

ŞANSA BAĞLI PARSELLER (TESADÜF PARSELLERİ) DENEME DESENİ

Materyalin homojen, deneme birimleri veya parsellerinin çok az olduğu durumlarda kullanılan bir deneme desendir. Bu deneme deseni 10-30 arasında değişen sayılarda üniform ünite ile yapılabilecek denemeler için uygundur. Hangi cinsten olursa olsun fazla sayıda ve istenen derecede üniform materyal bulmak zordur. Bu nedenle, genellikle laboratuvar ve sera denemelerinde kullanılır. Eğer toprak yapısı fazla bir değişkenlik göstermiyorsa ve konu adedi de azsa bu durumda tarla denemelerinde de kullanılabilir.

Bu desende deneme materyali veya deneme alanı, etkileri denenen konu ile tekrarlamaya sayısının çarpımı kadar kısımlara ayrılır ki bunlara “Parsel” denir. Tekrarlamaya sayısı kadar blok oluşturma zorunluluğu yoktur. Hatta bu desende faktörlerin tekrarlamaya sayısı birbirine eşit olmak zorunda da değildir. Denemede incelenecek işlemlerin yani faktörlerin parsellere, saksılara, tüplere vb. kaplara dağılımı tamamen şansa bırakılmıştır. Yani bütün parseller belli bir işleme tabi olmak için eşit şansa sahiptirler. Örneğin; 4 konulu ve her konu 5 tekrarlamalı olmak üzere bir deneme ele alındığında bu durumda toplam $4 \times 5 = 20$ adet parsel oluşturulacaktır. Bu deneme deseninde önemli olan bu sayıda parsel oluşturmaktır. Bunların dizilişinin önemi yoktur. Deneme konuları aşağıdaki gibi yada daha farklı şekillerde parsellere yerleştirilebilir. Bunu yapmak için 5 tane kağıda (tombala taşına) A, 5 tane B, 5 tane C ve 5 tane de D yazılır. Böylece ortaya çıkan 20 yazılı kağıt (tombala taşı) bir torbaya konur, karıştırılır ve kura çekimi yapılır. Çekilen fişler bir numaralı parselden başlanarak 20

numaralı parsel kadar dağıtılır. Böylece işlemler parsellere aşağıdaki gibi yerleştirilir;

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	A	C	D	C	B	A	B	D	C

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	C	C	A	D	B	B	D	D	A

Ya da;

B ¹	C ²	A ³	A ⁴	C ⁵
C ⁶	D ⁷	B ⁸	A ⁹	D ¹⁰
B ¹¹	D ¹²	A ¹³	C ¹⁴	C ¹⁵
B ¹⁶	C ¹⁷	B ¹⁸	D ¹⁹	D ²⁰

Deneme Deseninin Üstün Yanları (Avantajları)

Şansa bağlı parseller deneme deseni, şartlar yerine getirildiğinde gerek uygulaması gerekse sonuçların analizi bakımından kolay nispeten az tekrarlama gerektirmesi ve az masrafla yürütülebilmesi nedeniyle tercih edilen bir desendir.

1. Konu ve tekrarlama sayısı ancak mevcut deneme materyali sayısı kadardır.

2. Değişik konular değişik sayıda tekrarlanabilir.

3. İstatistiksel analizleri çok basittir.

4. Herhangi bir nedenle kaybolan parsel denemenin istatistiksel analizini zorlaştırmaz. Tekrarlama sayısı eşit olamayan durumdaki gibi istatistiksel analiz yapılır.

5. Herhangi bir parselden elde edilen değer kaybılması ile denemenin doğruluk derecesindeki azalma, diğer deneme metotlarından daha azdır.

6. Deneme hatasının serbestlik derecesi diğer deneme desenlerine oranla daha yüksektir.

7. Denemenin doğruluk derecesi ve hassaslığı serbest varyantın artırılması ile çoğaltılabilir.

Deneme Deseninin Zayıf Yönleri (Dezavantajları)

1. Tesadüflüğün sınırlı olmaması konunun dışındaki varyasyonun tamamının deneme hatasında toplanıp, hatayı yükseltmesine neden olur.

2. Sınırlı materyal kullanma zorunluluğu vardır.

3. Üniform materyal kullanma zorunluluğu vardır.

4. Zorunlu olmadıkça tarla denemelerinde kullanılmaz.

5. Konu sayısı 20'yi aşmamalıdır.

Yukarıda anlatılanların daha iyi anlaşılabilmesi için aşağıdaki örneklerin dikkatle incelenmesi yeterli olacaktır.

TEKRARLAMA SAYISI AYNI OLAN ŞANSA BAĞLI PARSELLER DENEME DESENİ

Örnek: Plastik yüksek tünel koşullarında saman içerikli yetiştirme ortamında 3 farklı *Pleurotus* türü 6 tekrarlamalı olarak yetiştirilmiştir. Mantarlarda şapka uzunlukları (cm) tespit edilmiştir. Türler arasında şapka uzunluğu bakımından farklılık var mıdır?

Türler	Tekrarlamalar						Σ	\bar{X}
	1	2	3	4	5	6		
<i>P. ostreatus</i>	6.56	6.82	8.22	7.36	6.16	6.19	41.31	6.88
<i>P. sajor-caju</i>	5.25	7.50	6.78	6.31	5.66	6.90	38.40	6.40
<i>P. sapidus</i>	3.65	3.18	2.82	3.19	3.31	3.23	19.38	3.23
							99.09	

Böyle bir problem karşısında yapılacak ilk şey denemenin hangi deneme desenine göre kurulmuş olabileceğini düşünmek ve bunu belirlemektir. Deneme deseninin şansa bağlı parseller olup olmadığını belirlemek için materyalin homojen olup olmamasına bakılır. Eğer materyal veya denemenin yürütüldüğü ortam koşulları (bu çalışmada plastik yüksek tünel ve yetiştirme ortamı samandır) homojen ise ve aksi bir deneme metodu belirtilmemişse deneme şansa bağlı parsellere göre planlanmış kabul edilir. Çünkü, yetiştirme ortamı belirli oranlardaki karışımlarından hazırlanmıştır. Laboratuvar koşullarında ise ortam faktörlerini değiştirmek ve bunları kontrol etmek araştırmacının elinde olan bir durumdur. Araştırmacı, sera ve laboratuvar denemelerinde homojen bir ortam oluşturarak ortam faktörlerinden kaynaklanan hatayı en düşük seviyeye indirip, uygulamalar veya deneme konuları arasındaki farklılıkları rahatlıkla ortaya çıkarabilir. Tarla koşullarında açık arazide yapılan denemelerde ise aynı şey söz konusu değildir. Toprak ve iklim şartları ile diğer bazı konular araştırmacının kontrolü dışındadır. Bu nedenle, şansa bağlı parseller deneme deseni tarla denemelerinden çok sera ve laboratuvar denemelerinde daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

Deneme deseni belirlendikten sonra H_0 hipotezi oluşturulur. İstatistikte genellikle hipotezler olumsuz kurulur: Bu deneme için hipotezimiz " **H_0 : Şapka uzunlukları bakımından *Pleurotus* türleri arasında farklılık yoktur**" şeklindedir.

Denemenin Analizinde İzlenilecek Yol:

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

Varyans Analizi:

Düzeltilme Faktörü (DF): İlk olarak hesaplanması gereken işlemdir.

$$DF = \frac{(\sum x_i)^2}{n} = \frac{(99.09)^2}{18} = 545.49$$

Burada $\sum x_i$ = Denemeden elde edilen değerlerin genel toplamı, n ise r x i'dir. r= tekrarlamaya sayısı, i= mantar türü sayısıdır. Denemedeki toplam parsel sayısı ise n ile ifade edilir. Yani n = 6 x 3= 18'dir.

Genel Kareler Toplamı (GKT): Denemedeki her bir parselden elde edilen değerlerin (x_i) tek tek kareleri alınıp, toplanır ve bu toplamdan yukarıda hesapladığımız düzeltme faktörü çıkarılarak bulunur:

$$GKT = \sum x_i^2 - DF = (6.56^2 + 6.82^2 + \dots + 3.23^2) - 545.49 = 54.25$$

İşlem Kareler Toplamı (İKT): Denemede incelenen işlemlerin her birinin tüm tekrarlamalardaki değerlerinin toplamının kareleri alınıp, her bir deneme birimi başına düşecek miktarı hesaplayabilmek için tekrarlamaya sayısına bölünür. Bu değerden düzeltme faktörü çıkarılarak hesaplanır:

$$İKT = \frac{\sum (\sum x_{islem})^2}{r} - DF = \frac{41.31^2 + 38.40^2 + 19.38^2}{6} - 545.49 = 47.28$$

Hata Kareler Toplamı (HKT): Son olarak yapılması gereken işlemdir. Bunun için genel kareler toplamından işlem kareler toplamı çıkarılarak, işlemler arasındaki farklılıklar dışında denemenin yürütülmesinden kaynaklanan hatalar olarak bulunur:

$$HKT = GKT - İKT = 54.25 - 47.28 = 6.97$$

Hesaplanan değerler varyans analiz çizelgesine işlenerek, varyasyon kaynaklarına ayrılır. Her kaynak için serbestlik dereceleri ve kareler ortalaması hesaplandıktan sonra işlemler için F değeri bulunur. Aşağıda “Şansa Bağlı Parseller Deneme Deseni” için verilen varyans analiz

çizelgesi örneğinde bahsedilen parametrelerin nasıl hesaplanacağı görülmektedir.

Varyasyon Kaynağı (VK)	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Toplamı (KT)	Kareler Ortalaması (KO)	F_{hesap}
Genel	$(ixr)-1$	GKT	-	
İşlem	$(i-1)$	İKT	$\text{İKT}/(i-1)$	$F=\text{İKO}/\text{HKO}$
Hata	$ix(r-1)$	HKT	$\text{HKT}/ix(r-1)=S^2$	

Varyans analiz çizelgesi yukarıdaki şekilde hazırlanır. Örneğimizde:

i : işlem sayısıdır. Yukarıdaki çalışmada işlem= mantar tür sayısı olup 3 adettir.

r : tekrar sayısıdır. Bu çalışmada tekrarlama her işlem için eşittir ve 6'dır.

F değeri bulunduktan sonra H_0 hipotezinin kontrolü yapılır. Bunun için, genellikle istatistikte % 5 ve % 1 olasılıkları kullanılır. İstatistik kitaplarında bu olasılık sınırları için hazırlanmış F cetvel değerlerine bakılır. F cetvel değeri hatanın ve işlemin serbestlik dereceleri dikkate alınarak bulunur. Bulunan F hesap değeri, eğer F cetvel değerlerinden küçük ise H_0 hipotezi kabul edilir ($F_{\text{hesap}} < F_{\text{cetvel}} \Rightarrow$ hipotez kabul edilir). Bu durumda işlemler arasında istatistiksel fark yoktur. Eğer değer sadece %5 F_{cetvel} değerinden büyükse ($F_{\text{hesap}} > F_{\text{cetvel}} \% 5 \Rightarrow$ hipotez red edilir) işlemler arasında önemli fark vardır. Bu durum F değeri üzerine konulacak asteriks veya tek yıldız (*) ile ifade edilir. Eğer hesaplanan değer %1 değerinden de büyük ise ($F_{\text{hesap}} > F_{\text{cetvel}} \% 1 \Rightarrow$ hipotez red edilir) işlemler arasında çok önemli farklılık var demektir. Bu da çift asteriks veya çift yıldız (**) belirtilir.

Örneğimize geri dönecek olursak, elde ettiğimiz değerlerden aşağıdaki gibi bir varyans analiz çizelgesi oluşur.

VK	SD	KT	KO	F	F_{cetvel}	
					% 5	% 1
Genel	$(3 \times 6) - 1 = 17$	54.25	-			
İşlem	$3 - 1 = 2$	47.28	23.64	51.39**	3.68	6.36
Hata	$3 \times (6 - 1) = 15$	6.97	0.46			

Varyans analiz sonuçlarına göre hesaplanan F değeri (51.39) hem % 5 hem de % 1 cetvel değerinden büyük ($F_{\text{hesap}} > F_{\text{cetvel}}$) olup H_0 hipotezi her iki olasılıkla da red edilir. Yani mantar türlerinin şapka uzunlukları istatistiksel olarak çok önemli farklılık göstermektedir. Kontrolde kullanılan F cetvel değerini bulurken cetvelde küçük kareler ortalamasına ait hata serbestlik derecesi yukarıdan aşağı, büyük kareler ortalaması gösteren değer serbestlik derecesine ise soldan sağa bakılır. Örneğimizde hataya ait kareler ortalaması daha küçük olup buna ait olan serbestlik derecesi 15 değeri yukarıdan aşağıya, işlemlere ait serbestlik derecesi olan 3 soldan sağa tespit edilir ve bu iki değer çakıştığı rakam olasılığı dikkate alınarak bulunan F değeridir.

Bundan sonra yapılacak iş, hangi mantar türünün şapka uzunluğu bakımından seçileceğini belirlemektir. Bu ise çoklu karşılaştırma testlerinden biri kullanılarak yapılır. En yaygın olarak kullanılan testler LSD veya DUNCAN testleridir.

LSD Testi (Least Significant Difference): Bu teste bazı kaynaklarda Asgari Önemli Fark (AÖF) veya En Küçük Önemli Fark (EKÖF) şeklinde Türkçeleştirilmiş isimler de verilebilmektedir. Bu test varyans analizi sonucu F değerinin önemli çıkması durumunda

kullanılabilir. Test, uygulama kolaylığı ve daha küçük ortalama farkların önemli bulunması ihtimali yüksek olduğu için araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Karşılaştırılacak ortalama sayısının az veya ortalamalardan sadece birkaçının bağımsız olarak birbiri ile karşılaştırılmak istenmesi halinde güvenle kullanılabilir.

$$LSD = t_{\alpha} \times S \bar{d}$$

$$S \bar{d} = \sqrt{\frac{2 \times S^2}{r}} = \sqrt{\frac{2 \times HKO}{r}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.46}{6}} = 0.39$$

Burada S^2 hata kareler ortalaması, r ise tekraralama sayısıdır. t_{cetvel} değerini (t_{α}) belirlemek için hangi önemlilik seviyesinin kullanılacağına karar verilirken hesaplanan F değerinin önemlilik seviyesi, hangi serbestlik derecesinin kullanılacağına karar verilirken de hatanın serbestlik derecesi dikkate alınır. Örneğimizde F değeri % 1 seviyesine göre önemlilik gösterdiğinden t_{α} ve LSD değeri aşağıdaki şekilde belirlenir.

$$t_{\alpha} (\text{Hata SD: 15; olasılık değeri: \% 1}) = 2.947$$

$$LSD = 2.947 \times 0.39 = 1.15$$

İki ortalama arasındaki fark 1.15 olan bu değerden büyük ise, ortalamaların birbirinden farklı, ortalamalar arasındaki fark bu değerden küçük olduğunda ise kıyaslanan iki işlemin birbirinden farksız olduğu sonucuna varılır.

LSD değeri hesaplandıktan sonra işlemlere ait ortalamalar büyükten küçüğe doğru, bir sayı doğrusu varmış gibi düşünülerek sıralanır ve en büyük ortalamadan bulunan LSD değeri çıkarılır. En yüksek ortalama değeri olan *P. ostreatus*'un 6.88 değerinden, 1.15 çıkarılınca 5.73 bulunur. Bundan 6.88 değeri ile 5.73 ortalama arasındaki değerlerin % 1 olasılıkla farksız olduğu ya da birbirinin aynı olduğu anlaşılır. Aşağıdaki çizelgede de görüleceği gibi bu iki tür (*P. ostreatus* ve *P. sajor-caju*) şapka uzunluğu

bakımından istatistiksel olarak birbirinden farksızdır. Bunu ortalamaların yerleştirildiğini kabul ettiğimiz sayı doğrusunda çizilen çizgilerle de göstermek mümkündür. Fark alma işlemine son ortalama bir gruba dahil edilinceye kadar devam edilir. Çizilen çizgilere küçük harflerle alfabe'deki ilk harf olan “a” dan başlanarak grup isimleri verilir. Aynı harfle gösterilen işlem ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur.

Türler	Ortalamalar	LSD	Fark	Gruplar
<i>P. ostreatus</i>	6.88	1.15	5.73	a
<i>P. sajor-caju</i>	6.40	1.15	5.25	a
<i>P. sapidus</i>	3.23	1.15	2.08	b

Denemede incelemeye alınan 3 mantar türünden *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju* “a”, *P. sapidus* ise “b” grubuna girmiştir. Rakamlar mantarın şapka uzunluğunu göstermektedir. Uzunluğun fazla olması istenen bir durumdur. Bu nedenle seçilecek türler “a” ile gösterilen ilk gruba girenlerdir. Burada akla gelen bir soru da iki türden hangisinin tercih edileceğidir. Her ikisi de aynı gruba girdiğinden ve ortalamalar % 1 olasılıkla farksız olduğundan hangisi tercih edilirse edilsin sonuç aynıdır.

DUNCAN Testi: Çoklu karşılaştırmalarda her bir işlem ortalamasının diğer ortalamalar ile ayrı ayrı test değerleri ile karşılaştırılmasına imkan verir. Bu testin uygulanması için işlemlerin varyans analizi sonucu hesaplanan F değerinin, istatistiksel olarak önemli olması şart değildir.

Formülü;

$$D = Q(\alpha; \%) \times S\bar{x} \quad S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{r}} = \sqrt{\frac{HKO}{r}} = \sqrt{\frac{0.46}{6}} = 0.27$$

Duncan çoklu karşılaştırmalarda kullanıldığı için Q çizelgesinde karşılaştırmalar ikiden başlar ve işlem sayısına kadar olan değerler alındığında işlem sayısının bir eksiği kadar kıyaslanacak cetvel değeri alınmış olur. Q cetvelinde soldan sağa doğru 2’den başlamak üzere 3, 4 ... gibi kıyaslanacak ortalama grup sayıları vardır. Aynı cetvelin yukarıdan aşağıya doğru da hatanın serbestlik derecesi bulunur.

Çözümünü yaptığımız örnekte 3 işlem olduğundan, Q cetvelinde hatanın serbestlik derecesi 15 ve F çizelgesi sonucu bulunan önemlilik seviyesi % 1'e bakılarak 2 ayrı karşılaştırma değeri alınır. Cetvel değerlerinin her biri $S\bar{x}$ değeri ile ayrı ayrı çarpılarak 2 tane Duncan değeri bulunur:

$Q\alpha$	2	3
(Hata SD=15; %1)	4.17	4.37
$D = Q\alpha \times S\bar{x}$	$D_2 = 1.12$	$D_3 = 1.18$

Daha sonra işlem ortalamaları büyükten küçüğe doğru sıralanır ve en büyük ortalamadan en büyük Duncan değeri çıkarılarak, son ortalama da bir gruba dahil olana kadar işleme devam edilir.

Türler	Ortalamalar	Duncan değeri	Fark	Gruplar
<i>P. ostreatus</i>	6.88	1.18	5.70	a
<i>P. sajor-caju</i>	6.40	1.12	5.28	a
<i>P. sapidus</i>	3.23			b

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 1 olasılıkla farklılık yoktur. Türler bu şekilde gruplandırıldıktan sonra seçim yapılır. *Pleurotus* mantar türlerinde şapka uzunluğunun fazla olması arzu edilen bir özellik olması nedeni ile “a” grubundan seçim yapılmalıdır. LSD’de tek bir

kıyaslama değeri varken, Duncan testinde her bir kıyaslama grubu için ayrı test değeri vardır.

Denemenin Doğruluk Derecesi (% VK):

Denemenin doğruluk derecesi (varyasyon katsayısı) deneme sonuçlarının güvenilirliği hakkında bilgi verir. Bu değerin % 20'nin altında olması istenir. Eğer VK % 20'nin üstünde ise denemeyi tekrarlamakta fayda vardır. Doğruluk derecesi VK ile gösterilir, % değer olarak şu şekilde hesaplanır:

$$\% \text{ VK (CV \%)} = \frac{\sqrt{S^2}}{\bar{X}} \times 100 = \frac{\sqrt{\text{HKO}}}{\bar{X}} \times 100$$

Bu eşitlikte $S^2 = \text{HKO}$ denemenin varyansıdır.

Denemenin standart sapması deneme hatasının yani varyansın karekökü alınarak hesaplanır:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\text{HKO}} = \sqrt{0.46} = 0.68$$

Daha sonra denemenin genel ortalaması hesaplanır. Genel ortalama, genel toplamın çeşit (işlem) ile tekrarlamaya sayısının çarpımına bölünerek bulunur.

$$\bar{X}_{\text{genel}} = \frac{99.09}{18} = 5.5$$

$$\% \text{ VK (CV\%)} = \frac{0.68}{5.5} \times 100 = \% 12.36$$

Bu değerin % 20'nin altında olması deneme sonuçlarının güvenilir olduğunu gösterir.

ÖRNEK SORULAR

1. Dört çilek çeşidinin verim potansiyellerini belirlemek amacıyla, homojen olarak hazırlanmış toprakta sera şartlarında 4 tekrarlamalı olarak bir çalışma yapılmıştır. Denemede çeşitlerden elde edilen bitki başına çilek verimleri gram olarak aşağıda verilmiştir. Çeşitlerin meyve verimleri arasında fark var mıdır? Eğer farklılık var ise hangi çeşidin tercih edilmesi gerektiğini belirleyiniz.

Çeşitler	Tekrarlamalar			
	1	2	3	4
Tiago	273	251	250	203
Alisa	305	284	287	294
Cruz	274	284	280	208
Vista	220	240	239	122

2. Dört kıvılcık çeşidinin meyvelerindeki asit miktarı belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki çizelgede verilmiştir. Şansa bağlı parseller deneme deseninde 4 tekrarlamalı olarak yürütülen bu çalışmaya göre çeşitler arasında meyvelerdeki asit bakımından fark olup olmadığını belirleyiniz.

Çeşitler	Tekrarlamalar			
	1	2	3	4
K ₁	0.53	0.42	0.43	0.40
K ₂	0.57	0.61	0.47	0.42
K ₃	0.40	0.35	0.36	0.39
K ₄	0.57	0.50	0.64	0.51

3. Farklı rasyonlarla (R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ ve R₆) beslenen ve başlangıç ağırlıkları aynı olan Broyler civcivlerde canlı ağırlık artışlarını belirlemek için 3 ayrı dönemde civcivlerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Farklı

rasyonlarla beslemenin civcivlerin canlı ağırlık artışlarına etkisi olup olmadığını belirleyiniz .

Rasyonlar	Tekrarlamalar (Dönemler)		
	1	2	3
R ₁	1.8	1.7	2.0
R ₂	1.0	0.9	0.8
R ₃	0.8	0.9	1.1
R ₄	0.7	0.8	1.1
R ₅	1.5	1.8	1.8
R ₆	1.8	1.9	2.1

4. Beş farklı yetiştirme ortamında (A, B, C, D ve E) üretilen mantarlardan elde edilen verimler (kg/m²) belirlenmiş ve aşağıdaki deneme planı üzerinde gösterilmiştir. Şansa bağlı parseller deneme deseninde 8 tekrarlamalı olarak yürütülen deneme sonuçlarına göre değişik yetiştirme ortamlarının mantar verimine etkisi olup olmadığını, eğer etkisi var ise en uygun yetiştirme ortamının hangisi olduğunu DUNCAN testi kullanarak ile belirleyiniz.

A 2.1	C 4.5	D 3.2	D 5.3	C 6.0	A 3.5	B 3.5	E 4.5	A 3.2	B 1.2
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

B 2.7	C 3.1	E 3.1	A 2.8	E 2.2	C 4.0	A 1.4	D 2.9	B 4.1	A 4.7
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

B 1.9	C 4.3	A 2.5	D 2.3	B 3.3	E 2.9	C 4.8	A 3.8	D 3.5	D 4.2
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

C 3.3	C 3.6	E 2.9	E 3.0	D 4.2	D 4.0	E 3.6	B 3.1	B 2.0	E 4.2
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

5. Toprak yapısı bakımından homojenlik gösteren bir buğday tarlasında yabancı otlarla mücadele bakımından değişik kimyasal ilaçların ve mekanik mücadele yönteminin etkilerini belirlemek üzere 3 tekrarlamalı bir deneme kurulmuştur. Deneme sonunda m^2 'de belirlenen dar yapraklı yabancıot sayıları belirlenmiş ve aşağıdaki deneme planı üzerinde verilmiştir. Uygulamaların m^2 'deki yabancıot sayısına etkisi olup olmadığını belirleyiniz.

Kontrol 12	Igran+2-4 D 9	Igran 4
Igran+2-4D 11.1	Mekanik mücadele 6	Igran 7.5
Igran 9.6	Kontrol 14	Mekanik mücadele 6
2-4 D 7.7	Igran+2-4D 11.1	Mekanik mücadele 10
2-4 D 9.8	Kontrol 13	2-4 D 8.7

6. Aynı cinse ait 4 değişik asetik asit bakteri suşlarının (S_1 , S_2 , S_3 ve S_4) asit oluşturmadaki etkileri, 6 tekrarlamalı bir denemede araştırılmak istenmiştir. Bu bakteri suşları fermente edilmiş üzüm şıralarına ilave edilerek, oluşturdıkları asetik asit miktarları (g) belirlenmiş ve aşağıdaki çizelgede verilmiştir. Buna göre;

a) Asit oluşumu bakımından bakteri suşları arasında fark olup olmadığını bulunuz.

b) Hangi bakteri suşunun seçileceğini LSD ve DUNCAN testleri ile bulunuz.

c) Denemenin varyasyon katsayısını hesaplayınız.

Bakteri Suşları	Tekrarlamalar					
	1	2	3	4	5	6
S ₁	0.74	0.82	0.78	0.87	0.66	1.05
S ₂	0.88	1.01	1.07	0.92	0.95	0.87
S ₃	0.85	1.03	0.88	0.81	0.73	0.86
S ₄	0.65	0.76	0.59	0.74	0.80	0.78

7. Kalecik karası üzüm çeşidinde aynı ortamda 5 değişik depolama süresinin üzüm suyundaki toplam antosiyanin miktarındaki değişime etkisi olup olmadığı, 3 tekrarlamalı olarak şansa bağlı parseller deneme deseninde incelenmiştir. Depolama sürelerinin toplam antosiyanin miktarına etkisi var mıdır?

Depolama Süresi (ay)	Tekrarlamalar		
	1	2	3
0	22.90	21.40	20.30
3	15.10	14.30	13.69
6	11.01	10.00	9.80
9	5.60	6.00	5.95
12	3.90	4.90	4.95

8. Meme kanseri bulunan farelere kanseri önlemeye yönelik olarak 10 farklı radyasyon dozu uygulanmış ve radyasyondan sonra her bir grupta kanserli hücreler sayılmıştır. Meme kanserini önleme bakımından radyasyon dozları arasında farklılık olup olmadığını, var ise hangi doz etkilidir, belirleyiniz (Yıldız ve Bircan, 1991).

Tekrar	Radyasyon Dozları (kanserli hücre sayısı)									
	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	r ₇	r ₈	r ₉	r ₁₀
1	4.58	8.25	7.07	3.32	1.00	5.10	3.46	6.85	6.0	5.57
2	4.36	8.54	7.21	3.16	3.46	3.87	3.46	6.85	5.57	5.19
3	5.10	8.37	7.68	3.46	3.32	3.32	3.00	6.32	6.48	4.90

9. Üñiform bir tarlada Tokak arpasına aşığıdaki gübreleme işlemleri uygulanmıştır. Beş tekrarlamalı yapılan bu denemede parsellerden elde edilen tane verimleri (kg) aşığıda gösterilmiştir. Uygulanan gübrelerin tane verimine etkisi olmuş mudur? Olmuşsa hangi gübreleme daha etkilidir? LSD ve DUNCAN testlerini uygulayınız. Denemenin doğruluk derecesini hesaplayınız.

İşlemler	Tekrarlamalar				
	1	2	3	4	5
n_0p_0	55	49	42	21	52
n_1p_0	61	112	30	89	63
n_0p_1	42	97	81	95	92
n_1p_1	169	137	169	85	154

10. Farklı protein içeriğine sahip 4 ayrı rasyon aynı ırktan, aynı yaşta ve aynı özellikteki hayvanlara uygulanmıştır. Elde edilen günlük ortalama canlı ağırlık artışları aşığıda verilmiştir. Rasyonların canlı ağırlık artışına etkisi olup olmadığını bulunuz (Bek ve Efe, 1989).

Rasyon	Tekrarlamalar							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	2.41	2.34	2.66	1.43	2.17	1.86	2.02	1.63
B	3.21	3.14	2.22	3.69	2.82	3.16	1.69	2.65
C	2.91	3.39	1.58	2.53	1.70	3.86	1.65	1.40
D	1.84	3.36	2.63	2.29	1.63	3.18	1.15	3.76

11. Çay tohumu küspesinin hayvanlar tarafından tüketimini zorlaştıracak steroid sapojenin belirlenmesi için farklı metotlarla ekstraksiyon yapılmıştır. Ekstraksiyon metotları arasında farklılık olup olmadığını saptamak amacıyla hayvanlar üzerinde bir yemleme denemesi yapılmıştır. Denemede biri kontrol olmak üzere 3 farklı metotla elde edilen yemler, 10 tekrarlamalı olarak hayvanların beslenmesinde kullanılmış ve

hayvanlardan elde edilen ağırlık artışları (g) belirlenmiştir. Hayvanlarda ağırlık artışına etkileri bakımından ekstraksiyon metotları arasında farklılık olup olmadığını belirleyiniz (Yıldız ve Bircan, 1991).

Tekrarlamalar	Ekstraksiyon Metotları			
	Kontrol	CaO	Sıcak Alkol	Soğuk Alkol
1	213	222	173	204
2	217	104	133	198
3	134	190	97	218
4	222	218	167	206
5	232	190	176	149
6	195	253	200	107
7	237	198	139	156
8	217	184	179	218
9	235	229	159	131
10	195	225	206	166

12. Kırmızı üçgülde 6 farklı *Rhizobium* suşu ile aşılamanın çayır üçgülünde bitkideki azot içeriğine etkisini belirlemek amacıyla 5 tekrarlamalı saksı denemesi yürütülmüştür. Bitkilerden alınan 1 mg örnekteki azot miktarları aşağıda verilmiştir. Buna göre kullanılan suşların bitkinin azot içeriğine etkisi olup olmadığını belirleyiniz (Steel ve Torrie, 1960).

Tekrarlamalar	<i>Rhizobium</i> Suşları					
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
1	19.4	17.7	17.0	20.7	14.3	17.3
2	32.6	24.8	19.4	21.0	14.4	19.4
3	27.0	27.9	9.1	20.5	11.8	19.1
4	32.1	25.2	11.9	18.8	11.6	16.9
5	33.0	24.3	15.8	18.6	14.2	20.8

13. Kontrol (K) olarak kullanılan bir yerli ve beş tescilli fasulye çeşidinin taze verimleri 4 tekrarlamalı olarak yürütülen bir sera denemesinde incelenmiştir. Parselden elde edilen taze fasulye verimleri aşağıda verilmiştir. Hangi çeşit/çeşitler daha yüksek verimlidir, belirleyiniz (Yurtsever, 1984).

Tekrarlar	K	Ç ₁	Ç ₂	Ç ₃	Ç ₄	Ç ₅	
1	75.2	84.4	89.9	88.4	56.4	65.6	
2	62.4	116.0	93.7	90.2	83.2	69.4	
3	62.4	84.0	88.4	73.2	90.4	65.6	
4	73.8	86.6	112.6	87.8	85.6	60.2	
Toplam	273.8	371.0	384.6	339.6	315.6	260.8	1945.4
Ortalama	68.45	92.75	96.15	84.90	78.90	65.20	

14. Homojen bir sürüden şansa bağlı olarak seçilen 15 buzağı 5'er 5'er olmak üzere 3 farklı seviyede yem ile beslenmiş ve elde edilen canlı ağırlık artışları (kg) aşağıda verilmiştir. Yemlemelerin canlı ağırlık artışına etkisi olup olmadığını belirleyiniz (Yıldız ve Bircan, 1991).

Tekrarlamalar	Eksik Yemleme	Normal Yemleme	Aşırı Yemleme
1	118	142	162
2	122	129	175
3	121	134	168
4	126	132	183
5	109	135	172

TEKRARLAMA SAYISI FARKLI ŞANSA BAĞLI PARSELLER DENEME DESENİ

Şansa bağlı parselleri deneme deseninde tekrarlama sayılarının eşit olma zorunluluğu yoktur. Denemelerde tekrarlama sayısı eşit olarak planlanır, ancak bazı durumlarda aksilikler yüzünden deneme konularına ait bazı değerler elde edilemeyebilir. Bazen de eldeki materyalin (tohum, gübre vb.) veya deneme alanının yetersizliği her işlemin eşit sayıda tekrarlanmasına imkan vermeyebilir. Özellikle hayvanlarla, hormon, enzim, mikro element gibi materyallerle çalışırken, materyal sayısının sınırlı olması nedeniyle bu durum ortaya çıkabilir. Bu gibi durumlarda şansa bağlı parseller deneme deseni geriye kalan değerleri kullanmak suretiyle ya da işlemler farklı sayıda tekrarlanarak denemenin kurulmasına ve istatistiksel analizlerinin yapılmasına imkan verir.

Örnek: Beş farklı yetiştirme ortamında (Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 ve Y_5) üretilen mantarlardan elde edilen verimler (kg/m^2) belirlenmiş ve aşağıdaki deneme planı üzerinde gösterilmiştir. Şansa bağlı parseller deneme deseninde 8 tekrarlamalı olarak yürütülen deneme sonuçlarına göre değişik yetiştirme ortamlarının mantar verimine etkisi olup olmadığını, eğer etkisi var ise en uygun yetiştirme ortamının hangisi olduğunu belirleyiniz.

Deneme Planı:

Y_1 2.1	Y_3 4.5	Y_4 3.2	Y_4 5.3	Y_3 6.0	Y_1 3.5	Y_2 3.5	Y_5 4.5	Y_1 3.2	Y_2 1.2
Y_2 2.7	Y_3 3.1	Y_5 3.1	Y_1 2.8	Y_5 2.2	Y_3 4.0	Y_1 1.4	Y_4 2.9	Y_2 4.1	Y_1 4.7
Y_2 1.9	Y_3 4.3	Y_1 2.5	Y_4 2.3	Y_2 3.3	Y_5 2.9	Y_3 4.8	Y_1 3.8	Y_4 3.5	Y_4 4.2

Veri Çizelgesi:

Tekrarlamalar	Yetiştirme Ortamları					Σ
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	
1	2.1	3.5	4.5	3.2	2.5	
2	3.5	1.2	6.0	5.3	2.7	
3	3.2	2.7	3.1	2.9	2.2	
4	2.8	4.1	4.0	2.3	2.9	
5	1.4	1.9	4.3	3.5		
6	4.7	3.3	4.8	4.2		
7	2.5					
8	3.8					
Σ	24.0	16.7	26.7	21.4	10.3	99.1
n	8	6	6	6	4	30

Bu durumda varyans analizi aşağıdaki gibi yapılır. Önce H_0 hipotezi kurulur. Daha sonra Düzeltme Faktörü, Genel Kareler Toplamı, İşlem Kareler Toplamı ve Hata Kareler Toplamı hesaplanır.

Varyans Analizi:

H_0 : Farklı yetiştirme ortamlarının üretilen mantar miktarına etkisi yoktur.

$$DF = \frac{(\sum x_i)^2}{n} = \frac{(99.1)^2}{30} = 327.36$$

$$GKT = \sum x_i^2 - DF = (2.1^2 + \dots + 2.9^2) - 327.36 = 36.51$$

Tekrarlama sayılarının farklı olması nedeniyle, işlemlere ait kareler toplamı bulunurken, işlemlerin toplamlarının kareleri alınıp kendilerine ait tekrarlamaya sayılarına bölünür ve hesaplanan değerler toplanarak bu toplamdan düzeltme faktörü çıkarılır.

$$\begin{aligned} \text{İKT} &= \sum \left[\frac{(\sum x_{islem})^2}{r} \right] - DF \\ &= \left(\frac{24^2}{8} + \frac{16.7^2}{6} + \frac{26.7^2}{6} + \frac{21.4^2}{6} + \frac{10.3^2}{4} \right) - 327.36 = 12.78 \end{aligned}$$

$$HKT = GKT - İKT = 36.51 - 12.78 = 23.73$$

Daha sonra varyans analiz çizelgesi hazırlanır.

VK	SD	KT	KO	F _{hesap}	F _{cetvel} % 5	F _{cetvel} % 1
Genel	(n-1)	29	36.51	-		
İşlem	(i-1)	4	12.78	3.19	3.35*	2.76
Hata	(n-1) _x (i-1)	25	23.73	0.95		4.18

F_{hesap} (3.35) > F_{cetvel} % 5 (2.76) olduğundan H₀ hipotezi % 5 olasılıkla red edilir. Yapılan varyans analizine göre farklı yetiştirme ortamlarının üretilen mantar miktarına etkisi önemli (P<0.05) bulunmuştur. Şimdi yapılacak ikinci işlem ise hangi yetiştirme ortamının seçileceğini saptamaktır. Çoklu karşılaştırma testlerinden DUNCAN testi ile yapılacak olursa;

$$D = S \bar{x} \times Q\alpha$$

$$S \bar{x} = \sqrt{\frac{HKO}{r}} \text{ formülündeki } r \text{ tekrar sayısı eşit olduğunda kullanılır.}$$

Oysa bu örnekte olduğu gibi tekrar sayısı farklıdır. Bu durumda r_0 bulunur.

$$S \bar{x} = \sqrt{\frac{HKO}{r_0}}$$

$$r_0 = \frac{1}{i-1} \left[\sum n - \frac{\sum n^2}{\sum n} \right] = \frac{1}{5-1} \times \left[30 - \frac{(8^2 + 6^2 + 6^2 + 6^2 + 4^2)}{30} \right] = 5.9$$

$$S \bar{x} = \sqrt{\frac{0.95}{5.9}} = 0.4$$

Bu değ er bulunduktan sonra hata serbestlik derecesi 25 ve olasılığı % 5 olan Q cetvel değ erleri alınıp her biri ile tek tek çarpılarak Duncan değ erleri bulunur.

$Q\alpha$	2	3	4	5
(Hata SD=25; %5)	2.915	3.065	3.145	3.215
$D = Q\alpha \times S\bar{x}$	1.166	1.226	1.258	1.286

Yetiştirme Ortamları	Ortalamalar	Duncan Değeri	Fark	Gruplar
Y_3	4.45	1.286	3.164	a
Y_4	3.56	1.258	2.302	ab
Y_2	2.78			b
Y_2	2.78			b
Y_5	2.58			b

Duncan testi sonucu tek başına a grubuna giren Y_3 yetiştirme ortamı diğerlerinden % 5 olasılıkla farklılık gösterip seçilecek ortamdır.

ÖRNEK SORULAR

1. Hepsi iki yaşında ve birinci laktasyon döneminde bulunan Siyah Alaca ırkı ineklere ait sütlerden 4 farklı starter (maya) kullanılarak yapılan peynirlerdeki uçucu yağ asit miktarları (0.1 N NaOH ml/100 g peynir) incelenmiştir. Kullanılan farklı starterlerin peynirdeki uçucu yağ asidi miktarına etkisi var mıdır? Farklılık varsa hangi starter seçilmelidir?

Tekrarlamalar	Starterler			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
1	6.6	4.6	5.9	7.3
2	6.6	5.3	6.4	6.9
3	8.4	5.4	7.0	6.7
4	8.7	6.0	6.6	
5	7.9			
6	9.5			

2. Laboratuvar şartlarında 4 ayrı sıcaklıkta bırakılan yeşil kurt larvalarının pupa haline gelebilmek için gerekli olan beslenme sürelerini belirlemek amacıyla bir deneme kurulmuştur. Larvaların pupa oluncaya kadar geçen beslenme süreleri aşağıdaki gibi bulunmuştur. Sıcaklıkların yeşil kurt larvalarının beslenme sürelerine etkisi olup olmadığını araştırınız.

Sıcaklıklar			
18 °C	20 °C	25 °C	30 °C
54	18	24	15
46	21	17	16
47	27	18	11
48	25	21	12
48	24	19	14
49	28	22	16
	22	20	13
		23	14

3. İvesi koyunlarında, laktasyonun son dönemindeki süt yağına yaşı etkisini araştırmak amacıyla kurulan denemede sütteki yağ oranları aşağıdaki gibi bulunmuştur. Hayvan yaşının sütteki yağ oranına etkisi olup olmadığını belirleyiniz (Düzgüneş ve ark., 1987).

Tekrarlamalar	Yaşlar			
	2	3	4	5
1	4.8	6.0	5.9	7.3
2	5.2	6.4	6.4	6.9
3	5.0	6.3	7.0	6.7
4	6.1	6.4	6.6	
5	5.5	6.0		

4. Değişik seviyelerde kükürt uygulamalarından sonra parsellerden elde edilen hastalıklı patates yumru sayıları aşağıda verilmiştir. Kükürt dozlarının patatesten hastalıklı yumru oluşumunu engellemesine etkisi olup olmadığını ve hangi kükürt dozunun seçileceğini belirleyiniz (Tosun, 1989).

Tekrarlamalar	Kükürt Dozları						
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
1	12	30	18	16	17	9	10
2	10	7	24	10	7	9	4
3	24	21	12	18	16	16	4
4	29	9	19	18	17	4	
5	30						
6	18						
7	32						
8	26						

5. Üç farklı ırktan alınan kuzuların doğum ağırlıkları (kg/kuzu) arasında fark olup olmadığını belirlemek için kurulan denemede aşağıdaki

sonuçlar elde edilmiştir. Doğum ağırlıkları bakımından ırklar arasında fark olup olmadığını belirleyiniz (Yıldız ve Bircan, 1991).

Tekrarlamalar	İrklar		
	Merinos	Mor Karaman	İvesi
1	3.4	2.5	2.5
2	3.4	2.8	3.2
3	4.1	2.0	3.0
4	3.2		2.7
5	3.4		

6. Hıyarlara uygulanan 6 değişik dozdaki büyüme düzenleyicisinin bitkinin oluşturduğu kol sayısına etkisi araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Büyüme düzenleyicilerinin kol sayısına etkisi olup olmadığını, araştırınız.

Tekrarlamalar	Hormon Dozları					
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆
1	7.3	7.7	6.9	4.8	4.8	4.3
2	4.5	5.4	6.8	9.2	9.2	8.4
3	7.4	5.2	7.6	8.5	8.5	6.6
4	7.4	4.0	8.1	8.8	8.8	4.9
5	5.0		9.4	7.9	7.9	5.8
6	5.9		12.0	5.9	5.9	7.6
7	6.4		15.9			3.7
8	6.3		7.4			
9			9.0			

7. Altı mısır çeşidinin verimleri şansa bağlı parseller deneme deseninde karşılaştırılmıştır. Mısır çeşitlerine ait tohumların farklı miktarlarda olması nedeni ile tekrarlamalar sayıları eşit tutulamamıştır. Her

çeşidin belirlenen verimleri aşağıda verilmiştir. Bu çeşitler arasında verim bakımından farklılık olup olmadığını belirleyiniz (Yurtsever, 1984).

Mısır Çeşitleri						
Tekrarlar	Four County	Silver King	İodent	Lancaster	Osterland	Clark
1	7.3	7.7	6.9	9.6	4.8	4.3
2	4.5	5.4	6.8	7.8	9.2	8.4
3	7.4	5.2	7.6	9.6	8.5	6.6
4	7.4	4.0	8.1	7.7	8.8	4.9
5	5.0		9.4	8.2	7.9	5.8
6	5.9		12.0	7.3	5.9	7.6
7	6.4		15.9	11.3	9.2	3.7
8	6.3		7.4	9.5		
9	5.0		9.0	8.8		
10	6.1		5.2	8.4		
11	7.9		9.2	6.8		
12	5.7		8.6			

8. Dört farklı rasyonun aynı yaş ve ırktaki koyunlardaki canlı ağırlık artışı üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Rasyonlar arasında farklılık var mıdır, varsa hangi rasyon önerilir, belirleyiniz (Yıldız ve Bircan, 1991).

Tekrarlamalar	Rasyonlar			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
1	26	24	30	20
2	33	26	32	19
3	40	25	33	21
4	35	24	31	22
5	36		35	
6	38			

9. Yeme katılan değişik miktarlardaki fosforun tavukların kemik külü miktarına etkisini bulmak amacıyla aynı özelliklere sahip 28 civciv, 4 gruba ayrılarak şansa bağlı parsellerde denemeye alınmıştır. Her grup farklı düzeylerde fosfor içeren yemlerle 3 ay süreyle beslenmiştir. Kesilen tavukların kemik külündeki fosfor miktarları tespit edilirken bazı tavuklar ölmüş, bazı örnekler kaza sonucu kullanılamaz hale gelmiştir, yani işlemlerin tekrar sayıları değişmiştir. Deneme sonucunda aşağıdaki değerler elde edilmiştir (Bek ve Efe, 1989).

Tekrarlamalar	Fosfor Dozları			
	p ₀	p ₁	p ₂	p ₃
1	18	33	30	36
2	16	24	27	71
3	15	30	18	42
4	12	20	35	60
5	20	28		64
6		22		40
7		25		
Σ	81	182	110	313
n	5	7	4	6

Varyans analizini yaparak fosfor dozlarının kemik külü miktarına etkisi olup olmadığını belirleyiniz.