

BÖLÜM V

RASTGELE TAMAMLANMAMIŞ BLOK TASARIMLARI

Araştırmacı bir rastgele blok tasarımında her blokta bütün denemeleri kullanma imkânı yoksa veya kullanmak istemiyorsa o zaman yeni problem rastgele tamamlanmamış blok tasarımı problemine dönüşür. Örneğin dört farklı psikolojik testin uygulanacağı hastaların aldıkları puanlar incelenecektir. Ancak bu testlerin uygulanması için Pazartesi, Salı, Çarşamba ve Perşembe günleri belirlenmiş olup, her bir günde sadece üç test uygulama imkânı verilmiştir. Günler blok olarak alındığında, her bir günde dört farklı test arasından üçü rastgele seçilerek uygulanır. Bu tür problemler rastgele tamamlanmamış blok tasarımı olarak bilinir. Rastgele tamamlanmamış blok tasarımının özel türleri;

i) Dengeli Rastgele Tamamlanmamış Blok Tasarımı

ii) Youden Kare Tasarımı

iii) Bölünmüş Parseller Tasarımı

olarak sınıflandırılır. Bu bölümde bunlardan ilk ikisi tanıtılacaktır.

V.1 Dengeli Rastgele Tamamlanmamış Blok Tasarımı

Rastgele tamamlanmamış blok tasarımı için model denklemi

$$Y_{ij} = \mu_{.} + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij} ; i = 1, 2, \dots, b ; j = 1, 2, \dots, k \quad (5.1)$$

olarak ifade edilir. Bu modelde

Y_{ij} : i -nci blokta j -nci denemeye ait gözlem değerini

$\mu_{.}$: Genel kitle ortalamasını

β_i : i -nci blok etkisini ($\beta_i = \mu_{i.} - \mu_{.}$)

α_j : j -nci deneme etkisini ($\alpha_j = \mu_{.j} - \mu_{.}$)

ε_{ij} : Rastgele hata terimini

göstermektedir. Hata terimleri $\varepsilon_{ij} \sim BND(0, \sigma_\varepsilon^2)$ dağılımlıdır.

Rastgele tamamlanmamış blok tasarımında k tane denemeden her deneme çiftinin eşit sayıda ortaya çıktığı tasarımlara dengeli rastgele tamamlanmamış blok tasarımı adı verilir. Bu modelde deneme çiftlerinin ortaya çıkma sayısı;

$$\lambda = \frac{r(t-1)}{k-1} \quad (5.2)$$

ile gösterilir. Burada;

r : Deney süresince herhangi bir denemenin tekrar sayısı

t : Her bir bloktaki denemelerin sayısı

k : Deneyde kullanılan denemelerin sayısı

şeklindedir. Ayrıca b deneydeki blokların sayısını göstermek üzere toplam gözlem sayısı,

$N = bt = kr$ dir.

Örneğin 4 deneme (A, B, C, D) ve 4 blok (1, 2, 3, 4) kapsayan Tablo 5.1’de verilen tasarım bir dengeli tamamlanmamış rastgele blok tasarımıdır.

Tablo 5.1 Dengeli Tamamlanmamış Rastgele Blok Tasarımı

Bloklar	Denemeler			
	A	B	C	D
Blok 1	A	B	--	D
Blok 2	--	B	C	D
Blok 3	A	--	C	D
Blok 4	A	B	C	--

Tablo 5.1’de $r = 3$ (Deney boyunca her bir deneme 3 defa tekrarlanmış), $t = 3$ (Her bir blokta 3’er deneme var) ve $k = 4$ (deneyde 4 deneme kullanılmış), $b = 4$ (deneydeki blok sayısı) olup, her bir deneme çifti ; $\lambda = \frac{r(t-1)}{k-1} = \frac{3(3-1)}{4-1} = 2$ defa ortaya çıkmış olup eşit sayıdadır.

Dengeli tamamlanmamış rastgele blok tasarımında esas amaç denemelerin (yani faktör düzeylerinin) bağımlı değişken üzerine etkisini incelemektir. Bu durumda test edilecek hipotezler, denemeler sabit etkili olduğundan;

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0 \quad (\text{veya } H_0: \mu_{.1} = \mu_{.2} = \dots = \mu_{.k} = \mu_{..})$$

$$H_1: \exists \alpha_j \neq 0 \quad (\text{veya } H_1: \exists \mu_{.j} \text{ diğerlerinden farklı}) \quad (5.3)$$

şeklinde oluşturulur.

H_0 hipotezinin test edilmesinde gerekli olan test istatistiklerini türetebilmek için bağımlı değişkene ait toplam değişim (GKT), birbirinden bağımsız olan varyans kaynaklarına (Blok kareler toplamı, bloklara göre düzeltilmiş deneme kareler toplamı ve hata kareler toplamı) ayrıştırılır. Bu kareler toplamlarının hesaplanmasında;

$$KT_{Genel} = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{N} \quad (5.4)$$

$$KT_{Blok} = t \sum_{i=1}^b (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})^2 = \sum_{i=1}^b \frac{T_{i.}^2}{t} - \frac{T_{..}^2}{N} \quad (5.5)$$

$$KT_{Deneme(düzeltilmiş)} = \frac{\sum_{j=1}^k Q_j^2}{t\lambda k}; \quad Q_j = tT_{.j} - \sum_{i=1}^b n_{ij} T_{i.}, j = 1, 2, \dots, k \quad (5.6)$$

$$KT_{Hata} = KT_{Genel} - KT_{Deneme(düzeltilmiş)} - KT_{Blok} \quad (5.7)$$

eşitlikleri kullanılır. Burada Eşitlik (5.6)’daki n_{ij} terimi;

$$n_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } j - \text{nci deneme } i - \text{nci blokta gözüküyorsa} \\ 0, & \text{eğer } j - \text{nci deneme } i - \text{nci blokta gözüküyorsa} \end{cases} \quad (5.8)$$

şeklinde tanımlıdır. Diğer taraftan $\sum_{i=1}^b n_{ij} T_{ij}$ terimi ise, sadece j -nci denemeyi kapsayan blok toplamlarının toplamıdır. Ayrıca $\sum_{j=1}^k Q_j = 0$ olmalıdır. Böylece (5.3) ile verilen hipotezlerin test edilmesinde ihtiyaç duyulan test istatistiklerinin türetilmesi ile ilgili diğer işlemler dengeli tamamlanmamış rastgele blok tasarımına ait Anavo tablosu olarak bilinen Tablo 5.2 ile özetlenebilir. Her bir KT kendi serbestlik derecesine bölünerek ilgili KO'yu hesaplanmaktadır.

Tablo 5.2 Dengeli Tamamlanmamış Rastgele Blok Tasarımı Anavo Tablosu

Değişim Kaynağı	S.D.	KT	KO	Test İstatistiği
Deneme (Düzeltilmiş)	$k - 1$	KT_{Deneme} (Düzeltilmiş)	KO_{Deneme} (Düzeltilmiş)	$F_{Deneme} = \frac{KO_{Deneme}}{KO_{Hata}}$
Blok	$b - 1$	KT_{Blok}	KO_{Blok}	
Hata	$N - k - b + 1$	KT_{Hata}	KO_{Hata}	
Genel	$N-1$	KT_{Genel}		

Karar: Deneme etkilerinin önemliliği için: α önem seviyesinde kritik değer $F_t = F_{k-1; N-k-b+1; \alpha}$ olmak üzere, eğer $F_{Deneme} > F_t$ ise $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0$ hipotezi ret edilir. Buna göre denemelerden en az bir tanesinin etkisi diğerlerinden farklıdır. Eğer $F_{Deneme} \leq F_t$ ise H_0 hipotezi ret edilemez ve böylece denemelerin bağımlı değişken üzerinde etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ya da aralarında anlamlı bir farklılık yoktur.

Örnek 5.1 Psikolojik test türlerinin hastalar üzerinde etkili olup olmadığının araştırılmak istendiği bir çalışmada, dört farklı psikolojik testin hastalar üzerinde uygulanması planlanıyor. Ancak, bu testlerin uygulanması için Pazartesi, Salı, Çarşamba ve Perşembe günleri belirlenmiş olup, her bir günde sadece üç test uygulama imkânı vardır. Bu şekilde planlanan deneyde her deneme çifti eşit sayıda ortaya çıkacak şekilde psikolojik testler hastalar üzerinde uygulanıyor. Hastaların almış oldukları puanlar (100 üzerinden) aşağıdadır. Buna göre ;

- Bu çalışma için en uygun olan istatistiksel analizi ve model denklemini belirleyiniz?
- Model için Anova Tablosunu oluşturunuz.
- Psikolojik testler arasında hasta puanları bakımından fark olup olmadığına %5 önem seviyesinde karar veriniz?

Günler (Blok)	Psikolojik Test Türü (Deneme)				
	A	B	C	D	T_{ij}
Pazartesi	80	85	---	75	240
Salı	--	86	72	71	229
Çarşamba	65	--	70	68	203
Perşembe	90	88	82	----	260
$T_{.j}$	235	259	224	214	$T_{..} = 932$
$\sum_{i=1}^b Y_{ij}^2$	18725	22365	16808	15290	$\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 = 73188$

Çözüm:

a) Bağımlı değişken (Y): Psikolojik test puanı... Nicel, sürekli ve ölçme düzeyi eşit aralıklı

Deneme (Faktör): Psikolojik Test türü... Nitel ve ölçme düzeyi sınıflama

Denemeler(Faktör düzeyleri): $\begin{cases} A Testi \\ B Testi \\ C Testi \\ D Testi \end{cases}$; Bağımsız gruplar, özel seçimli ($k = 4$)

Blok: Günler..... Nitel ve ölçme düzeyi sınıflama

Blok düzeyleri : $\begin{cases} Pazartesi \\ Salı \\ Çarşamba \\ Perşembe \end{cases}$; Bağımsız gruplar, rastgele seçimli ($b = 4$)

Her bir blok düzeyinde (günde) sadece üç test (deneme) yapılabilmektedir. Yani her deneme her blokta gözükmemektedir, bu sebeple tamamlanmamış blok söz konusudur. Bu açıklamalar ışında söz konusu çalışma için en uygun istatistiksel analiz tamamlanmamış rasgele blok tasarımıdır. Burada deney süresince herhangi bir denemenin tekrar sayısı $r = 3$, her bir bloktaki denemelerin sayısı $t = 3$ ve her bir deneme çiftinin deney boyunca ortaya çıkması eşit sayıda olup, bu sayı $\lambda = \frac{r(t-1)}{k-1} = \frac{3 \times 2}{3} = 2$ dir. Bu sebeple model dengeli tamamlanmamış rastgele blok tasarımı modeli olup, model denklemi;

$$Y_{ij} = \mu. + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij} ; i = 1, 2, 3, 4 ; j = 1, 2, 3, 4$$

şeklinindedir.

b) Model için Anova Tablosu:

Değişim Kaynağı	S.D.	KT	KO	Test İstatistiği
Deneme (Düzeltilmiş)	$k - 1 = 3$	150,33	50,11	$F_{Deneme} = \frac{50,11}{17,534} = 2,86$
Blok	$b - 1 = 3$	564,67	188,223	
Hata	$N - k - b + 1 = 5$	87,67	17,534	
Genel	$N - 1 = 11$	802,67		

$$N = bt = kr = 4 \times 3 = 12$$

$$KT_{Genel} = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} = 73188 - \frac{(932)^2}{12} = 802,67$$

$$KT_{Blok} = \sum_{i=1}^b \frac{T_i^2}{t} - \frac{T^2}{N} = \frac{1}{3} [(240)^2 + (229)^2 + (203)^2 + (260)^2] - \frac{(932)^2}{12} = 564,67$$

$$KT_{Deneme(düzeltilmiş)} = \frac{\sum_{j=1}^k Q_j^2}{t\lambda k} = ?$$

$$Q_j = tT_{.j} - \sum_{i=1}^b n_{ij} T_{i.}, j = 1, 2, 3, 4 \quad (b = 4, k = 4)$$

$$j = 1 \text{ için } Q_1 = tT_{.1} - \sum_{i=1}^4 n_{i1} T_{i.} = tT_{.1} - [n_{11}T_{1.} + n_{21}T_{2.} + n_{31}T_{3.} + n_{41}T_{4.}]$$

$$= 3 \times 235 - [1 \times 240 + 0 \times 229 + 1 \times 203 + 1 \times 260] = 2$$

$$j = 2 \text{ için } Q_2 = tT_{.2} - \sum_{i=1}^4 n_{i2} T_{i.} = tT_{.2} - [n_{12}T_{1.} + n_{22}T_{2.} + n_{32}T_{3.} + n_{42}T_{4.}]$$

$$= 3 \times 259 - [1 \times 240 + 1 \times 229 + 0 \times 203 + 1 \times 260] = 48$$

$$j = 3 \text{ için } Q_3 = tT_{.3} - \sum_{i=1}^4 n_{i3} T_{i.} = tT_{.3} - [n_{13}T_{1.} + n_{23}T_{2.} + n_{33}T_{3.} + n_{43}T_{4.}]$$

$$= 3 \times 224 - [0 \times 240 + 1 \times 229 + 1 \times 203 + 1 \times 260] = -20$$

$$j = 4 \text{ için } Q_4 = tT_{.4} - \sum_{i=1}^4 n_{i4} T_{i.} = tT_{.4} - [n_{14}T_{1.} + n_{24}T_{2.} + n_{34}T_{3.} + n_{44}T_{4.}]$$

$$= 3 \times 214 - [1 \times 240 + 1 \times 229 + 1 \times 203 + 0 \times 260] = -30$$

$$\Rightarrow \sum_{j=1}^4 Q_j = 2 + 48 - 20 - 30 = 0 \text{ dir. Buna göre;}$$

$$KT_{Deneme(düzeltilmiş)} = \frac{\sum_{j=1}^k Q_j^2}{t\lambda k} = \frac{(2)^2 + (48)^2 + (-20)^2 + (-30)^2}{3 \times 2 \times 4} = 150,33$$

c) Psikolojik testler arasında hasta puanları bakımından fark olup olmadığına ilişkin hipotezler, Psikolojik test türleri özel seçimli olduğundan;

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0$$

$H_1: \exists \alpha_j \neq 0$ şeklindedir. H_0 doğru iken test istatistiğinin alabileceği değer;

$$F_{Deneme} = 2,86 \text{ ve } \alpha = 0,05 \text{ için kritik değer } F_t = F_{k-1; N-k-b+1; \alpha} = F_{3; 5; 0,05} = 5,41 \text{ olup,}$$

$2,86 < 5,41$ olduğundan H_0 hipotezi ret edilemez. Buna göre; Psikolojik testler arasında hasta puanları bakımından fark olmadığı sonucuna ulaşılır.

V.2 YOUDEN KARE TASARIMI

Bir Latin kare deney tasarımında sütun, satır ve denemelerin sayıları birbirine eşittir. Eğer sütun, satır ve denemelerin sayısı birbirine eşit değilse, elde edilen yeni tasarıma tamamlanmamış Latin kare tasarımı veya Youden kare deney tasarımı denir. Bir Latin kare tasarımında birden fazla sütun eksik olabileceği gibi satır veya köşegende bulunan denemelerde eksik olabilir. Birden fazla sütunun (satır veya köşegen) çıkarılması, Latin kare tasarımında tercih edilmemektedir.

Youden kare deney tasarımı için model denklemi;

$$Y_{ijl} = \mu_{..} + \beta_i + \alpha_j + \gamma_l + \varepsilon_{ijl}, \quad i = \overline{1, b}; j = \overline{1, k}; l = \overline{1, m}, (b = k) \quad (5.9)$$

eşitliği ile verilir. Bu modelde;

Y_{ijl} : j -nci denemede i -nci satırda l -nci sütunun gözlem değeri

$\mu_{...}$: Genel kitle ortalaması

β_i : i -nci satır etkisi (blok etkisi)

α_j : j -nci denemenin etkisi ($\alpha_j = \mu_{.j.} - \mu_{...}$, $\sum_{j=1}^k \alpha_j = 0$)

γ_l : l -nci sütunun etkisi

ε_{ijl} : hata terimi

ile gösterilir.

Youden kare tasarımında deneme etkisinin önemli olup olmadığı test edilir. Satır ve sütun blok etkilerinin test edilmesi zorunluluğu yoktur. Deneme etkilerinin önemliliği için test edilecek hipotezler;

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0 \quad (\text{veya } H_0: \mu_{.1.} = \mu_{.2.} = \dots = \mu_{.k.} = \mu_{...})$$

$$H_1: \exists \alpha_j \neq 0 \quad (\text{veya } H_1: \exists \mu_j \text{ diğerlerinden farklı}) \quad (5.10)$$

şeklinde oluşturulur. H_0 hipotezinin testi için gerekli olan test istatistiğinin türetilmesi, bağımlı değişkene ait genel kareler toplamının birbirinden bağımsız varyans kaynaklarına (satır kareler toplamı, bloklara göre düzeltilmiş deneme kareler toplamı, sütun kareler toplamı ve hata kareler toplamı) ayrıştırılması ilkesine dayanır. Burada adı geçen kareler toplamları sırası ile

$$KT_{Genel} = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k \sum_{l=1}^m (Y_{ijl} - \bar{Y}_{...})^2 = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k \sum_{l=1}^m Y_{ijl}^2 - \frac{T_{...}^2}{N} \quad (5.11)$$

$$KT_{Blok} = KT_{Satır} = \sum_{i=1}^b \frac{T_{i.}^2}{t} - \frac{T_{...}^2}{N} \quad (5.12)$$

$$KT_{Deneme(düzeltilmiş)} = \frac{\sum_{j=1}^k Q_j^2}{t\lambda k}, \quad Q_j = tT_{.j.} - \sum_{i=1}^b n_{ij} T_{i.} \quad (5.13)$$

$$KT_{Sütun} = \sum_{l=1}^m \frac{T_{.l.}^2}{b} - \frac{T_{...}^2}{N} \quad (5.14)$$

$$KT_{hata} = KT_{Genel} - KT_{Blok} - KT_{Deneme(düzeltilmiş)} - KT_{Sütun} \quad (5.15)$$

bağıntıları yardımıyla hesaplanır. Burada Eşitlik (5.13)'deki n_{ij} terimi Eşitlik (5.8)'deki gibi tanımlıdır. Diğer taraftan $\sum_{i=1}^b n_{ij} T_{i.}$ terimi ise, sadece j -nci denemeyi kapsayan blok toplamlarının toplamıdır. Ayrıca $\sum_{j=1}^k Q_j = 0$ olmalıdır. Böylece (5.10) ile verilen hipotezlerin test edilmesinde ihtiyaç duyulan test istatistiklerinin türetilmesi ile ilgili diğer işlemler Youden kare tasarımına ait Anavo tablosu olarak bilinen Tablo 5.3 ile özetlenebilir. Her bir KT kendi serbestlik derecesine bölünerek ilgili KO'ru hesaplanmaktadır.

Karar: Deneme etkilerinin önemliliği için: α önem seviyesinde kritik değer $F_t = F_{k-1; N-k-b-m+2; \alpha}$ olmak üzere, eğer $F_{Deneme} > F_t$ ise $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0$ hipotezi ret edilir. Buna göre denemelerden en az bir tanesinin etkisi diğerlerinden farklıdır. Eğer $F_{Deneme} \leq F_t$ ise H_0 hipotezi ret edilemez ve böylece denemelerin bağımlı değişken üzerinde etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır ya da aralarında anlamlı bir farklılık yoktur.

Tablo 5.3 Youden Kare Tasarımı Anavo Tablosu

Değişim Kaynağı	S.D.	KT	KO	Test İstatistiği
Deneme (Düzeltilmiş)	$k - 1$	KT_{Deneme} (Düzeltilmiş)	KO_{Deneme} (Düzeltilmiş)	$F_{Deneme} = \frac{KO_{Deneme}}{KO_{Hata}}$
Satır (Blok)	$b - 1$	KT_{Blok}	KO_{Blok}	
Sütun	$m - 1$			
Hata	$N - k - b - m + 2$	KT_{Hata}	KO_{Hata}	
Genel	$N - 1$	KT_{Genel}		

Örnek 5.2 Bir hastanede yapılan bir araştırmada hastalara dört farklı günde dört farklı psikolojik test uygulanıyor. Araştırmanın planlamasında her bir günde sadece üç test yapılabileceğinden, her bir gün üç testin üç farklı klinikte uygulanması kararlaştırılmıştır. Belirlenen bu şekliyle hastalara uygulanan psikolojik test puanlarına ilişkin kodlanmış veriler aşağıda verilmiştir. Buna göre;

a) Araştırmaya uygun olan deney tasarımını ve model denklemini belirleyiniz.

b) Bu deney tasarımına ilişkin Anova tablosunu oluşturunuz?

c) Psikolojik testler arasında hastaların aldığı puanlar bakımından farklılık olup olmadığına %5 önem seviyesinde karar veriniz?

Günler	Klinikler			$T_{i..}$
	1	2	3	
I	$A = -1$	$B = 3$	$C = -2$	0
II	$D = 1$	$A = -2$	$B = 5$	4
III	$C = 0$	$D = 2$	$A = -3$	-1
IV	$B = 1$	$C = -1$	$D = 2$	2
$T_{..l}$	1	2	2	$T_{..l} = 5$
$T_{.j.}$	$A = -6$	$B = 9$	$C = -3$	$D = 5$
$\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k Y_{ijl}^2$	3	18	42	$\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k \sum_{l=1}^m Y_{ijl}^2 = 63$

Çözüm: a) Bağımlı değişken (Y): Psikolojik testten alınan puan... Nicel, sürekli ve ölçme düzeyi eşit aralıklı

Faktör (Deneme) : Psikolojik test türü,,, Nitel ve ölçme düzeyi sınıflama

Faktör Düzeyleri (Denemeler):	$\begin{cases} A - Testi (Denemesi) \\ B - Testi (Denemesi) \\ C - Testi (Denemesi) \\ D - Testi (Denemesi) \end{cases}$	Bağımsız gruplar, özel seçimli olduğundan sabit etkili ($k = 4$)
-------------------------------	--	--

Satır (blok): Günler.... Nitel ve ölçme düzeyi sınıflama

Satır düzeyleri (Blokler):	$\begin{cases} I - \text{Birinci gün} \\ II - \text{İkinci gün} \\ III - \text{Üçüncü gün} \\ IV - \text{Dördüncü gün} \end{cases}$	Bağımsız gruplar, ($b = 4$)
----------------------------	---	-------------------------------

Sütun: Klinikler..... Nitel ve ölçme düzeyi sınıflama

Sütun Düzeyleri:	$\begin{cases} 1 - \text{Klinik 1} \\ 2 - \text{Klinik 2} \\ 3 - \text{Klinik 3} \end{cases}$	Bağımsız gruplar, ($m = 3$)
------------------	---	-------------------------------

Deneyde 4 deneme, 4 satır (blok, gün) ve 3 sütun (klinik) olup, her bir günde yalnız üç test üç klinikte yapılabileceğinden sütun sayısı deneme ve satır sayısından bir eksik kalmıştır. Dolayısı ile deneme, satır ve sütun sayısı birbirine eşit değildir. Bu sebeple bu deney tasarımı tamamlanmamış Latin kare veya Youden kare tasarımıdır. Buna göre model denklemi:

$$Y_{ijl} = \mu \dots + \beta_i + \alpha_j + \gamma_l + \varepsilon_{ijl}, \quad i = \overline{1, b}; j = \overline{1, k}; l = \overline{1, m}; k = b = 4; m = 3$$

b) Youden kare deney tasarımına ilişkin Anova tablosu:

Değişim Kaynağı	S.D.	KT	KO	Test İstatistiği
Deneme (Düzeltilmiş)	$k - 1 = 3$	45,08	15,03)	$F_{Deneme} = \frac{15,03}{3,58} = 4,20$
Satır (Blok)	$b - 1 = 3$	4,92	1,64	
Sütun	$m - 1 = 2$	0,17	0,085	
Hata	$N - k - b - m + 2 = 3$	10,75	3,58	
Genel	$N - 1 = 11$	60,92		

$N = bt = kr = 4 \times 3 = 12$ (t : Her bir bloktaki denemelerin sayısı $t = 3$ ve r : Deney süresince herhangi bir denemenin tekrar sayısı $r = 3$)

$$KT_{Genel} = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k \sum_{l=1}^m Y_{ijl}^2 - \frac{T_{...}^2}{N} = 63 - \frac{(5)^2}{12} = 60,92$$

$$KT_{Blok} = KT_{Satır} = \sum_{i=1}^{b=4} \frac{T_{i..}^2}{t} - \frac{T_{...}^2}{N} = \left[\frac{(0)^2}{3} + \frac{(4)^2}{3} + \frac{(-1)^2}{3} + \frac{(2)^2}{3} \right] - \frac{(5)^2}{12} = 4,92$$

$$KT_{Deneme(düzeltilmiş)} = \frac{\sum_{j=1}^k Q_j^2}{t\lambda k}, \quad Q_j = tT_{.j.} - \sum_{i=1}^b n_{ij} T_{i..}; j = 1, 2, 3, 4$$

$$Q_1 = tT_{.1.} - \sum_{i=1}^{b=4} n_{i1} T_{i..} = 3(-6) - 1(0) - 1(4) - 1(-1) - 0 = -21$$

$$Q_2 = tT_{.2.} - \sum_{i=1}^{b=4} n_{i2} T_{i..} = 3(9) - 1(0) - 1(4) - 1(2) = 21$$

$$Q_3 = tT_{.3.} - \sum_{i=1}^{b=4} n_{i3} T_{i..} = 3(-3) - 1(0) - 0 - 1(-1) - 1(2) = -10$$

$$Q_4 = tT_{.4.} - \sum_{i=1}^{b=4} n_{i4} T_{i..} = 3(5) - 0 - 1(4) - 1(-1) - 1(2) = 10 \quad ; \sum_{j=1}^4 Q_j = 0 \text{ dir.}$$

$$\lambda = \frac{r(t-1)}{k-1} = \frac{3 \times 2}{3} = 2$$

$$KT_{Deneme(düzeltilmiş)} = \frac{\sum_{j=1}^k Q_j^2}{t\lambda k} = \frac{(-21)^2 + (21)^2 + (-10)^2 + (10)^2}{3 \times 2 \times 4} = 45,08$$

$$KT_{\text{sütun}} = \sum_{l=1}^m \frac{T_{..l}^2}{b} - \frac{T_{...}^2}{N} = \frac{(1)^2 + (2)^2 + (2)^2}{4} - \frac{(5)^2}{12} = 0,17$$

c) Psikolojik testler arasında hastaların aldığı puanlar bakımından farklılık olup olmadığına ilişkin hipotezler:

$$H_0: \mu_{.1.} = \mu_{.2.} = \mu_{.3.} = \mu_{.4.} = \mu_{.5.}$$

$$H_1: \exists \mu_j \text{ diğerlerinden farklı}$$

H_0 doğru iken test istatistiğinin alabileceği değer; $F_{Deneme} = 4,20$ dir. $\alpha = 0,05$ önem seviyesinde kritik değer $F_t = F_{3;3;0,05} = 9,28$ olup, $4,20 < 9,28$, yani $F_{Deneme} < F_t$ olduğundan H_0 hipotezi ret edilemez. Buna göre Psikolojik testler arasında hastaların aldığı puanlar bakımından anlamlı bir farklılık yoktur.

SORULAR

1. Bir deney tasarımı sonucunda bağımlı değişken için ölçülen değerlerden aşağıdaki veri düzeni elde edilmiştir. Buna göre;

a) Bu verinin istatistiksel analizi için uygun olan deney tasarımı belirleyiniz ve bu tasarım için model denklemini yazınız?

b) Bu tasarıma ilişkin Anova tablosunu hazırlayınız?

c) Denemeler arası farkın önemli olup olmadığına %5 önem seviyesinde karar veriniz?

Denemeler	Bloklar			
	1	2	3	4
A	---	48	35	22
B	20	44	---	24
C	27	---	34	27
D	36	52	46	---

2. Aşağıda verilen deney tasarımı probleminin istatistiksel analizinde;

a) uygun olan deney tasarımı belirleyiniz ve bu tasarım için model denklemini yazınız?

b) Bu tasarıma ilişkin Anova tablosunu hazırlayınız?

c) Denemeler arası farkın önemli olup olmadığına %5 önem seviyesinde karar veriniz?

Satırlar	Sütunlar			
	I	II	III	IV
1	A=1	B=2	C=1	D=5
2	B=3	A=4	E=12	C=3
3	C=5	D=3	A=2	E=11
4	D=2	E=9	B=4	A=4
5	E=6	C=3	D=6	B=5