

LATİN KARESİ DENEME PLANI

Latin Karesi Deneme Planı

Deneme materyalinin iki yönde heterojen olduğu durumlarda kullanılır. Deneme materyalindeki bu heterojenliğin etkisini gidermek amacıyla heterojenliğe dik olacak şekilde yatay (satır) ve dikey (sütun) bloklar oluşturulur. Bu deneme planında satır, sütun ve muamele sayısı birbirine eşit olmak zorundadır ($s=c=t$) ve bu planda en önemli kısıtlayıcı durumdur. Muamele sayısının 4'ten az, 12'den fazla olması durumunda tavsiye edilmez. Latin kare'de bir muamele, her bir sıra veya sütunda yalnızca bir kez yer alır. Bu özellik sıra, sütun ve muamelelerin birbirinden bağımsız olmasını sağlar. Latin kare denemelerde Galois Alan Teorisi'ne göre muamele sayısı kadar standart latin kare planı oluşturulur. Muamele sayısı t ise bu standart latin karelerden toplam $t!(t-1)!$ tane birbirinden farklı plan oluşturulabilir ve bunlardan birisi rasgele seçilebilir. Pratikte, t tane standart latin kareden tesadüfen seçilen 1 tanesinin satır ve sütunları rasgele yer değiştirilerek elde edilen deneme planı, tesadüfen oluşturulmuş deneme planı olarak kabul edilir. Örneğin muamele sayısı $t=4$ için 4 tane standart latin kare vardır. Bunlar;

Latin Karesi Deneme Planı

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

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

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

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

Bu dört standart latin kare kullanılarak toplam= $4!(4-1)!4=576$ farklı plan oluşturulabilir.

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

3

Latin Karesi Deneme Planı

Latin kare deneme planının matematik modeli,

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + e_{ijk}$$

şeklindedir. Burada,

Y_{ijk} = i-inci satır, j-inci sütundaki k-ıncı muameleye ait gözlem değerini,

μ = Genel populasyon ortalamasını,

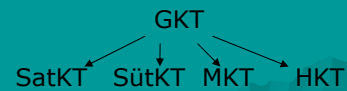
α_i = i-inci satırın etkisini,

β_j = j-inci sütunun etkisini,

γ_k = k-inci muamelelerin etkisini

e_{ijk} = i-inci satır, j-inci sütundaki k-ıncı muameleye ait tesadüfi hatayı göstermektedir.

Latin kare deneme planında genel varyasyonu (GKT) oluşturan dört unsur vardır. Bunlar; satır (SatKT), Sütun (SütKT), Muamele (MKT) ve hatadır (HKT).



Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

4

GKT'ni oluşturan unsurlar aşağıdaki gibi hesaplanırlar

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

$$GKT = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^p y_{ijk}^2 - DK$$

$$SatKT = \sum_{i=1}^p \frac{y_{i..}^2}{p} - DK$$

$$SütKT = \sum_{j=1}^p \frac{y_{.j.}^2}{p} - DK$$

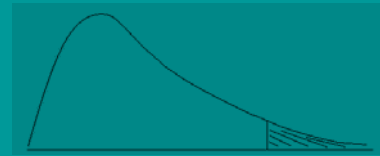
$$MKT = \sum_{k=1}^p \frac{y_{..k}^2}{p} - DK$$

$$HKT = GKT - SatKT - SütKT - MKT$$

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

VK	SD	KT	KO	F
Satır	p-1	SatKT	SatKO	SatKO/HKO
Sütun	p-1	SütKT	SütKO	SütKO/HKO
Muamele	p-1	MKT	MKO	MKO/HKO
Hata	(p-1)(p-2)	HKT	HKO	-
Genel	p ² -1	GKT	-	-

Satır, Sütun ve Muamele için elde edilen F_{hesap} değerleri $F_{(p-1),(p-1)(p-2),\alpha}$ cetvel değeri ile karşılaştırılır ve $F_{hesap} > F_{(p-1),(p-1)(p-2),\alpha}$ ise H_0 Red edilir.



Örnek: Dört farklı domates çeşidi verimleri bakımından karşılaştırmak amacıyla latin kare deneme planına göre denemeye alınıyor. Deneme sonuçları aşağıdaki gibidir. Buna göre domates çeşitleri arasında verimleri bakımından fark var mıdır? Test ediniz ve sonucu yorumlayınız.

Satırlar	Sütunlar				Toplam
	1	2	3	4	
1	B 5.6	A 7.1	C 8.2	D 7.3	28.2
2	D 7.5	C 8.9	B 5.9	A 7.1	29.4
3	C 8.3	D 7.1	A 6.8	B 5.9	28.1
4	A 7.8	B 6.8	D 8.9	C 9.8	33.3
Toplam	29.2	29.9	29.8	30.1	119.0

$$\Sigma A=28.8, \Sigma B=24.2, \Sigma C=35.2, \Sigma D=30.8,$$

$$DK = y_{...}^2 / n = 119^2 / 16 = 885.06$$

$$GKT = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^p y_{ijk}^2 - DK = (5.6^2 + 7.1^2 + \dots + 9.8^2) - 885.06 = 20.62$$

$$SatKT = \sum_{i=1}^p \frac{y_{i..}^2}{p} - DK = \left(\frac{28.2^2 + 29.4^2 + \dots + 33.3^2}{4} \right) - 885.06 = 4.47$$

$$SütKT = \sum_{j=1}^p \frac{y_{.j.}^2}{p} - DK = \left(\frac{29.2^2 + 29.9^2 + \dots + 30.1^2}{4} \right) - 885.06 = 0.12$$

$$CesKT = \sum_{k=1}^p \frac{y_{..k}^2}{p} - DK = \left(\frac{28.8^2 + 24.2^2 + \dots + 30.8^2}{4} \right) - 885.06 = 15.63$$

$$HKT = GKT - SatKT - SütKT - CesKT = 20.62 - 4.47 - 0.12 - 15.63 = 0.4$$

Varyans Analiz Tablosu (VAT)

VK	SD	KT	KO	F
Satır	4-1=3	4.47	1.49	22.24**
Sütun	4-1=3	0.12	0.04	0.59<1
Çeşit	4-1=3	15.63	5.21	77.76**
Hata	6	0.4	0.067	
Genel	16-1=15	20.62	-	

Satır için test

$$F=1.49/0.067=22.24 > F_{3,6,0.01}=9.78 \text{ Ho Red}$$

Sütun için test

$$F=0.04/0.067=0.59 < F_{3,6,0.05}=4.76 \text{ Ho Red Edilmez}$$

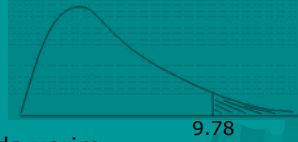
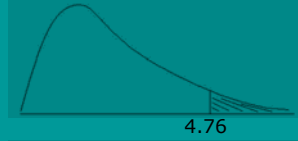
Çeşit için test

$$F=5.21/0.067=77.76 > F_{3,6,0.01}=9.78$$

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

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

9



Örnek: Protein düzeyleri farklı dört karma yemin (A:2200 enerji+%8 protein, B:2200 enerji+%10 protein, C:2200 enerji+%12 protein, D:2200 enerji+%14 protein) kuzulardaki canlı ağırlık artışı üzerine etkisi araştırılıyor. Karma yemlerin deneme ünitelerine (kuzulara) dağıtımı ve her deneme ünitesinden elde edilen verim (gr/gün) aşağıdaki gibi bulunuyor. Buna göre VAT'nu düzenleyerek gerekli testleri yapınız ve sonucu yorumlayınız(*Efe ve ark, 2000).

Satırlar (Irklar)	Deneme Başlangıç Yaşı (sütunlar)				Toplam
	1 aylık	2 aylık	3 aylık	4 aylık	
1. Irk	A 255	C 227	B 380	D 318	1180
2. Irk	C 241	B 315	D 232	A 198	986
3. Irk	B 238	D 230	A 238	C 196	902
4. Irk	D 266	A 170	C 241	B 249	926
Toplam	1000	942	1091	961	3994

*Efe, E., Bek, Y., Şahin, M., 2000. SPSS'te Çözümleri ile İstatistiksel Yöntemler. KSÜ yayını No:10, Kahramanmaraş).

$$\Sigma A=861, \Sigma B=1182, \Sigma C=905, \Sigma D=1046,$$

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

10

$$DK = y_{...}^2 / n = 3994^2 / 16 = 997002.25$$

$$GKT = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^p y_{ijk}^2 - DK = (255^2 + 227^2 + \dots + 249^2) - 997002.25 = 39751.75$$

$$IrkKT = \sum_{i=1}^p \frac{y_{i..}^2}{p} - DK = \left(\frac{1180^2 + 986^2 + \dots + 926^2}{4} \right) - 997002.25 = 11916.75$$

$$BasYasKT = \sum_{j=1}^p \frac{y_{.j.}^2}{p} - DK = \left(\frac{1000^2 + 942^2 + \dots + 961^2}{4} \right) - 997002.25 = 3289.25$$

$$YemKT = \sum_{k=1}^p \frac{y_{..k}^2}{p} - DK = \left(\frac{861^2 + 1182^2 + \dots + 1046^2}{4} \right) - 997002.25 = 15894.25$$

$$HKT = GKT - IrkKT - BasYasKT - YemKT = 39751.75 - 11916.75 - 3289.25 - 15894.25 = 8651.5$$

Varyans Analiz Tablosu (VAT)

VK	SD	KT	KO	F
Irk	4-1=3	11916.75	3972.25	2.755
Baş.Yaş.	4-1=3	3289.25	1096.417	0.76 < 1
Yem	4-1=3	15894.25	5298.083	3.674
Hata	6	8651.5	1441.917	
Genel	16-1=15	39751.75	-	

Irk için test

$$F = 3972.25 / 1441.917 = 2.755 < F_{3,6,0.05} = 4.76 \text{ Ho Red Edilmez}$$

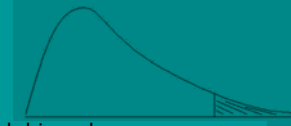
Başlangıç Yaşı için test

$$F = 1096.417 / 1441.917 = 0.76 < F_{3,6,0.05} = 4.76 \text{ Ho Red Edilmez}$$

Yem çeşidi için test

$$F = 5298.083 / 1441.917 = 3.674 < F_{3,6,0.05} = 4.76$$

H_0 hipotezi RED edilmez. Yem çeşitleri arasında kuzulardaki canlı ağırlık artışına etkileri bakımından istatistik olarak önemli fark yoktur ($P > 0.05$).



4.76

Latin Karesi 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 latin karesi deneme planında yapılmış bir denemede eksik bir gözlem

$$\hat{y} = \frac{p(R + C + M) - 2G}{(p-1)(p-2)}$$

formülü ile tahmin edilir. Burada;

p: muamele sayısını;

R: eksik gözlemin ait olduğu satırdaki diğer gözlemlerin toplamını;

C: eksik gözlemin ait olduğu sütundaki diğer gözlemlerin toplamını;

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

G: eksik gözlem dışındaki gözlemlerin toplamını göstermektedir.

Örnek: Karma yem denemesinde 4. ırk, 2 aylık başlangıç yaşındaki A yemine ait gözlem değeri kaybolmuştur. Bu gözlemi tahmin ederek yem çeşitleri arasında kuzulardaki canlı ağırlık artışına etkileri bakımından fark olup olmadığını test ediniz ve sonucu yorumlayınız.

Satırlar (İrklar)	Deneme Başlangıç Yaşı (sütunlar)				Toplam
	1 aylık	2 aylık	3 aylık	4 aylık	
1. Irk	A 255	C 227	B 380	D 318	1180
2. Irk	C 241	B 315	D 232	A 198	986
3. Irk	B 238	D 230	A 238	C 196	902
4. Irk	D 266	A ?	C 241	B 249	756
Toplam	1000	772	1091	961	3824

$$\Sigma A=691, \Sigma B=1182, \Sigma C=905, \Sigma D=1046,$$

$$\hat{y} = \frac{p(R + C + M) - 2G}{(p-1)(p-2)} = \frac{4(756 + 772 + 691) - 2 * 3824}{(4-1)(4-2)} = 204.67$$

Latin Karesi Deneme Planı

Satırlar (İrklar)	Deneme Başlangıç Yaşı (sütunlar)				Toplam
	1 aylık	2 aylık	3 aylık	4 aylık	
1. Irk	A 255	C 227	B 380	D 318	1180
2. Irk	C 241	B 315	D 232	A 198	986
3. Irk	B 238	D 230	A 238	C 196	902
4. Irk	D 266	A 204.67	C 241	B 249	960.67
Toplam	1000	976.67	1091	961	4028.67

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
Satır	p-1	p-1		
Sütun	p-1	p-1		
Muamele	p-1	p-1		
Hata	$[(p-1)(p-2)]-1$	$[(p-1)(p-2)]-2$		
Genel	(N-1)-1	(N-1)-2		

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

15

Latin Karesi Deneme Planı

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.

Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER

16