STP (gr/dl) Değerleri

Birimler	Gruplar				Toplam
	I	II	III	IV	
1	8.50	11.70	14.80	6.40	
2	9.70	12.80	17.90	6.50	
3	12.10	14.90	21.60	6.70	
4	9.60	16.30	15.00	5.90	
5	9.40	15.40	12.00	6.00	
ΣX	49.30	71.10	81.30	31.50	233.20
ΣX^2	493.27	1025.59	1375.01	198.91	3092.78
Ortalama	9.86	14.22	16.26	6.30	11.66
S. Sapma	1.34	1.91	3.64	0.34	4.45



Tablo: Dört grup bireye ait SPT Tek Yönlü Varyans Analizi

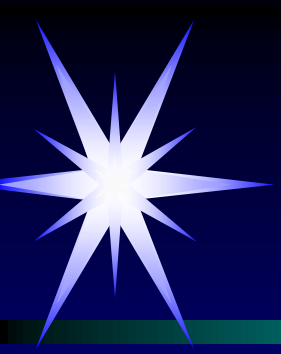
Değişim Kaynağı (DK)	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Toplamı (KT)	Kareler Ortalaması (KO)	Varyans Oranı (F)	Olasılık (P)
Gruplar	3	298.42	99.47	21.15	$P < 0.001$
Hata	16	72.25	4.70	--	--
Genel	19	373.67	--	--	--



Test İstatistiği : $F_{(3,16)} = 21.15$ $P < 0.001^{***}$

Yorum : Gruplar arasında SPT ortalamalarına göre ileri düzeyde önemli farklılık vardır.

Hangi grup ortalaması, hangi grup/grupların ortalamalarından farklıdır?

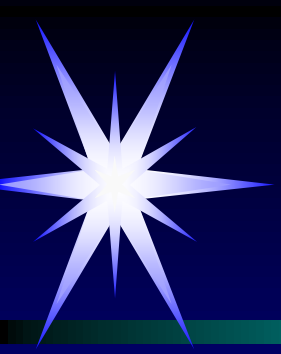


Çoklu Karşılaştırma Testleri

F test istatistiği önemli ise Grup ortalamaları birbirinden önemli düzeyde farklıdır.

Bu durumda hangi grup ortalamasının hangi grup/grupların ortalamasından farklı olduğunu belirlemek gerekir.

Bu işlevi yerine getiren yöntemlere **çoklu karşılaştırma testleri** ya da **post-hoc testler** adı verilir.

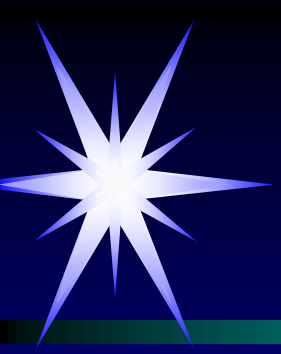


Çoklu Karşılaştırma Testleri

Çoklu karşılaştırma testleri, Grup varyanslarının homojen olup olmadığına göre iki ana gruba ayrılır.

**Ortak varyansı kullanan testler
(Equal variance assumption)**

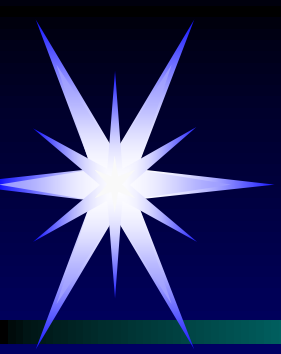
**Farklı varyansı kullanan testler
(Separate variance assumption)**



Çoklu Karşılaştırma Testleri

Çoklu karşılaştırma testleri;

- ✓ Tüm grup ortalamalarının eşanlı karşılaştırılmasına (simultaneous comparison) göre,
- ✓ Ortalamalar arasındaki açıklığı (range) değerlendirmesine göre (multiple range tests)
- ✓ İkili (pairwise) karşılaştırmalarına göre,

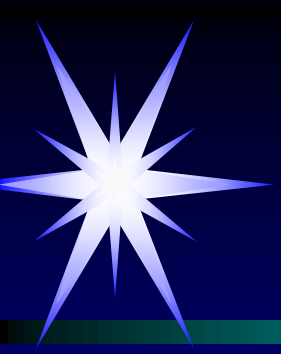


Çoklu Karşılaştırma Testleri

- ✓ Deneme gruplarını kendi içinde farklı biçimde gruplayarak (familywise) karşılaştırılmalarına göre
- ✓ Gruplardan birini kontrol grubu seçerek diğer grupları bu grup ile karşılaştırma biçimine göre

farklı biçimlerde uygulanır.

Bu nedenle çok sayıda çoklu karşılaştırma testi



Çoklu Karşılaştırma Testleri

Ortak varyans yaklaşımını kullanan testler içinde

- ✓ Eşanlı karşılaştırmalar için **Tukey HSD** testini,
- ✓ Kontrol grubuna göre diğer ortalamaları karşılaştırmak için **Dunnet** testini,

Farklı varyans yaklaşımını kullanan testler içinde

- ✓ Eşanlı karşılaştırmalar için **Tamhane T2** testini;
- ✓ Kontrol grubuna göre diğer ortalamaları karşılaştırmak için **Dunnet C** testini,

kullanılır.



Hangi Çoklu Karşılaştırma Testi?

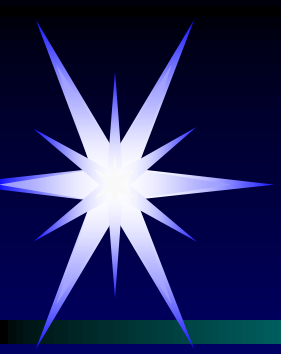
Ortak varyans ya da Farklı varyans

yaklaşımlarından hangisinin seçileceği SPSS'de varyans homojenlik testi yapılarak kararlaştırılır.

Options > Homogeneity of Variance

seçeneği seçilir.

Çıktıda **Levene Test** sonucuna bakılır.

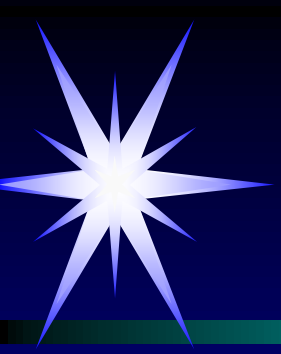


Hangi Çoklu Karşılaştırma Testi?

Levene Test sonucu $P > 0.05$ yani **Önemli Değil** ise **ortak varyans** yaklaşımını kullanan testlerden;

Eşanlı karşılaştırmalar için **Tukey HSD**,

Kontrol gruplu karşılaştırmalar için **Dunnett testi** kullanılır.



Hangi Çoklu Karşılaştırma Testi?

Levene Test sonucu $P < 0.05$ yani **Önemli** ise farklı **varyans** yaklaşımını kullanan testlerden;

Eşanlı karşılaştırmalar için **Tamhane' T2**,

Kontrol gruplu karşılaştırmalar için **Dunnett C testi**

kullanılır.



Varyansların Homojenliğinin Testi

Test of Homogeneity of Variances

STP

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.766	3	16	.015

$P < 0.05$ * Varyanslar homojen değildir.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: STP

	(I) GRU	(J) GRU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	1,00	2,00	-3,5600	1,37160	,082	-7,4842	,3642
		3,00	-7,9200*	1,37160	,000	-11,8442	-3,9958
		4,00	-9,9600*	1,37160	,000	-13,8842	-6,0358
	2,00	1,00	3,5600	1,37160	,082	-,3642	7,4842
		3,00	-4,3600*	1,37160	,027	-8,2842	-,4358
		4,00	-6,4000*	1,37160	,001	-10,3242	-2,4758
	3,00	1,00	7,9200*	1,37160	,000	3,9958	11,8442
		2,00	4,3600*	1,37160	,027	,4358	8,2842
		4,00	-2,0400	1,37160	,467	-5,9642	1,8842
	4,00	1,00	9,9600*	1,37160	,000	6,0358	13,8842
		2,00	6,4000*	1,37160	,001	2,4758	10,3242
		3,00	2,0400	1,37160	,467	-1,8842	5,9642
Tamhane	1,00	2,00	-3,5600*	1,37160	,018	-6,3107	-,8093
		3,00	-7,9200*	1,37160	,004	-11,9247	-3,9153
		4,00	-9,9600*	1,37160	,021	-17,7533	-2,1667
	2,00	1,00	3,5600*	1,37160	,018	,8093	6,3107
		3,00	-4,3600*	1,37160	,023	-8,1001	-,6199
		4,00	-6,4000	1,37160	,080	-13,6370	,8370
	3,00	1,00	7,9200*	1,37160	,004	3,9153	11,9247
		2,00	4,3600*	1,37160	,023	,6199	8,1001
		4,00	-2,0400	1,37160	,892	-9,0895	5,0095
	4,00	1,00	9,9600*	1,37160	,021	2,1667	17,7533
		2,00	6,4000	1,37160	,080	-,8370	13,6370
		3,00	2,0400	1,37160	,892	-5,0095	9,0895
Dunnnett t (2-sh	2,00	1,00	3,5600*	1,37160	,050	,0043	7,1157
		3,00	7,9200*	1,37160	,000	4,3643	11,4757
		4,00	9,9600*	1,37160	,000	6,4043	13,5157

*.The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups to it.



6: Visible: 2 of 2 Variables

	SPT	GRUP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	8,50	1,00																		
2	9,70	1,00																		
3	12,10	1,00																		
4	9,60	1,00																		
5	9,40	1,00																		
6	11,70	2,00																		
7	12,80	2,00																		
8	14,90	2,00																		
9	16,30	2,00																		
10	15,40	2,00																		
11	14,80	3,00																		
12	17,90	3,00																		
13	21,60	3,00																		
14	15,00	3,00																		
15	12,00	3,00																		
16	6,40	4,00																		
17	6,50	4,00																		
18	6,70	4,00																		
19	5,90	4,00																		
20	6,00	4,00																		
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				

Data View Variable View



- Reports
- Descriptive Statistics
- Tables
- Compare Means
- General Linear Model
- Generalized Linear Models
- Mixed Models
- Correlate
- Regression
- Loglinear
- Neural Networks
- Classify
- Dimension Reduction
- Scale
- Nonparametric Tests
- Forecasting
- Survival
- Multiple Response
- Missing Value Analysis...
- Multiple Imputation
- Complex Samples
- Simulation...
- Quality Control
- ROC Curve...
- IBM SPSS Amos...

- Frequencies...
- Descriptives...
- Explore...
- Crosstabs...
- Ratio...
- P-P Plots...
- Q-Q Plots...

26:	SPT	GRUP
1	8,50	1,
2	9,70	1,
3	12,10	1,
4	9,60	1,
5	9,40	1,
6	11,70	2,
7	12,80	2,
8	14,90	2,
9	16,30	2,
10	15,40	2,
11	14,80	3,
12	17,90	3,
13	21,60	3,
14	15,00	3,
15	12,00	3,
16	6,40	4,
17	6,50	4,
18	6,70	4,
19	5,90	4,
20	6,00	4,
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

var var var var var var var var var var var var var var var

Visible: 2 of 2 Variables

Data View Variable View



	SPT	GRUP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	8,50	1,00																		
2	9,70	1,00																		
3	12,10	1,00																		
4	9,60	1,00																		
5	9,40	1,00																		
6	11,70	2,00																		
7	12,80	2,00																		
8	14,90	2,00																		
9	16,30	2,00																		
10	15,40	2,00																		
11	14,80	3,00																		
12	17,90	3,00																		
13	21,60	3,00																		
14	15,00	3,00																		
15	12,00	3,00																		
16	6,40	4,00																		
17	6,50	4,00																		
18	6,70	4,00																		
19	5,90	4,00																		
20	6,00	4,00																		
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				

Explore

Dependent List:
SPT

Factor List:
GRUP

Label Cases by:

Statistics...
Plots...
Options...
Bootstrap...

Explore: Plots

Boxplots:
 Factor levels together
 Dependents together
 None

Descriptive:
 Stem-and-leaf
 Histogram

Normality plots with tests

Spread vs Level with Levene Test:
 None
 Power estimation
 Transformed Power: Natural log
 Untransformed

Continue Cancel Help



Output

- Log
- Explore
 - Title
 - Notes
 - Active Dataset
 - GRUP
 - Title
 - Case Proces
 - Descriptives
 - Tests of Norm
 - SPT
 - Title
 - Stem-an
 - Title
 - GRU
 - GRU
 - GRU
 - GRU
 - Normal (
 - Title
 - GRU
 - GRU
 - GRU
 - GRU
 - GRU
 - Detrende
 - Title
 - GRU
 - GRU
 - GRU
 - GRU
 - Boxplot

	Maximum		16,30	
	Range		4,60	
	Interquartile Range		3,60	
	Skewness		-,475	,913
	Kurtosis		-1,833	2,000
3,00	Mean		16,2600	1,62899
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	11,7372	
		Upper Bound	20,7828	
	5% Trimmed Mean		16,2000	
	Median		15,0000	
	Variance		13,268	
	Std. Deviation		3,64253	
	Minimum		12,00	
	Maximum		21,60	
	Range		9,60	
	Interquartile Range		6,35	
	Skewness		,640	,913
	Kurtosis		,214	2,000
4,00	Mean		6,3000	,15166
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5,8789	
		Upper Bound	6,7211	
	5% Trimmed Mean		6,3000	
	Median		6,4000	
	Variance		,115	
	Std. Deviation		,33912	
	Minimum		5,90	
	Maximum		6,70	
	Range		,80	
	Interquartile Range		,65	
	Skewness		-,192	,913
	Kurtosis		-2,234	2,000

Tests of Normality

GRUP	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SPT 1,00	,348	5	,048	,847	5	,186
2,00	,239	5	,200*	,933	5	,619
3,00	,235	5	,200*	,958	5	,791
4,00	,216	5	,200*	,925	5	,564

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

SPT

25 : Visible: 2 of 2 Variables

	SPT	GRUP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	8,50	1,															
2	9,70	1,															
3	12,10	1,															
4	9,60	1,															
5	9,40	1,															
6	11,70	2,															
7	12,80	2,															
8	14,90	2,															
9	16,30	2,															
10	15,40	2,															
11	14,80	3,															
12	17,90	3,															
13	21,60	3,															
14	15,00	3,															
15	12,00	3,															
16	6,40	4,															
17	6,50	4,															
18	6,70	4,															
19	5,90	4,															
20	6,00	4,															
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

- Reports
- Descriptive Statistics
- Tables
- Compare Means
 - Means...
 - One-Sample T Test...
 - Independent-Samples T Test...
 - Paired-Samples T Test...
 - One-Way ANOVA...
- General Linear Model
- Generalized Linear Models
- Mixed Models
- Correlate
- Regression
- Loglinear
- Neural Networks
- Classify
- Dimension Reduction
- Scale
- Nonparametric Tests
- Forecasting
- Survival
- Multiple Response
- Missing Value Analysis...
- Multiple Imputation
- Complex Samples
- Simulation...
- Quality Control
- ROC Curve...
- IBM SPSS Amos...



25 :

	SPT	GRUP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	8,50	1,00																
2	9,70	1,00																
3	12,10	1,00																
4	9,60	1,00																
5	9,40	1,00																
6	11,70	2,00																
7	12,80	2,00																
8	14,90	2,00																
9	16,30	2,00																
10	15,40	2,00																
11	14,80	3,00																
12	17,90	3,00																
13	21,60	3,00																
14	15,00	3,00																
15	12,00	3,00																
16	6,40	4,00																
17	6,50	4,00																
18	6,70	4,00																
19	5,90	4,00																
20	6,00	4,00																
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		

One-Way ANOVA

Dependent List:
SPT

Factor:
GRUP

Contrasts...
Post Hoc...
Options...
Bootstrap...

OK Paste Reset Cancel Help



- Output
- Log
- Oneway
 - Title
 - Notes
 - Active Dataset
 - ANOVA

ONEWAY SPT BY GRUP
/MISSING ANALYSIS.

→ Oneway

[DataSet0] C:\SETENAY\BIYOİSTATİSTİK DERS SLAYTLARI\TIP 2016-2017\TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ.sav

ANOVA

SPT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	298,416	3	99,472	21,150	,000
Within Groups	75,252	16	4,703		
Total	373,668	19			



	SPT	GRUP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	8,50	1,00																		
2	9,70	1,00																		
3	12,10	1,00																		
4	9,60	1,00																		
5	9,40	1,00																		
6	11,70	2,00																		
7	12,80	2,00																		
8	14,90	2,00																		
9	16,30	2,00																		
10	15,40	2,00																		
11	14,80	3,00																		
12	17,90	3,00																		
13	21,60	3,00																		
14	15,00	3,00																		
15	12,00	3,00																		
16	6,40	4,00																		
17	6,50	4,00																		
18	6,70	4,00																		
19	5,90	4,00																		
20	6,00	4,00																		
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				

One-Way ANOVA

Dependent List:
SPT

Contrasts...
Post_Hoc...
Options...
Bootstrap...

One-Way ANOVA: Options

Statistics

- Descriptive
- Fixed and random effects
- Homogeneity of variance test
- Brown-Forsythe
- Welch

Means plot

Missing Values

- Exclude cases analysis by analysis
- Exclude cases listwise

Continue Cancel Help



- Output
 - Oneway
 - Notes
 - Oneway
 - Title
 - Notes
 - Active Dataset
 - Test of Homogeneity of Variances
 - ANOVA

Oneway

[DataSet0] C:\SETENAY\BIYOİSTATİSTİK DERS SLAYTLARI\TIP 2016-2017\TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ.sav

Test of Homogeneity of Variances

SPT

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,766	3	16	,015

ANOVA

SPT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	298,416	3	99,472	21,150	,000
Within Groups	75,252	16	4,703		
Total	373,668	19			



	SPT	GRUP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	8,50	1,00																		
2	9,70	1,00																		
3	12,10	1,00																		
4	9,60	1,00																		
5	9,40	1,00																		
6	11,70	2,00																		
7	12,80	2,00																		
8	14,90	2,00																		
9	16,30	2,00																		
10	15,40	2,00																		
11	14,80	3,00																		
12	17,90	3,00																		
13	21,60	3,00																		
14	15,00	3,00																		
15	12,00	3,00																		
16	6,40	4,00																		
17	6,50	4,00																		
18	6,70	4,00																		
19	5,90	4,00																		
20	6,00	4,00																		
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				

One-Way ANOVA

Dependent List: SPT

Factor: GRUP

OK Paste Reset Cancel

One-Way ANOVA: Post Hoc Multiple Comparisons

Equal Variances Assumed

- LSD
- Bonferroni
- Sidak
- Scheffe
- R-E-G-W F
- R-E-G-W Q
- S-N-K
- Tukey
- Tukey's-b
- Duncan
- Hochberg's GT2
- Gabriel
- Waller-Duncan
- Type I/Type II Error Ratio: 100
- Dunnett
- Control Category: Last
- Test: 2-sided < Control > Control

Equal Variances Not Assumed

- Tamhane's T2
- Dunnett's T3
- Games-Howell
- Dunnett's C

Significance level: 0,05

Continue Cancel Help



	SPT	GRUP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	8,50	1,00																		
2	9,70	1,00																		
3	12,10	1,00																		
4	9,60	1,00																		
5	9,40	1,00																		
6	11,70	2,00																		
7	12,80	2,00																		
8	14,90	2,00																		
9	16,30	2,00																		
10	15,40	2,00																		
11	14,80	3,00																		
12	17,90	3,00																		
13	21,60	3,00																		
14	15,00	3,00																		
15	12,00	3,00																		
16	6,40	4,00																		
17	6,50	4,00																		
18	6,70	4,00																		
19	5,90	4,00																		
20	6,00	4,00																		
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				

One-Way ANOVA

Dependent List: SPT

Factor: GRUP

OK Paste Reset Cancel

One-Way ANOVA: Post Hoc Multiple Comparisons

Equal Variances Assumed

- LSD
- Bonferroni
- Sidak
- Scheffe
- R-E-G-W F
- R-E-G-W Q
- S-N-K
- Tukey
- Tukey's-b
- Duncan
- Hochberg's GT2
- Gabriel
- Waller-Duncan
- Type I/Type II Error Ratio: 100
- Dunnett
- Control Category: Last
- Test: 2-sided < Control > Control

Equal Variances Not Assumed

- Tamhane's T2
- Dunnett's T3
- Games-Howell
- Dunnett's C

Significance level: 0,05

Continue Cancel Help



- Output
- Oneway
- Notes
- Oneway
- Notes
- Oneway
- Notes
- Post Hoc Tests
- Title
- Multiple Comparisons

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: SPT

Tamhane

(I) GRUP	(J) GRUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1,00	2,00	-4,36000*	1,04211	,023	-8,1001	-,6199
	3,00	-6,40000	1,73557	,080	-13,6370	,8370
	4,00	3,56000*	,61774	,018	,8093	6,3107
2,00	1,00	4,36000*	1,04211	,023	,6199	8,1001
	3,00	-2,04000	1,83875	,892	-9,0895	5,0095
	4,00	7,92000*	,86626	,004	3,9153	11,9247
3,00	1,00	6,40000	1,73557	,080	-,8370	13,6370
	2,00	2,04000	1,83875	,892	-5,0095	9,0895
	4,00	9,96000*	1,63603	,021	2,1667	17,7533
4,00	1,00	-3,56000*	,61774	,018	-6,3107	-,8093
	2,00	-7,92000*	,86626	,004	-11,9247	-3,9153
	3,00	3,56000*	1,63603	,021	-17,7533	-2,1667

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Double-click to activate