

**Örnek:** Eğimi yukarıdan aşağı ve soldan sağa değişen bir elma bahçesinde 5 değişik ilaç uygulamasının etkisini araştırmak üzere kurulan denemede parsellerden elde edilen elma verimleri aşağıdaki gibidir (Tosun, 1989).

		Sütunlar					Toplam
		1	2	3	4	5	
Sıralar	1	E:310	B:260	D:260	C:320	A:180	1330
	2	A:260	C:270	E:290	B:190	D:220	1230
	3	B:250	E:320	A:210	D:240	C:230	1250
	4	C:280	D:280	B:240	A:230	E:260	1290
	5	D:300	A:220	C:250	E:270	B:210	1250
Toplam		1400	1350	1250	1250	1100	6350

Burada ilaç uygulaması yani işlem  $i = 5$ ,  $r = 5$  ve parsel sayısı da  $5^2 = 25$  olmak durumundadır. Latin karesi deneme deseninde kurulan bir denemenin sonuçlarını analiz etmek için ekstradan farklı bir veri çizelgesi hazırlamak gerekli değildir. Sadece sıra ve sütunlara ait toplamlar çizelgenin altına ve sağına ilave edilir. Ayrıca bu çizelgede işlemlere ait toplamlar görülmediği için işlemlerin tüm tekrarlamalardaki değerleri aşağıda görüldüğü gibi toplanır.

İşlemler	İşlemlerin tekrarlamalardaki değerleri	Toplam	Ortalama
A	260+220+210+230+180	1100	220
B	250+260+240+190+210	1150	230
C	280+270+250+320+230	1350	270
D	300+280+260+240+220	1300	260
E	310+320+290+270+260	1450	290

Varyans analizine başlarken ilk önce hipotez oluşturulur.

**H<sub>0</sub>:** Eğimi soldan sağa ve yukarıdan aşağı değişen elma bahçesine uygulanan 5 farklı ilacın meyve verimine etkisi yoktur.

### **Denemenin Analizinde İzlenilecek Yol:**

Öncelikle düzeltme faktörü (DF) bulunur. Daha sonra sırasıyla genel kareler toplamı (GKT), işlemler arası kareler toplamı (İKT), sıralar arası kareler toplamı (SıKT), sütunlar arası kareler toplamı (SüKT) bulunur. Genel kareler toplamından işlem kareler toplamı, sıralar kareler, sütunlar kareler toplamı çıkarılarak hata kareler toplamı (HKT) hesaplanır.

$$DF = \frac{(\sum x_i)^2}{n} = \frac{(\sum x_i)^2}{i^2} = \frac{(6350)^2}{5 \times 5} = 1612900$$

Daha sonra elde edilmiş 25 tane verinin birbirinden farklılığını tespit etmek için gerekli olan;

$$GKT = \sum x_i^2 - DF = (310^2 + 260^2 + \dots + 210^2) - 1612900 = 34600$$

Asıl farklılığını araştırmak istediğimiz işlemlere ait varyansı bulabilmek için;

$$\begin{aligned} İKT &= \frac{\sum x_{islem}^2}{r} - DF \\ &= \frac{(1100^2 + 1150^2 + 1350^2 + 1300^2 + 1450^2)}{5} - 1612900 = 16600 \end{aligned}$$

Latin karesi deneme deseninde iki adet blok vardır ve bunların birbirine karışmaması için sıra ve sütun olarak isimlendirilir. Bunlardan ileri gelen varyansları bulmak için hem sıralara ait hem de sütunlara ait kareler toplamaları bulunur.

$$\begin{aligned} SıraKT &= \frac{\sum x_{sira}^2}{r} - DF \\ &= \frac{1330^2 + 1230^2 + 1250^2 + 1290^2 + 1250^2}{5} - 1612900 = 1280 \end{aligned}$$

$$SütunKT = \frac{\sum x_{sütun}^2}{r} - DF$$

$$= \frac{1440^2 + 1350^2 + 1250^2 + 1250^2 + 1100^2}{5} - 612900 = 10600$$

Latin karesinde sıranın sütunun ya da işlemin tekrarlanma sayısı birbirine eşit olduğundan bunlar için kareler toplamaları bulunurken bölünecek sayı aynıdır.

Bu desende sıra, sütun ve işlemlerden başka varyasyon kaynağı olmadığı kabul edilir ve genel kareler toplamından hesaplanan bu kareler toplamaları çıkartılarak denemenin hata kareler toplamı bulunur.

$$\begin{aligned} \text{Hata KT} &= \text{GKT} - \text{İKT} - \text{SıraKT} - \text{SütunKT} \\ &= 34600 - 16600 - 1280 - 10600 = 6120 \end{aligned}$$

Daha sonra varyans analiz çizelgesi hazırlanır.

VK		SD	KT	KO	F <sub>hesap</sub>	F <sub>cetvel</sub> % 5	% 1
Genel	$(i^2-1)$	$5^2-1=24$	34600				
İşlemler	$(i-1)$	$5-1=4$	16600	4150	8.13**	3.26	5.41
Sıralar	$(Sl-1)$	$5-1=4$	1280	320	0.60	3.26	5.41
Sütunlar	$(Sü-1)$	$5-1=4$	10600	2650	5.19*	3.26	5.41
Hata	$(i-1) \times (i-2)$	$(5-1) \times (5-2)=12$	6120	510			

İşlem, sıra ve sütunlara ait kareler ortalamalarını bulabilmek için bunlara ait kareler toplamaları her birinin kendi serbestlik derecesine bölünür.

$$\text{İşlem kareler ortalaması} = \frac{\text{İKT}}{\text{SD}_{\text{işlem}}} = \frac{16600}{4} = 4150$$

$$\text{Sıra kareler ortalaması} = \frac{\text{SıraKT}}{\text{SD}_{\text{sıra}}} = \frac{1280}{4} = 320$$

$$\text{Sütun kareler ortalaması} = \frac{\text{SütunKT}}{\text{SD}_{\text{sütun}}} = \frac{10600}{4} = 2650$$

Daha sonra işlem, sıra ve sütunlara ait F değerleri hesaplanır. Bunlara ait kareler ortalamaları hata kareler ortalamasına bölünerek F değerleri aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\text{İşlemler için F değeri} = \frac{\text{İKO}}{\text{HKO}} = \frac{4150}{510} = 8.13$$

$$\text{Sıra için F değeri} = \frac{\text{SıraKO}}{\text{HKO}} = \frac{320}{510} = 0.6$$

$$\text{Sütunlar için F değeri} = \frac{\text{SütunKO}}{\text{HKO}} = \frac{2650}{510} = 5.19$$

Denemenin varyansı (HKO) ve varyasyon kaynaklarına ait F değerlerini hesaplandıktan sonra F cetvel değerleri ile bunların kontrol edilmesi gerekmektedir. Sıra sütun ve işlem sayıları birbirine eşit olması nedeni ile bir tane cetvel değerine bakılır. F cetvel değeri hatanın serbestlik derecesi ile işlemin serbestlik derecesi dikkate alınarak bulunur. Hem % 5 hem de % 1 cetvel değerlerine bakılır.

$$F_{\alpha} (\text{Hata SD: 12; İşlem SD: 4}) \quad \% 5 = 3.26, \% 1 = 5.41$$

$F_{\text{hesap}} > F_{\text{cetvel}}$  ise hipotez red,  $F_{\text{hesap}} < F_{\text{cetvel}}$  ise hipotez kabul edilir. Buna göre işlemler için hesapladığımız F hesap değeri 8.13 hem % 5 hem de % 1 cetvel değerinden büyük olduğu için  $H_0$  hipotezi % 1 olasılıkla red edilir. Yani “elmalara uygulanan ilaçların meyve verimine etkisi çok önemlidir” denir. Sıralar için bulduğumuz F değeri 0.6, her iki cetvel değerinden de küçük olduğuna göre sıralar yönünde istatistiksel farklılık olmadığı sonucuna varılır. Sütunlar için bulunan değer ise (5.19) sadece % 5 cetvel değerinden büyük olup % 5 olasılıkla farklılık göstermektedir. Bu durumda, arazinin soldan sağa olan eğiminden dolayı meyve verimlerinde % 5’lik bir farklılık söz konusu olmuştur.

Varyans analizi sonucu bu yorumlar yapıldıktan sonra işlemler içerisinde hangisinin seçileceğini belirlemek için çoklu karşılaştırma testlerinden biri kullanılır.

### DUNCAN Testi:

Duncan değerlerini bulabilmek için öncelikle  $S_{\bar{x}}$  değeri hesaplanmalıdır.  $S_{\bar{x}}$  değeri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplandıktan sonra, Q cetvelinden Hata Serbestlik derecesindeki (SD: 12) % 1 cetvel Q2, Q3, Q4 ve Q5 değerleri alınır. Bu değerler  $S_{\bar{x}}$  değeri ile çarpılarak Duncan değerleri hesaplanır.

$$D = Q(\alpha; \%) \times S_{\bar{x}}$$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{r}} = \sqrt{\frac{HKO}{i}} = \sqrt{\frac{510}{5}} = 10.1$$

$Q\alpha$	2	3	4	5
(Hata SD: 12; %1 )	4.32	4.55	4.68	4.76
$D = Q\alpha \times S_{\bar{x}}$	43.63	45.96	47.27	48.07

İşlemlere ait toplamlar tekraralama sayısına (5'e) bölünerek işlem ortalamaları bulunur. Ortalamalar büyükten küçüğe doğru sıralanır. En büyük ortalamadan en büyük Duncan değeri çıkarılır. Bu değer  $290 - 48.07 = 241.93$ 'dür. Bu durum 290.0'dan 241.93'e kadar olan ortalamaların aynı istatistiksel grupta olduğunu ifade eder. Bahsedilen aralıktaki ortalamaları birleştirmek için bir çizgi çizilir ve çizilen ilk doğruya alfabenin ilk harfi verilir. Tüm ortalamalar bir gruba girene kadar bu işleme devam edilir. İkinci işlem ortalamasından ikinci büyük Duncan değeri çıkarılır.  $230 - 47.27 = 182.73$  bunu gösterecek ikinci doğru çizilir. Tüm ortalamalar bir gruba dahil edildiğinde bu işleme son verilir.