

TESADÜF BLOKLARI DENEME PLANI (İki yönlü varyans analizi)

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

1

Tesadüf Blokları Deneme Planı

Deneme materyalinin tek yönde heterojen olduğu durumlarda kullanılır. Deneme materyalindeki bu heterojenliğin etkisini gidermek amacıyla heterojenliğe dik olacak şekilde, her birisi kendi içerisinde homojen olan bloklar oluşturulur. Daha sonra her blok muamele sayısı kadar parsel bölünür. Muameleler her birisinden her blokta bir adet olacak şekilde parsellere rastgele dağıtılır (Tekerrüzsüz Tesadüf Blokları). Örneğin; A,B,C,D gibi $t=4$ muamele, $b=5$ blokta denemeye alınsın. Bu durumda deneme aşağıdaki şekilde kurulabilir.

Bloklar				
1	2	3	4	5
C	D	B	D	C
B	C	A	A	D
D	A	D	C	B
A	B	C	B	A

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

2

Tesadüf blokları deneme planının matematik modeli,

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

şeklindedir. Burada,

Y_{ij} = i-inci muameleye ait j-inci bloktaki gözlem değerini,

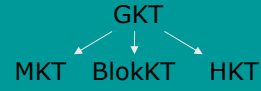
μ = Genel populasyon ortalamasını,

α_i = i-inci muamelenin etkisini,

β_j = j-inci bloğun etkisini,

e_{ij} = i-inci muamelenin j-inci bloktaki tesadüfi hatasını, ifade eder.

İki yönlü varyans analizinde genel varyasyonu (GKT) oluşturan üç unsur vardır. Bunlar; muamele (MKT), Blok (BlokKT) ve tesadüfi hatadır (HKT).



GKT'nı oluşturan unsurlar aşağıdaki gibi hesaplanırlar

$$DK = y_{...}^2 / n$$

$$GKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - DK$$

$$MKT = \sum_{i=1}^t \frac{y_{i.}^2}{b} - DK$$

$$BKT = \sum_{j=1}^n \frac{y_{.j}^2}{t} - DK$$

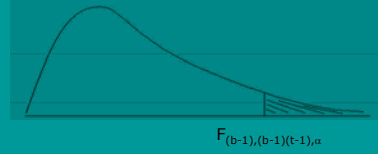
$$HKT = GKT - MKT - BKT$$

Tesadüf Blokları Deneme Planı

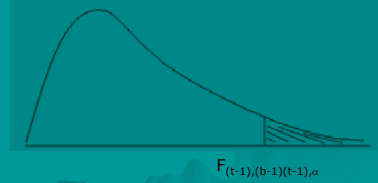
Elde edilen değerler Varyans Analiz Tablosu (VAT)'na aktarılarak testler yapılır.

VK	SD	KT	KO	F
Blok	b-1	BKT	BKO	BKO/HKO
Muamele	t-1	MKT	MKO	MKO/HKO
Hata	(b-1)(t-1)	HKT	HKO	-
Genel	tb-1=N-1	GKT	-	-

Blok için elde edilen F_{hesap} değeri, $F_{(b-1)(b-1)(t-1),\alpha}$ cetvel değeri ile karşılaştırılır ve $F_{\text{hesap}} > F_{(b-1)(b-1)(t-1),\alpha}$ ise H_0 Red edilir.



Muamele için elde edilen F_{hesap} değeri, $F_{t-1,(b-1)(t-1),\alpha}$ cetvel değeri ile karşılaştırılır ve $F_{\text{hesap}} > F_{t-1,(b-1)(t-1),\alpha}$ ise H_0 Red edilir.



Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

5

Tesadüf Blokları Deneme Planı

Örnek: Ayçiçeği çeşitlerini verimleri bakımından karşılaştırmak amacıyla beş ayçiçeği çeşidi 4 blokta denemeye alınıyor. Deneme sonuçları aşağıdaki gibidir. Buna göre ayçiçeği çeşitleri arasında verimleri bakımından fark var mıdır? Test ediniz ve sonucu yorumlayınız.

Çeşitler	Bloklar				Toplam
	1	2	3	4	
A	18	20	19	21	78
B	15	16	18	14	63
C	12	13	12	10	47
D	20	23	21	22	86
E	25	22	26	24	97
Toplam	90	94	96	91	371

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

6

$$DK = y_{..}^2 / n = 371^2 / 20 = 6882.05$$

$$GKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - DK = (18^2 + 15^2 + \dots + 24^2) - 6882.05 = 416.95$$

$$\text{ÇKT} = \sum_{i=1}^t y_{i.}^2 / b - DK = \left(\frac{78^2 + 63^2 + \dots + 97^2}{4} \right) - 6882.05 = 384.7$$

$$BKT = \sum_{j=1}^b y_{.j}^2 / t - DK = \left(\frac{90^2 + 94^2 + 96^2 + 91^2}{5} \right) - 6882.05 = 4.55$$

$$HKT = GKT - \text{ÇKT} - BKT = 416.95 - 384.7 - 4.55 = 27.7$$

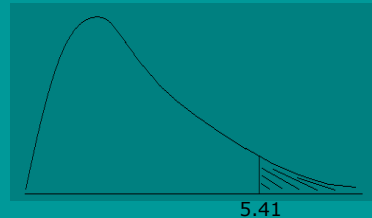
Varyans Analiz Tablosu (VAT)

VK	SD	KT	KO	F
Blok	4-1=3	4.55	1.52	<1
Çeşit	5-1=4	384.7	96.18	41.64**
Hata	4*3=12	27.7	2.31	
Genel	20-1=19	416.95	-	

Çeşit için test

$$F = 96.18 / 2.31 = 41.64 > F_{4,12,0.01} = 5.41$$

H_0 hipotezi RED edilir. Ayçiçeği çeşitleri arasında verim bakımından istatistik olarak çok önemli fark vardır ($P < 0.01$).



Ayçiçeği çeşitleri arasında önemli fark olduğu belirlendiğine göre, bu farklılığın hangi çeşitten kaynaklandığını Duncan testi kullanarak ortaya koyalım. Duncan istatistiği;

$$Dp = Q_{\alpha,p,v} * \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

Burada,
 $Q_{\alpha,p,v}$: t tane grup için v serbestlik dereceli, α önem seviyesindeki Duncan cetvel değerini,
 S^2 = Hata kareler ortalamasını (varyansı),
 n = Her bir muameledeki tekrür sayısını göstermektedir.

VK	SD	KT	KO	F
Blok	4-1=3	4.55	1.52	<1
Çeşit	5-1=4	384.7	96.18	41.64**
Hata	4*3=12	27.7	2.31	
Genel	20-1=19	416.95	-	

p	2	3	4	5
$Q_{0.05,p,12}$	3.08	3.23	3.33	3.36
Sx	0.76	0.76	0.76	0.76
Dp	2.34	2.46	2.53	2.55

Çeşit ortalamalarının fark tablosundaki fark değerleri ile bu değerler karşılaştırılırsa...

	B	A	D	E	
-	15.75	19.50	21.50	24.25	
C 11.75	4.00*	7.75*	9.75*	12.50*	D5=2.55
B 15.75	-	3.75*	5.75*	8.50*	D4=2.53
A 19.50	-	-	2.00-	4.75*	D3=2.46
D 21.50	-	-	-	2.75*	D2=2.34

Tüm bu karşılaştırmalar aşağıdaki gibi aynı olan gruplar aynı harflerle ifade edilerek özetlenir.

C	B	A	D	E
11.75	15.75	19.50	21.50	24.25
a	b	c	c	d

Örnek: Dört besi yöntemi koyunlarda toplam canlı ağırlık artışına etkileri bakımından karşılaştırılmak istenmektedir. Deneme yapılacak koyun materyali yaşları aynı olmadığından yaş faktörü blok alınarak deneme 3 blokta yapılmıştır. Deneme sonuçları aşağıdaki gibidir. Buna göre besi yöntemleri arasında canlı ağırlık toplamına etkileri bakımından fark var mıdır? Test ediniz ve sonucu yorumlayınız.

Besi Yöntemi	Yaş (ay)			Toplam
	3-4	5-6	7-8	
A	55	56	53	164
B	68	63	60	191
C	61	57	59	177
D	62	60	60	182
Toplam	246	236	232	714

$$DK = y_{..}^2 / n = 714^2 / 12 = 42483$$

$$GKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - DK = (55^2 + 68^2 + \dots + 60^2) - 42483 = 175$$

$$BYKT = \sum_{i=1}^t y_i^2 / b - DK = \left(\frac{164^2 + 191^2 + 177^2 + 182^2}{3} \right) - 42483 = 127$$

$$YKT = \sum_{j=1}^b y_j^2 / t - DK = \left(\frac{246^2 + 236^2 + 232^2}{4} \right) - 42483 = 26$$

$$HKT = GKT - BYKT - YKT = 175 - 127 - 26 = 22$$

Varyans Analiz Tablosu (VAT)

VK	SD	KT	KO	F
Yaş	3-1=2	26	13	3.54
Besi Yön.	4-1=3	127	42.33	11.54**
Hata	2*3=6	22	3.67	
Genel	12-1=11	175	-	

Besi yöntemleri için test

$$F=42.33/3.67=11.54 > F_{3,6,0.01}=9.78$$

H_0 hipotezi RED edilir. Besi yöntemleri arasında canlı ağırlık artışına etkileri bakımından istatistik olarak çok önemli fark vardır ($P<0.01$).



9.78

Yaşlar için test

$$F=13/3.67=3.54 < F_{2,6,0.05}=5.14$$

H_0 red edilmez. Yaşlar arasındaki fark önemli değildir.



5.14

Besi yöntemleri arasında önemli fark olduğu belirlendiğine göre, bu farklılığın hangi yöntemden kaynaklandığını SNK testi kullanarak ortaya koyalım. SNK istatistiği;

$$SNK = Wp = q_{\alpha,p,v} * \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

Burada,
 $q_{\alpha,p,v}$: t tane grup için v serbestlik dereceli, α önem seviyesindeki SNK cetvel değerini,
 S^2 = Hata kareler ortalamasını (varyansı),
 n = Her bir muameledeki tekerrür sayısını göstermektedir.

VK	SD	KT	KO	F
Yaş	3-1=2	26	13	3.54
Besi Yön.	4-1=3	127	42.33	11.54**
Hata	2*3=6	22	3.67	
Genel	12-1=11	175	-	

p	2	3	4
$q_{0.05,p,6}$	3.46	4.34	4.90
S_x	1.11	1.11	1.11
W_p	3.84	4.82	5.44

Grup ortalamaları fark tablosundaki fark değerleri ile bu değer karşılaştırılırsa...

-	C	D	B	
	59.00	60.67	63.67	
A 54.67	4.33*	6.00*	9.00*	W4=5.44
C 59.00	-	1.67-	4.67-	W3=4.82
D 60.67	-	-	3.00-	W2=3.84

Tüm bu karşılaştırmalar aşağıdaki gibi aynı olan gruplar aynı harflerle ifade edilerek özetlenir.

A	C	D	B
54.67	59.00	60.67	63.67
a	b	b	b

Tesadüf Blokları Deneme Planında Eksik Gözlemin Tahmini

Deneme esnasında veya deneme sonunda herhangi bir nedenle bir veya birden fazla deneme ünitesine ait gözlem değeri elde edilemeyebilir veya kaybolabilir. Böyle durumlarda eksik gözlem veya gözlemlerin tahmin edilmesi mümkündür. Bu amaçla tesadüf blokları deneme planında yapılmış bir denemede eksik bir gözlem

$$\hat{y} = \frac{tM + bB - G}{(t-1)(b-1)}$$

formülü ile tahmin edilir. Burada;

t: muamele sayısını;

b: blok sayısını;

M: eksik gözlemin ait olduğu muameleye ait diğer gözlemlerin toplamını;

B: eksik gözlemin ait olduğu bloğa ait diğer gözlemlerin toplamını;

G: eksik gözlem dışındaki gözlemlerin toplamını göstermektedir.

Tesadüf Blokları Deneme Planı

Örnek: Ayçiçeği denemesine ait C çeşidinin dördüncü bloktaki gözlem değeri elde edilememiştir. Bu gözlemi tahmin ederek ayçiçeği çeşitleri arasında verimleri bakımından fark olup olmadığını test ediniz ve sonucu yorumlayınız.

Çeşitler	Bloklar				Toplam
	1	2	3	4	
A	18	20	19	21	78
B	15	16	18	14	63
C	12	13	12	y=?	M=37
D	20	23	21	22	86
E	25	22	26	24	97
Toplam	90	94	96	B=81	G=361

$$\hat{y} = \frac{tM + bB - G}{(t-1)(b-1)} = \frac{5*37 + 4*81 - 361}{(5-1)(4-1)} = 12.33$$

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

17

Tesadüf Blokları Deneme Planı

Çeşitler	Bloklar				Toplam
	1	2	3	4	
A	18	20	19	21	78
B	15	16	18	14	63
C	12	13	12	y=12.33	49.33
D	20	23	21	22	86
E	25	22	26	24	97
Toplam	90	94	96	93.33	373.33

Eksik gözlem birden fazla, örneğin iki ise, biri hariç diğerinin yerine ortalama değerler konur ve kalan yukarıdaki formül kullanılarak tahmin edilir. Sonra tahmin edilen değer yerine konur ve daha önce ortalama olarak hesaba alınan değer bu formül kullanılarak yeniden tahmin edilir. Bu işlem tahmin edilen değerler değişmeyinceye kadar devam edilir.

Tahmin edilen değer yerine yazılarak tüm varyans analizi gözlem değeri hiç kaybolmamış gibi yapılır. Ancak varyans analiz tablosunda genelin ve dolayısıyla hatanın serbestlik dereceleri kayıp gözlem sayısı kadar azalır.

VK	SD (bir eksik gözlem için)	SD (iki eksik gözlem için)	KO	F
Blok	b-1=4-1=3	b-1=4-1=3		
Çeşit	t-1=5-1=4	t-1=5-1=4		
Hata	[(t-1)(b-1)]-1=(4*3)-1=11	[(t-1)(b-1)]-2=(4*3)-2=10		
Genel	(N-1)-1=(20-1)-1=18	(N-1)-2=(20-1)-2=17		

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

18

Tekerrürlü Tesadüf Blokları Deneme Planı

Deneme, tekerrürsüz tesadüf blokları deneme planı ile aynı özellikleri taşır. Ancak aradaki fark, her muamelenin her blokta birden fazla sayıda rastgele tekrarlanmasıdır. Örneğin 4 muamele 5 blokta 2 tekerrürlü olarak denemeye alınmak istense deneme

Bloklar				
1	2	3	4	5
C	D	B	D	C
A	B	C	B	A
D	A	D	C	B
B	C	A	A	D
C	D	B	D	C
A	B	C	B	A
D	A	D	C	B
B	C	A	A	D

şeklinde kurulabilir.

Tekerrürlü Tesadüf blokları deneme planının matematik modeli,

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

şeklindedir. Burada,

Y_{ijk} = i-inci muamenin j-inci bloktaki k-ıncı gözlem değerini,

μ = Genel populasyon ortalamasını,

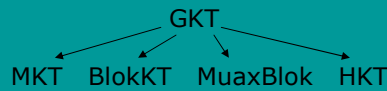
α_i = i-inci muamelenin etkisini,

β_j = i-inci bloğun etkisini,

$(\alpha\beta)_{ij}$ = i-inci bloktaki j-inci muamelenin interaksiyon etkisini

e_{ijk} = tesadüfi hatayı göstermektedir.

Tekerrürlü Tesadüf blokları deneme planında genel varyasyonu (GKT) oluşturan dört unsur vardır. Bunlar; Muamele (MKT), Blok (BlokKT), MuamelexBlok interaksiyonu ve tesadüfi hatadır (HKT).



Örnek: Arılarda varroa jacobsoni'ye karşı kullanılan 3 ayrı etkili maddeli ilaç 4 ırk arıda iki tekerrürlü olarak deneme alınıyor. Elde edilen sonuçlar (koloni başına kalan varroa oranı(%)) aşağıdaki gibidir. Buna göre ilaçlar ve arı ırkları arasında kolonide kalan varroa oranına etkileri bakımından fark var mıdır? Test ediniz ve sonucu yorumlayınız.

İlaçlar	İrklar(Blok)				Toplam
	1	2	3	4	
A	11	13	10	15	92
	10	11	9	13	
B	15	16	12	14	111
	14	16	11	13	
C	12	13	12	17	104
	13	12	9	16	
Toplam	75	81	63	88	307

$$DK = y_{...}^2 / n = 307^2 / 24 = 3927.04$$

$$GKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - DK = (11^2 + 10^2 + 13^2 + \dots + 16^2) - 3927.04 = 117.96$$

$$\text{İlacKT} = \sum_{i=1}^t y_{i..}^2 / bn - DK = \left(\frac{92^2 + 111^2 + 104^2}{4 * 2} \right) - 3927.04 = 23.08$$

$$\text{İrkKT} = \sum_{j=1}^b y_{.j.}^2 / tn - DK = \left(\frac{75^2 + 81^2 + 63^2 + 88^2}{3 * 2} \right) - 3927.04 = 56.13$$

İrk x İlaç interaksiyonunu bulmak için, her bloktaki aynı muameleye ait toplamlardan, alt gruplar arası kareler toplamı hesaplanır.

$$\text{AltGr.KT} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 / n - DK = \frac{(11+10)^2 + (13+11)^2 + \dots + (17+16)^2}{2} - 3927.04 = 105.46$$

$$(\text{İlacX Irk})_{\text{int}} \text{KT} = \text{AltGr.KT} - \text{İlacKT} - \text{IrkKT} = 105.46 - 23.08 - 56.13 = 26.25$$

$$\begin{aligned} \text{HKT} &= \text{GKT} - \text{İlacKT} - \text{IrkKT} - (\text{İlacX Irk})_{\text{int}} \text{KT} = \text{GKT} - \text{AltGr.KT} \\ &= 117.96 - 23.08 - 56.13 - 26.25 = 12.5 \end{aligned}$$

Varyans Analiz Tablosu (VAT)

VK	SD	KT	KO	F
Irk	4-1=3	56.13	18.71	17.96
İlaç	3-1=2	23.08	11.54	11.08
(IrkX İlaç)int	3*2=6	26.25	4.375	4.2
Hata	12	12.5	1.042	
Genel	24-1=23	117.97	-	

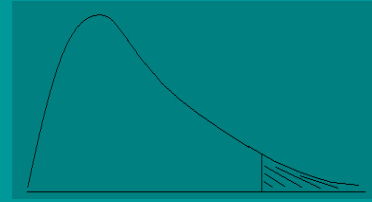
Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

23

Irk için test

$$F = 18.71 / 1.042 = 17.96 > F_{3,12,0.01} = 5.95$$

H_0 hipotezi RED edilir. Irklar arasında kolonide kalan varroa oranına etkileri bakımından istatistik olarak çok önemli fark vardır ($P < 0.01$).

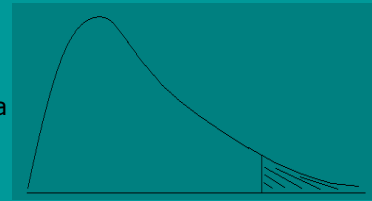


5.95

İlaç için test

$$F = 11.54 / 1.042 = 11.08 > F_{2,12,0.01} = 6.93$$

H_0 hipotezi RED edilir. İlaçlar arasında kolonide kalan varroa oranına etkileri bakımından istatistik olarak çok önemli fark vardır ($P < 0.01$).



6.93

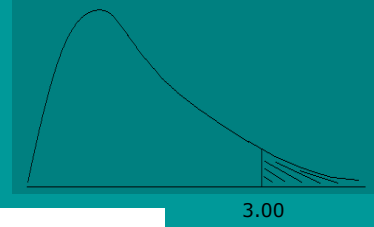
Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

24

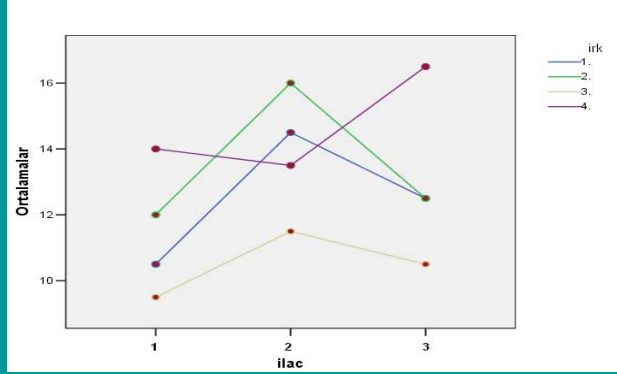
(İrkXİlaç)int için test

$$F=4.375/1.042=4.2 > F_{6,12,0.05}=3.0$$

H_0 hipotezi RED edilir. İrkxİlaç interaksiyonu istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$).



3.00



İlaç çeşidine göre kalan varroa oranlarındaki değişim ırktan ırka benzer değildir.

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

25

Örnek: 4 mercimek çeşidi 4 blokta 2 tekerrürlü olarak verim denemesine alınmış elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir. Buna göre mercimek çeşitleri arasında verim bakımından fark var mıdır? Test ediniz ve sonucu yorumlayınız.

Mercimek Çeşitleri	Bloklar				Toplam
	1	2	3	4	
A	1.1	1.3	1.0	1.5	9.2
	1.0	1.1	0.9	1.3	
B	1.5	1.6	1.2	1.4	11.1
	1.4	1.6	1.1	1.3	
C	1.1	1.2	1.2	1.2	9.0
	1.0	1.1	1.3	0.9	
D	1.2	1.3	1.2	1.7	10.4
	1.3	1.2	0.9	1.6	
Toplam	9.6	10.4	8.8	10.9	39.7

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

26

$$DK = y_{...}^2 / n = 39.7^2 / 32 = 49.25$$

$$GKT = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^2 y_{ijk}^2 - DK = (1.1^2 + 1.0^2 + 1.3^2 + \dots + 1.6^2) - 49.25 = 1.437$$

$$ÇesitKT = \sum_{i=1}^4 y_{i..}^2 / bn - DK = \left(\frac{9.2^2 + 11.1^2 + 9.0^2 + 10.4^2}{4 * 2} \right) - 49.25 = 0.373$$

$$BlokKT = \sum_{j=1}^4 y_{.j.}^2 / tn - DK = \left(\frac{9.6^2 + 10.4^2 + 8.8^2 + 10.9^2}{4 * 2} \right) - 49.25 = 0.318$$

Blok x Çeşit interaksiyonunu bulmak için, her bloktaki aynı muameleye ait toplamlardan, alt gruplar arası kareler toplamı hesaplanır.

$$AltGr.KT = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 Y_{ij}^2 / n - DK = \frac{(1.1+1.0)^2 + (1.3+1.1)^2 + \dots + (1.7+1.6)^2}{2} - 49.25 = 1.252$$

$$(Blok X Çeşit)_{im}KT = AltGr.KT - BlokKT - ÇeşitKT = 1.252 - 0.318 - 0.373 = 0.56$$

$$HKT = GKT - BlokKT - ÇeşitKT - (Blok X Çeşit)_{im}KT = GKT - AltGr.KT = 1.437 - 0.318 - 0.373 - 0.56 = 1.437 - 1.252 = 0.185$$

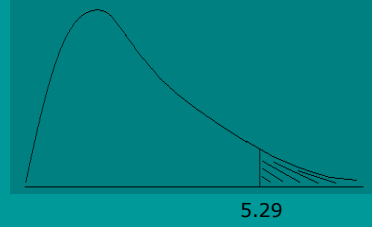
Varyans Analiz Tablosu (VAT)

VK	SD	KT	KO	F
Blok	4-1=3	0.318	0.106	9.18
Çeşit	4-1=3	0.373	0.124	10.766
(BlokXÇeşit)int	3*3=9	0.56	0.062	5.384
Hata	16	0.185	0.012	
Genel	32-1=31	1.437	-	

Blok için test

$$F=0.106/0.012=9.18 > F_{3,16,0.01}=5.29$$

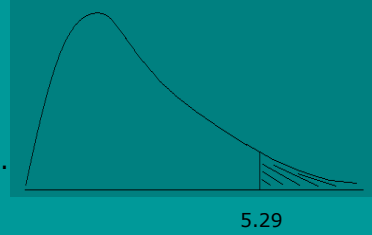
H_0 hipotezi RED edilir. Bloklar arasında verim bakımından istatistik olarak çok önemli fark vardır ($P<0.01$).



Çeşit için test

$$F=0.124/0.012=10.766 > F_{3,16,0.01}=5.29$$

H_0 hipotezi RED edilir. Çeşitler arasında verim bakımından istatistik olarak çok önemli fark vardır ($P<0.01$).



(BlokXÇeşit)int için test

$$F=0.062/0.012=5.384 > F_{9,16,0.01}=3.78$$

H_0 hipotezi RED edilir. BlokxÇeşit interaksyonu istatistik olarak çok önemlidir ($P<0.05$).

