

ARAŞTIRMA VE DENEME METODLARI

EDİTÖR
Aziz ŞAHİN



© Copyright 2024

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Yayınevi A.Ş.'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN	Sayfa ve Kapak Tasarımı
978-625-375-211-8	Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı	Yayıncı Sertifika No
Araştırma ve Deneme Metodları	47518
Editör	Baskı ve Cilt
Aziz ŞAHİN ORCID iD: 0000-0003-0454-3830	Vadi Matbaacılık
Yayın Koordinatörü	Bisac Code
Yasin DİLMEN	SOC027000
	DOI
	10.37609/akya.3417

Kütüphane Kimlik Kartı
Araştırma ve Deneme Metodları / ed. Aziz Şahin.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2024.
224 s. : tablo, şekil ; 160x235 mm.
Kaynakça var.
ISBN 9786253752118

GENEL DAĞITIM
Akademisyen Yayınevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Araştırma yada denemelerin planlanması, uygulanması, deneme bulgularının toplanması, analiz edilmesi ve değerlendirilmesi aşamaları her araştırmacının zaman zaman karşılaşacağı konular arasında yer almaktadır. Araştırmalar yada denemeler sonucunda büyük emek ve uğraş sonucu elde edilen bilgilerin doğru yöntem yada metotlar kullanılarak analiz edilmesi, bulguların doğru olarak yorumlanması büyük önem arz etmektedir. Bu kitapta, araştırmaların planlanıp kurulmasından, araştırma bulgularının değerlendirilmesi sürecine kadar uzanan dönemde yaygın olarak kullanılan deneme desenleri hakkında bilgi verilecektir. Bu kitap, Varyans Analizinin Ön Şartları ve Transformasyonlar, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni, Çoklu Karşılaştırma Testleri, Tesadüf Blokları Deneme Deseni, Latin Karesi Deneme Deseni, Bölünmüş Parseller Deneme Desenleri, Faktöriyel Denemeler, Kovaryans Analizleri, Tekrarlı Ölçümler Deneme Deseni, İç İç Deneme Desenleri, olmak üzere on ana başlık altında etraflıca incelenmiştir. Her bölüm kendi içerisinde konu uzmanlarınca tartışılmış ve her konu ile ilgili iki örnek soru çözülerek yorumlanması yapılmıştır. Fen ve Mühendislik bilimleri, Sağlık bilimleri ve sosyal bilimler alanında planlanıp yürütülecek araştırma ve denemelerin değerlendirilmesinde deneme desenlerinden faydalanılmaktadır.

Fen ve mühendislik alanı ile ilgili araştırma yada deneme sonuçları ile sık sık karşılaşan öğrenci, araştırmacıların araştırmalarını doğru analiz edip yorumlayabilmeleri için kendi alanlarındaki araştırmalarda, çoğunlukla yararlanılan deneme desenlerinin, planlanmasını, analiz edilmesini ve yorumlanmasını bilimsel bir temele dayandırarak çok iyi yapabilmeleri gerekmektedir.

Değerli bölüm yazarı hocalarımızın katkıları ile hazırlamış olduğumuz bu eserin Lisans, Yüksek Lisans, Doktora öğrencileri ve araştırmacılar başta olmak üzere tüm okurlar için yararlı bir kaynak olması dileğiyle...

Prof. Dr. Aziz ŞAHİN

Bu kitaptaki bölümlerin bütün sorumluluğu (şekiller, tablolar, çizimler, grafikler, yapılan alıntılar, etik/kurum izni gibi.) bölüm yazarlarına aittir. Ortaya çıkabilecek her türlü hukuki bir durum ortaya çıkması halinde AKADEMİSYEN YAYINEVİ ve BU KİTABIN EDİTÖRÜ hiçbir konuda bir yükümlülük ve hukuki sorumluluk kabul etmez, hukuki yükümlülük/sorumluluk altına alınamaz. Bölümlerdeki bütün hukuki yükümlülük ve sorumluluk yazarlarına aittir.

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

ANOVA: Varyans Analizi (Analysis of Variance)

F_c : Tablo/Cetvel değeri

F_h : Hesap değeri

KO: Kareler ortalaması

KT: Kareler toplamı

SD: Serbestlik derecesi

Sx: Standart Hata

\bar{x} : Ortalama

μ : genel ortalama

\bar{s}^2 : Varyansların tartılı ortalaması (KO_{Hata})

S_i^2 : Herhangi bir gurubun varyansı

χ^2 = Khi kare

F: F hesap değeri,

$KT_{Muamele}$: Muameleler Arası Kareler Toplamı,

KT_{Hata} : Hata Kareler Toplamı,

KT_{Genel} : Genel Kareler Toplamı,

$KO_{Muamele}$: Muameleler Arası Kareler Ortalaması,

KO_{Hata} : Hata Kareler Ortalaması

GİKO : Gruplar içi kareler ortalaması

GAKO : Gruplar arası kareler ortalaması

GİKO : Gruplar içi kareler ortalaması

GAKO : Gruplar arası kareler ortalaması

$s_{\bar{x}}$: Standart hata

α_E : Deneme başına hata

α_C : Karşılaştırma başına hata

α : I. Tip Hata Olasılığı (Probability of Type I Error)

β : II. Tip Hata Olasılığı (Probability of Type II Error)

Q : Gruplar içi (hata) serbestlik dereceli α seviyesindeki cetvel değerleri

GSD: Genel serbestlik derecesi,

MSD: Muamele serbestlik derecesi,

HSD: Hata serbestlik derecesi,

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	Giriş.....1 <i>Aziz ŞAHİN</i>
BÖLÜM 2	Varyans Analizinin Ön Koşulları ve Transformasyonlar.....11 <i>Orhan KARADAĞ</i>
BÖLÜM 3	Tesadüf Parselleri Deneme Planı.....23 <i>Aziz ŞAHİN</i>
BÖLÜM 4	Çoklu Karşılaştırma Testleri.....35 <i>Serdar GENÇ</i>
BÖLÜM 5	Tesadüf Blokları Deneme Planı55 <i>Aziz ŞAHİN</i>
BÖLÜM 6	Latin Karesi Deneme Planı69 <i>Samet Hasan ABACI</i>
BÖLÜM 7	Bölünmüş Parseller Deneme Desenleri.....85 <i>Şenol ÇELİK</i>
BÖLÜM 8	Faktöriyel Denemeler115 <i>Melis ÇELİK GÜNEY</i>
BÖLÜM 9	Kovaryans Analizleri.....127 <i>Ali Murat TATAR</i>
BÖLÜM 10	Tekrarlı Ölçümler Deneme Deseni153 <i>Burcu MESTAV</i>
BÖLÜM 11	İç İçe Sınıflanmış Deneme Planı181 <i>Emine BERBEROĞLU</i>

YAZARLAR

Doç.Dr. Samet Hasan ABACI
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Biyometri ve Genetik AD.

Dr.Öğr.Üyesi Emine BERBEROĞLU
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik
AD.

Doç.Dr. Şenol ÇELİK
Bingöl Üniversitesi, Biyometri ve
Genetik AD.

Doç.Dr. Serdar GENÇ
Kırşehir Ahi Evren Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Biyometri ve
Genetik AD.

Arş.Gör.Dr. Melis ÇELİK GÜNEY
Çukurova Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Zootečni Bölümü

Doç.Dr. Orhan KARADAĞ
Muş Alparslan Üniversitesi,
Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvan
Üretim ve Teknoloji Bölümü

Doç.Dr. Burcu MESTAV
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fen Fakültesi İstatistik Bölümü

Prof.Dr. Aziz ŞAHİN
Kırşehir Ahi Evren Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Biyometri ve Genetik AD.

Dr.Öğr.Üyesi Ali Murat TATAR
Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Zootečni Bölümü

BÖLÜM 1

Giriş

Aziz ŞAHİN¹

Bilimsel çalışmalarda, veriler genellikle, araştırmalar, deneyler ve anketler kullanılarak elde edilirler. Bilim adamları tarafından birçok faktöre bağlı olarak araştırmalardır ya da deneyler kurgulanabilir. Yapılan deney yada araştırma sonuçlarının yorumlanabilmesi için, araştırmanın kurulduğu deneme planı göz önüne alınarak, uygun istatistiksel metotlar yardımı ile araştırmada elde edilen verilerin bilimsel temellere dayanarak analiz edilmesi gerekmektedir (1-3). Araştırma sonuçlarının doğru olarak yorumlanabilmesi, araştırmada verilerin alınmasında gerekli hassasiyetin gösterilmesi ve çalışmada elde edilen verilerin doğru istatistiksel metotlar ile değerlendirilmesi ile mümkün olabilecektir. Başka bir ifade ile, araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi, elde edilen verilerin güvenilir olmasına, yeterli büyüklükte verinin toplanmasına ve uygun istatistiksel metotlar yardımı ile verinin değerlendirilmesine bağlıdır. Günümüzde hemen hemen her alanda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan birçok istatistik metot geliştirilmiştir (4).

Araştırmalarda başlangıçta kurgulanan varsayımların (hipotezlerin) doğru olup olmadığını belirlemek, deneme hatasını tespit etmek, araştırma bulgularının güvenilirliklerini artırmak ve araştırma bulgularını yorumlamak amacı ile deneme planları kurgulanmıştır (4-6).

Bilimsel araştırmalar sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesine başlanmadan önce, her bir varyasyon kaynağı ile ilgili etkiyi incelemek için Hipotezlerin (H_0 ve H_1) kurulması gerekmektedir. Bu bağlamda uygulama ve hata olmak üzere iki ana varyasyon kaynağı olan Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde, uygulama/muamele etkisi hataya oranlanarak değerlendirildiği için bir tane hipotez kurulabilir. Örneğin; Tesadüf Blokları Deneme Deseninde varyasyon kaynakları, blok, muamele ve hatadan oluşmaktadır. Bu deneme deseninde ise blok ve muamele etkisinin hataya göre incelendiği iki hipotez kurulabilir. Diğer taraftan Latin Karesi Deneme Planında ise sıra, sütun, muameleden oluşan varyasyon kaynaklarının her biri hataya göre değerlendirildiği için üç adet hipotez kurulabilir. Yani örneklerden görüldüğü üzere kurulacak hipotez sayısı incelenen özellik üzerinde varyasyon oluşturan faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin; Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde aşağıdaki gibi Hipotez kurulabilir (3-5).

¹ Prof. Dr. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik AD., aziz.sahin@ahievran.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-0454-3830

KAYNAKLAR

1. Yıldız N. Bircan H. *Araştırma ve Deneme Metotları*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Yayın No: 697; 2003.
2. Büyüköztürk Ş. Akgün ÖE. Karadeniz Ş. Demirel F. Kılıç E. *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi; 2015.
3. Yıldız N. Akbulut Ö. Bircan H. *İstatistiğe Giriş*. İstanbul: Aktif Yayın Evi; 2005.
4. Karasar N. Bilimsel araştırma yöntemleri (24. baskı). Nobel Yayınevi, Ankara; 2015.
5. Nemlioğlu K. Tekin M. *İstatistik*, Der Yayın Evi, İstanbul; 2015.
6. Düzgüneş O. Kesici T. Kavuncu O. Gürbüz F. *Araştırma ve Deneme Metodları. (İstatistik Metodları II)*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295. Ankara; 1987.
7. Kesici T. Kocabaş Z. *Biyoistatistik*. Ankara Üniversitesi. Eczacılık Fakültesi. Yay. No: 79, Ankara; 1998.
8. Hair JF. William C. Black Barry J. Babin. Rolph E. Anderson: Multivariate Data Analysis, Seventh Edition, Pearson Education Inc, USA; 2010.
9. Efe E. Bek Y. Şahin M. *SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayın No:10, 214, Kahramanmaraş, Türkiye; 2000.

BÖLÜM 2

Varyans Analizinin Ön Koşulları ve Transformasyonlar

Orhan KARADAĞ¹

GİRİŞ

Varyans Analizi (ANOVA), ikiden fazla grup ve faktör sayısının iki ve daha fazla olduğu durumda, gruplar arasındaki değişken ortalamalarını karşılaştırmaya yönelik bir istatistiksel analiz yöntemi olarak 20. yüzyılın başlarında R.A. Fisher tarafından geliştirilmiştir. Bu metodun esası, denemeden elde edilmiş olan veriler arasındaki toplam varyansı, bu varyansa neden olan faktörlere göre sınıflandırarak analiz etmektir.

Deneme ünitelerine uygulanan farklı muameleler sebebiyle bir değişkenlik ortaya çıkmaktadır. Bu değişkenlik dikkate alınarak, muameleler arası farklılığın aynı muamelenin uygulandığı üniteler arasındaki farklılıktan büyük olup olmadığını belirlenmesi gerekir. Bu da söz konusu farklılıkların (**Varyans**), bu farklılığı meydana getiren unsurlara bölünmesi (**Analiz**) suretiyle sağlanmış olur. Bu analizde deney hatasını hesaplamak ve asgariye indirmek, sonuçların güvenilirliği bakımından önemlidir. Doğru ve güvenilir sonuçlar, tekerrür sayısının mümkün olduğunca artırılması, deneme materyalinin homojenliği ve materyalin muamele gruplarına göre şansa bağlı dağıtılması suretiyle elde edilir (1).

ANOVA verilerin elde edildiği deneme deseninin çeşidi, denemenin içerdiği faktör sayısı, grupların bağımlı olup olmaması ve ortak değişken içerip içermemelerine göre farklı biçimlerde uygulanmaktadır. Denemeler yürütülmeden önce bir plan yapılması, hangi deneme deseninin uygulanması gerektiğine karar verilmeli ve deneme hangi desene göre kurulmuşsa, o desene uygun yöntemle analiz edilmelidir. Çünkü her deneme deseninin özel koşulları ve işlemlerin denemede tesadüfi yerleştirilmesi ile ilgili farklı kuralları vardır (1,2).

¹ Doç. Dr. Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvan Üretim ve Teknoloji Bölümü
o.karadag@alparslan.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-7515-9671

Tür	Dozlar				Toplam	Ort.	s_i^2
	I	II	III	IV			
Tavşan Kontrol	0,20	0,32	0,30	0,46			
Tavşan	0,34	0,42	0,44	0,48			
Hindi Kontrol	2,2	3,2	2,0	3,0			
Hindi	2,7	3,5	2,7	3,5			
Keçi Kontrol	118,0	150,0	145,0	175,0			
Keçi	137,0	163,0	158,0	186,0			

KAYNAKLAR

1. Soysal Mİ. *Biometrinin prensipleri İstatistik I ve II Ders Notları*. NKÜ Ziraat fakültesi yayınları; Yayın No:95 Ders Notu No: 64.Sayfa sayısı:368; 2010.
2. Soysal Mİ, Gürcan EK. *Araştırma Deneme Metotları Çözümlü Uygulama Örnekleri* Ders Kitabı: NKÜ Ziraat fakültesi yayınları.Sayfa sayısı:159; 2006.
3. Düzgüneş O, Akman N. *Varyasyon Kaynakları*. Ders Kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat fakültesi Yayınları, Sayfa sayısı:145; 1991.
4. Ayaydın A, Turanlı M, Armutlulu H, Bülbül Ş. (*Spiegel MR. İstatistik 870 Çözümlü Problem kitabı Çevirisi*). Eskişehir: Bilim Teknik Yayınevi;1995.
5. Yıldız, N., H. Bircan, Ö. Akbulut. *Araştırma ve Deneme Metotları*. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:724/313/65.Sayfa sayısı:150; 1994.

BÖLÜM 3

Tesadüf Parselleri Deneme Planı

Aziz ŞAHİN¹

GİRİŞ

Tesadüf parselleri, günümüzde kullanılan en basit deneme desenlerinden biridir. Bu deneme planı, deneme materyalinin homojen olduğu ve araştırmada uygulanacak muamele dışında herhangi bir dış etkiden etkilenme durumunun söz konusu olmadığı durumlarda tercih edilir (1).

Deneme materyali, üzerinde çalışılan öğeyi ifade ederken, bir muamelenin uygulandığı ve ilgili değişkenin ölçüldüğü en küçük birim deneme ünitesi olarak adlandırılır. Bu deneme planında, deneme ünitesine tüm muameleler tesadüfi olarak dağıtılır. Deneme ünitesinin homojen olduğu durumlarda kullanılan bu deneme planı, denemede kullanılan materyal ve deneme ünitesinin denetim altında tutulabildiği denemelerde uygulanabilmektedir (1,2).

Tesadüf parselleri planında, deneme üniteleri herhangi bir özelliğe göre gruplandırılmaz. Bu nedenle, elde edilen gözlemler arasında muamele/uygulama varyasyonu ve hata varyasyonu olmak üzere iki temel varyasyon kaynağı bulunur(3). Bu plan, homojen materyalin mevcut olduğu ve az sayıda deneme ünitesinin kullanıldığı çalışmalarda yaygın olarak tercih edilir. Uygulamalar, deneme ünitelerine rastgele dağıtılarak dışsal etmenlerin etkisi minimize edilmeye çalışılır. Bu özelliği nedeniyle "tam şansa bağlı deneme planı" olarak da bilinir (1-4).

Hata serbestlik derecesi yüksek olan bu deneme planı, saha uygulamalarına kolayca aktarılabilir ve sonuçların değerlendirilmesi pratik bir şekilde yapılabilir. Muamele/uygulama, tekrar/tekerrür sayıları farklılık gösterebilir, ancak bu durum verilerin analizinde bir sorun oluşturmaz (4).

¹ Prof. Dr. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik AD., aziz.sahin@ahievran.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-0454-3830

ÇALIŞMA SORUSU

Soru 1.

Bir araştırmada, MLD kasından alınan kırmızı et örneklerinde, yağ asidi içerikleri üç farklı yöntem kullanılarak tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerinden bir tanesi olan oleik asit içerikleri Tablo (7)'de özetlenmiştir.

Tekerrür	Yöntemler		
	A	B	C
1	40,04	37,78	38,11
2	39,40	38,04	37,45
3	41,22	39,76	37,60
4	39,86	39,53	38,89

Uygulanan yöntemlerin kırmızı et oleik asit içeriği üzerine etkilerinin önemli olup olmadığını %1 ve %5 önem seviyelerinde test ediniz?

KAYNAKLAR

1. Lawson J. *Design and Analysis of Experiments with R*. CHAPMAN & HALL/CRC Texts in Statistical Science Series; 2015.
2. Yıldız N. Bircan H. *Araştırma ve Deneme Metotları*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Yayın No: 697, Erzurum; 2003.
3. Salinas Ruiz J. Montesinos López OA. Crossa J. *Randomized Complete Block Design*. In: *Introduction to Experimental Designs with PROC GLIMMIX of SAS*, 2024 Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-65575-3_4 [Accessed Date: 10/12/2024].
4. Düzgüneş O. Kesici T. Kavuncu O. Gürbüz F. *Araştırma ve Deneme Metotları*. (İstatistik Metotları II). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, Ankara; 1987.
5. Wahid Z. Latiff AI. Ahmad K. *Application of one-way ANOVA in completely randomized experiments*. *Journal of Physics: Conf. Series* 949, 012017 doi:10.1088/1742-6596/949/1/012017; 2017.
6. Montgomery DC. *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, ABD, Eighth Edition Arizona State University; 2017.
7. Rickie J. Domangue RJ. *The Basics of Statistical Design and Analysis of Experiments*. Department of Mathematics and Statistics James Madison University; 2015.
8. Domangue, R.J. *The Basics of Statistical Design and Analysis of Experiments*. Department of Mathematics and Statistics James Madison University, June 23; 2015.
9. Efe E. Bek Y. Şahin M. *SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayın No:10, 214, Kahramanmaraş, Türkiye; 2000.
10. Şahin A. Tesadüf Parselleri Deneme Planı, ANOVA, 2024.sav DATASET IBM SPSS Statistics.

BÖLÜM 4

Çoklu Karşılaştırma Testleri

Serdar GENÇ¹

PARAMETRİK VE PARAMETRİK OLMAYAN ÇOKLU KARŞILAŞTIRMA TESTLERİ

Varyans analizi tekniği (Analysis of Variance, ANOVA, F testi) uygulamada en çok kullanılan istatistik metot olarak bilinmektedir. Üzerinde durduğumuz özelliğe etki ettiğini düşündüğümüz faktör sayısı ikiden fazla ise söz konusu tekniğin kullanılması gerekmektedir. Unutulmamalıdır ki ANOVA ile yalnızca grup ortalamaları arasında istatistik olarak önemli düzeyde fark olup olmadığı hipotezi ($H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$) tespit edilebilmektedir. Hangi grup ortalamalarının birbirinden farklı olduğunu ise çoklu karşılaştırma testlerinden her hangi birini kullanarak belirlenebilir.

Bazı ön şartlar (normal dağılım, homojenlik, bağımsızlık, eklenebilirlik) yerine getirildiği zaman ANOVA kullanılabilir. Bu şartların yerine getirilmesi sonuçların güvenilirliği açısından önem arz etmektedir. Testlerin güvenilirliği doğrudan I. tip hata olasılıkları ve güçlerine bağlıdır. Ön şartlardan birinin veya birkaçının aynı anda yerine getirilemediği durumlarda transformasyonlar yapılarak, şartlar sağlanmaya çalışılmaktadır. Transformasyon yapılmasına rağmen bu şartlar sağlanamamış ise parametrik olmayan istatistik metotlardan (Kruskal-Wallis Man-Whitney U Testi vs.) birini kullanmak daha doğru olacaktır. Çünkü bu metotların ön şartları yerine getirme zorunluluğu bulunmaktadır. Bunların yanı sıra Welch, Brown-Forsythe veya Bootstrap ve Permutasyon testleri (resampling; yeniden örnekleme yöntemlerinden birisine başvurulabilir (1,2).

Parametrik olmayan istatistik metotlar kullanıldığında artık karşılaştırılacak grup ortalamaları yerine, grup ortanca değerleri (meydanları) kullanılmaktadır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli bulunması halinde ise parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri kullanılmalıdır. Parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri yerine ise bazı ön şartlar sağlanmış ise parametrik çoklu karşılaştırma testleri de kullanılabilir.

¹ Doç. Dr., Kırşehir Ahi Evren Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik AD.
serdargenc1983@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-1512-9072

Her üç grup ortancaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir sonucuna varılmıştır (H_0 Ret).

Yapılan örneklerde de görüleceği üzere çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre farklılıklar meydana gelmektedir. Bu amaçla simülasyon çalışması yapılarak uygun çoklu karşılaştırma testi bulunmaya çalışılmıştır.

ÖZET

Çoklu karşılaştırma testlerinden hangisinin kullanılacağını belirlemede grup varyanslarının homojen ya da heterojen olması önemli rol oynamaktadır. Grup varyansları homojen ise ve gruplardan biri kontrol olarak seçilmiş diğer grup ortalamaları buna göre karşılaştırılacak ise Dunnett Testinden yararlanılabilir. Eğer bir grup ortalamasını diğer birkaç grubun ortalamasına göre ağırlıklı olarak kontrol etmek gerekiyorsa Scheffe Testinden yararlanılabilir. Eğer ortalamalar büyüklük sırasına göre karşılaştırılmak istenirse Duncan Testinden yararlanılmalıdır. Eğer karşılaştırılacak grup sayısı 8 ve daha fazla ise Tukey HSD Testi tercih edilmelidir. Parametrik çoklu karşılaştırma testlerinden bazılarının, parametrik olmayan testlerden sonra kullanılmasının, hem uygulama kolaylığı hem de güvenilirlik bakımından önemli olduğu görülmektedir. Bununla birlikte; Özellikle varyans analizinin ön şartlarından, grup varyanslarının homojenliği sağlanamamış ise parametrik çoklu karşılaştırma testlerinden birinin kullanılmasının daha doğru olabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Koşkan Ö. *Yeniden örnekleme (Resampling) Yaklaşımı ve t-Testinin Gücü ve I. Tip Hata Bakımından Karşılaştırılması*. Hayvansal Üretim, 49(1): 29-37; 2008.
2. Mendeş M. Mendeş E. *Varayns Analizi ve Welch Testi ile Bunların Permutasyon Versiyonlarının I. Tip Hata ve Testin Gücü Bakımından Karşılaştırılması*. 6. Zooteknik Bilim Kongresi, Erzurum; 2002.
3. Zar JH. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, 663, New Jersey; 1999.
4. Kaps M. Lamberson WR. *Biostatistics for Animal Science*. CABI Publishing, 93-104; 2004.
5. Albayrak R. *Bağımsız İki Grup Karşılaştırılmasında Grup Ortalamaları Arasındaki Muamele Öncesi Farkın İrdelemesi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zooteknik ABD, Ankara; 2009.
6. Houle TT. Penzien DB. Houle CK. *Statistical Power and Sample Size Estimation for Headache Research: An Overview and Power Calculation Tools Headache*, 45: 414-418; 2005.
7. Sheskin DJ. *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*. Second Ed., Chapman 8 Hall/CRC.; 2000.
8. Şenoğlu B. Acıtaş Ş. *İstatistiksel Deney Tasarımı: Sabit Etkili Modeller*. Nobel yayın Dağıtım, Sf 51-62, 1. Basım. ISBN: 978-605-395-394-4; 2010.

9. Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O ve Gürbüz, F. *Araştırma ve Deneme Metotları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara; 1987.
10. Milliken GA, Johnson DE. *Analysis of Messy Data. Designed Experiments Vol I*, Chapman ve Hall, New York;1992
11. Soysal Mİ. *Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları)*. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:95, Ders Notu No:64, Tekirdağ;2000.
12. Kesici T. Kocabaş Z. *Biyoistatistik*. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi. Yayın No:94., sf: 159-161; 2007.
13. Montgomery DC. *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley Sons Publishing, 656, United States; 2008.
14. Duncan DB. *Multiple Range and Multiple F Tests*. *Biometrics*, 11, 1-42; 1955.
15. May JM. *Extended and Corrected Tables of the Upper Percentage Points of the Studentized Range*. *Biometrika* 39, 192-193; 1952.
16. Özdamar K. *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler)*. Kaan Kitabevi, 528s, Eskişehir; 2004.
17. Kuehl RO. *Design of Experiment: Principles of Research Design and Analysis*. Dugsbury, Pasifig Grove; 2000.

BÖLÜM 5

Tesadüf Blokları Deneme Planı

Aziz ŞAHİN¹

GİRİŞ

Tesadüf blokları deneme planı, deneme ünitelerinin önce homojen bloklara ayrıldığı ve sonrasında uygulamaların (veya muamelelerin) bu bloklardaki birimlere rastgele atıldığı bir deney tasarımıdır. Bu plan, deney birimlerini bloklara ayırmak gerektiğinde yani ortamda bir heterojenlik kaynağı olduğu durumlarda tercih edilir. Bloklama, karşılaştırmaların doğruluğunu artırmak için kullanılan önemli bir deneme tekniğidir (1, 2).

Bu tasarımda, deney birimleri “blok” adı verilen gruplara ayrılır ve her blok içinde uygulamalar rastgele atanır. Tüm uygulamaların her blokta en az bir kez yer almasıyla deneme planı tamamlanır (2, 3, 4, 5).

Bu deneme deseninin uygulanmasıyla ilgili bazı örnekler incelendiğinde; kimyasal bir süreçte, aynı partiden ham maddeler daha homojen olabileceği için her parti bir blok olarak değerlendirilebilir.

Denemenin birden fazla günde yapılması durumunda “gün”, farklı operatörlerin kullanılması halinde “operatör”, farklı kumaşlarla çalışıldığında “kumaş türleri” ya da farklı fırınlar kullanıldığında “fırın” blok faktörü olarak seçilebilir (2). Farklı fabrikalarda veya makinelerde üretilen rulmanlar için “fabrika” veya “makine”, bir araştırma farklı kişilerce yürütülüyorsa “araştırmacılar” blok faktörü olarak ele alınabilir (2-4). Farklı öğretim yöntemlerinin akademik performans üzerindeki etkisini test etmek için tasarlanmış bir deneyi ele aldığımızda, araştırmacı öncelikle öğretim yöntemlerinin etkisiyle ilgilenirse de akademik performans öğrenci IQ’sundan etkilenecektir. Söz konusu bu örnekte öğretim yöntemi blok olarak ele alınabilir (6). Aynı şekilde, hammadde partileri, operatörler, vardiyalar, zaman dilimleri (gün, ay, yıl) blok olarak ifade edilebilir (3,4,5).

Tesadüf Blokları deneme planında, hata kareler toplamı içerisinde blok kareler toplamının çıkarılması, hata kareler toplamının azalmasına neden olur. Bu deneme planında

¹ Prof. Dr. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik AD., aziz.sahin@ahievran.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-0454-3830

ÇALIŞMA SORUSU

Soru 1.

Tablo (7)'de, 2024 yılı Ocak, Mayıs, Temmuz ve Ekim aylarında haftanın farklı günleri içerisinde Özel bir laboratuvarında analiz edilen süt örneklerinde belirlenen laktoz içeriği yer almaktadır.

Aylar	Günler (bloklar)				
	I	II	III	IV	V
Ocak	4,08	4,84	4,68	3,97	4,52
Mayıs	5,03	4,77	5,03	4,53	3,89
Temmuz	3,28	4,64	4,53	4,46	4,85
Ekim	5,17	5,07	4,13	4,77	4,38

- Süt örneklerinin işletmelerden toplandığı ayların süt laktoz içeriği üzerine etkisinin olup olmadığını %5 ve %1 önem seviyesinde test ediniz?
- Çiğ süt örneklerinin laboratuvara getirildikleri günlerin (blokların) süt laktoz içeriği üzerine etkisinin olup olmadığını %5 ve %1 önem seviyesinde test ediniz?

KAYNAKLAR

- Yıldız N. Bircan H. *Araştırma ve Deneme Metodları*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Yayın No: 697; 2003.
- Montgomery DC. *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, ABD, Eighth Edition Arizona State University; 2017.
- Salinas Ruíz, J. Montesinos López OA. Crossa J. *Randomized Complete Block Design*. In: *Introduction to Experimental Designs with PROC GLIMMIX of SAS*, 2024 Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-65575-3_4 [Accessed Date: 10/12/2024].
- Domangue RJ. *The Basics of Statistical Design and Analysis of Experiments*. Department of Mathematics and Statistics James Madison University, June 23; 2015
- Oehlert GW. *A First Course in Design and Analysis of Experiments*. New York: W.H. Freeman and Company; 2000.
- Berman HB. "Randomized Block Experiment With Excel", [online] Available at: <https://stattrek.com/anova/randomized-block/excel-example> URL [Accessed Date: 10/27/2024].
- Efe E. Bek Y. Şahin M. *SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayın No:10, 214, Kahramanmaraş, Türkiye; 2000.
- Şahin A. Tesadüf Blokları Deneme Planı, ANOVA, 2024.sav DATASET IBM SPSS Statistics.

BÖLÜM 6

Latin Karesi Deneme Planı

Samet Hasan ABACI¹

GİRİŞ

Latin karesi deneme planı, deneysel araştırmalarda özellikle araştırılan muamele etkisi dışında farklı iki yönden heterojenlik kaynağı olan ve bu heterojenlik kaynaklarını kontrol altına almak için kullanılması uygun olan istatistiksel bir düzenlemedir. Bu deneme planı özellikle deneysel birimlerin kendi aralarında etkileşimlerinin (interaksiyonlarının) olmadığı durumlarda kullanılması uygun olan bir yöntemdir (1). Araştırmalarda muamele etkisinin dışında iki yönlü bir heterojenlik kaynağı olduğu tespit edildiğinde iki yönden bloklayarak Latin karesi deneme desenine göre planlama yapılmalıdır. Bu bloklamalar incelenen etkiye dik olarak yatay eksenler sıra/satır ve dikey eksenler sütun/kolon olarak ifade edilir. Her bir muamelenin bir sırada ve sütunda sadece bir defa uygulanması gerekmektedir. Dolayısıyla sıra, sütun ve muamele etkileri birbirinden bağımsız olmaktadır. Bu durum Latin karesi deneme planının en önemli kısıtlarından birisi olup sıra, sütun ve muamele sayısı birbirine eşit olmak zorundadır. Bu nedenle araştırmacılar tarafından muamele sayısının 5 ile 12 arasında olması önerilmekte olup 4x4 ya da daha küçük deneme planının kurulması hatanın serbestlik derecesi düşük ya da sıfıra yaklaşacağından araştırmacılar tarafından önerilmemektedir (1).

Latin karesi deneme planıyla ilgili bazı örnekler incelendiğinde özellikle hayvan besleme denemelerinde, farklı yemlerin gerçek besin değerlerini karşılaştırmak için hayvanların sindirim sistemlerine kanül açılması gerekmektedir. Ancak aynı yaşta ve ırkta hayvanlar bulmak zor olabileceği gibi aynı ırklarla çalışmak daha sonra yapılacak denemeler için kanül ile çalışma açısından maliyetli olabilir. Bu durumda, hayvanların yaş ve ırklarına göre bloklayarak heterojenlik etkilerini gidermek ve farklı yemlerin gerçek besin değerlerini hesaplamak bu şekilde mümkündür. Benzer şekilde, bir mühendislik laboratuvarında bir makinenin performansı üzerine farklı yakıt türlerinin (yüksek oktanlı, düşük oktanlı, alternatif yakıtlar) etkisini incelemek istiyorsak, farklı türdeki motorlarda

¹ Doç.Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik AD.,samet.abaci@omu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1341-4056

KAYNAKLAR

1. Bek, Y., Efe, E. 1989. Araştırma ve Deneme Metotları I. ukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:71, Adana, Türkiye.
2. nder H, Abacı SH. 2020. Araştırma ve Deneme Metotları Dersinde Başarıyı Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. BSJ Pub Soc Sci, 3(1): 5-9.
3. Efe, E., Bek, Y., şahin, M. 2000. SPSS'te zmleri ile İstatistik Yöntemler II. Kahramanmaraş Stc İmam Üniversitesi Rektörlüğü Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayın No:10, 214, Kahramanmaraş, Türkiye.

BÖLÜM 7

Bölünmüş Parseller Deneme Desenleri

Şenol ÇELİK¹

GİRİŞ

Rasgele blok planlamasında, bloklar içinde denemelerin sırasını tamamen rasgeleleştirme imkanı yoksa, yaygın olarak kullanılan yöntem **bölünmüş parseller planlaması** (split block design) olarak adlandırılır (1).

Genel olarak ziraat alanında bazı denemelerde örneğin; ekim sistemleri, sürüm şekilleri veya sulama yöntemleri gibi bazı muamelelerin (grupların) küçük parsellerde uygulaması pratik açıdan zordur. Bu gibi uygulamalar için daha büyük parsellere ihtiyaç duyulur. Bu probleme bir çözüm getirmek isteyen istatistikçiler, uygulaması daha geniş parsel gerektiren muameleyi geniş parsellere (Ana Parsellere), diğer muameleyi ise daha küçük olan ve bu geniş parseller içerisinde yer alan parsellere (Alt Parseller) yerleştirmek suretiyle bir deneme planı geliştirmişlerdir. Ancak böyle durumda, bütün faktör kombinasyonlarının tamamıyla rasgele dağıtılması mümkün olmaz (2).

Yates (3) tarafından önerilen bölünmüş-parseller tasarımında (split-plot design) ana parsel (whole-plot) ve alt parsel (split-plot) denilen iki farklı deney birimi vardır. Alt parseller, ana parsellerin bölünmesiyle elde edildiği için, ana parsellerin içinde yuvarlanmış biçimde bulunurlar. A ve B gibi iki faktörün etkisi aynı anda karşılaştırılmak istendiğinde, A faktörü ana parsellere, B faktörü ise alt parsellere rasgele olarak uygulanabiliyorsa A faktörü ana parsel faktörü ve B faktörü de alt parsel faktörü olarak adlandırılır. Dolayısıyla, bölünmüş parseller deneme tertibinde ana parsel hatası ve alt parsel hatası denilen iki farklı hata terimi vardır (4).

Faktör sayısı fazla olduğunda bölünmüş parseller tekniğinde ana faktörün doğruluk derecesinden biraz taviz verilerek ikinci faktörün incelenmesine olanak sağlanır. Diğer bir deyişle bölünmüş parseller deneme tekniğinde bir tür faktöriyel düzenlemedir. Ancak

¹ Doç.Dr., Bingöl Üniversitesi, Biyometri ve Genetik AD., senolcelik@bingol.edu.tr,
ORCID iD: 0000-0001-5894-8986

Tablo 11: Elektrik gerecinin yaşam testi verileri için bölünmüş parseller tertibi

Blok	Fırında kalma süresi (Dakika)	Fırın sıcaklığı (°F)			
		580	600	620	640
I	5	184	194	208	220
	10	162	149	206	204
	15	228	199	202	128
II	5	236	164	226	158
	10	176	166	185	188
	15	148	139	201	203
III	5	183	186	139	252
	10	169	203	166	190
	15	137	131	159	180

Bu sorunun çözümü okuyucuya bırakılmıştır.

SONUÇ

Bu bölümde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseni anlatılmıştır. Özellikle tarımda ve diğer alanlarda geniş uygulama yeri olan bölünmüş parseller denemesi hakkında genel bilgiler verilmiştir. Yöntemin varyasyon kaynakları hakkında da açıklamalar yapılmış ve hesaplamaları gösterilmiştir. Konu hakkında örnek bir veri seti üzerinde bir uygulama yapılmıştır. Uygulamanın hem elle analitik çözümü detaylı bir şekilde anlatılmış hem de SPSS istatistiksel paket programı ile de çözümü yapılmıştır. Bu düşünce sayesinde konu hakkında araştırma yapacak araştırmacılara kolaylık sağlayacak ve rehber olacaktır. Ayrıca istatistik bölümü ve diğer fakültelerin çeşitli bölümlerinde istatistikle ilgili dersleri alan lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencilerine de teorik ve uygulama yönünden faydalı olabilecek bir çalışma özelliğine sahiptir.

KAYNAKLAR

1. Olmuş, H., Oral Erbaş, S., Nazman, E. *Araştırmacılar İçin SPSS Uygulamalı İstatistiksel Deney Tasarımı*. Gazi Kitabevi, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:543, ISBN:978-605-344-581-4, Ankara; 2017.
2. Şahinler, S. 2010. *Bölünmüş Parseller Deneme Planı*. <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/honder/66890/Bolunmus%20parseller.pdf>
3. Yates F. *Design and analysis of factorial experiments*. Tech. Comm. No: 35 (Imperial Bureau of Soil Science, London); 1937.

4. Şenoğlu B. Acıtaş Ş. 2010. *İstatistiksel Deney Tasarımı Sabit Etkili Modeller*. Nobel Yayıncılık, Sayfa sayısı:390, ISBN:978-605-133-043-3, Ankara; 2010.
5. Soysal M.İ. Gürcan EK. *MİNİTAB ve SPSS Yazılımı ile İstatistiksel Analizler*. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Tekirdağ; 2012.
6. Düzgüneş O. Kesici T. Kavuncu O. Gürbüz F. *Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II)*. Ankara Üniversitesi, Ziraat fakültesi Yayınları:1021, Ders Kitabı: 295; 1987.
7. Kocabaş Z. Özkan MM. Yıldız MA. *Araştırma ve Deneme Metodları*. Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/142078/mod_resource/content/0/10_hafta_tesaduf_bloklarında_bölünmüş_parseller_deneme_düzeni.pdf
8. Yurtsever N. *Deneyel İstatistik Metotlar*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları; 1984.
9. Montgomery DC. *The design and analysis of experiments (5th edition)*. John Wiley: New York ; 2001.
10. Karadavut U. *Bölünmüş Parseller Deneme Desenleri (Tarımsal Alanda SPSS, MINITAB, SAS ve JMP Uygulamaları)*. Zet Yayınları, Ankara; 2019.
11. TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu. Çevre ve Enerji. Belediyelerde deşarj edilen kişi başı günlük atıksu miktarı (litre/kişi-gün). <https://cip.tuik.gov.tr/?il=42> ; 2024.
12. Mendeş M. *Uygulamalı Bilimler İçin İstatistik ve Araştırma Yöntemleri*. Kriter Yayınevi, İstanbul. ISBN: 978-605-5863-99-9 ; 2013.
13. Ada R. *Farklı zamanlarda ve teknikle hasat edilen şeker pancarında (Beta vulgaris saccharifera L.) silolama süresinin verim ve kalite üzerine etkisi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya; 2010.
13. Wortham AW. Smith TE. *Practical statistics in experimental design*. Dallas: Dallas Publishing House; 1960.
14. Hicks CR. *Deney Düzenlemede İstatistiksel Yöntemler*. Çevirenler: Muluk, Z., Toktamış, Karaağaoğlu, E., Kurt, S. Gazi Kitabevi. Sayfa sayısı: 363. ISBN: 978-605-5804-23-7, Ankara; 2009.

BÖLÜM 8

Faktöriyel Denemeler

Melis ÇELİK GÜNEY¹

GİRİŞ

Faktöriyel denemeler, her biri farklı olası değerlere/seviyelere sahip iki veya daha fazla faktörden oluşan ve deney birimlerinin tüm faktörler boyunca bu seviyelerin tüm olası kombinasyonlarının (etkileşimlerinin) yer aldığı denemelerdir (1).

Faktöriyel denemeler, her defasında bir faktörün etkisini araştıran tasarımlarla karşılaştırıldığında zaman ve para tasarrufu bakımından daha avantajlıdır (2,3). Bir diğer avantajı ise faktörler arasındaki etkileşim(ler)in araştırılmasıdır.

Faktöriyel denemelerde faktörler, seviyeler ve seviyelerin kombinasyonları bulunmaktadır. Faktörlerin seviye sayıları eşit ise S^k tane kombinasyon oluşmaktadır (S: seviye sayısı, k: faktör sayısı) (4). Örneğin A ve B faktörlerin, sırasıyla a_1, a_2 ve b_1, b_2 şeklinde ikişer seviyenin olduğu bir faktöriyel denemede $a_1b_1, a_1b_2, a_2b_1, a_2b_2$ olmak üzere $2^2 = 4$ tane kombinasyon oluşacaktır.

Tesadüf parselleri, tesadüf blokları, latin kare gibi tüm deneme planları faktöriyel olarak düzenlenebilmektedir (5).

Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Denemeler

Tesadüf parsellerinde 2^2 faktöriyel denemenin matematiksel modeli Eşitlik (1) ile verilmiştir (6).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk} \quad i = 1, \dots, a \quad j = 1, \dots, b \quad k = 1, \dots, r \quad (1)$$

Burada Y_{ijk} A faktörünün i. ve B faktörünün j. seviyesindeki k. gözlem değerini, μ popülasyon ortalamasını, α_i A faktörünün i. seviye etkisini, β_j B faktörünün j. seviye etkisini, $(\alpha\beta)_{ij}$ A faktörünün i. seviye etkisi ile B faktörünün j. seviyesinin interaksiyon (ortak) etkisini, e_{ijk} hata terimini göstermektedir (7).

¹ Arş.Gör.Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, celikm@cu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6825-6884

KAYNAKLAR

1. Yisa Y. Design and analysis of 2^3 factorial experiments of variables affecting students' academic performance. *Journal of Research in National Development*. 2010; 8(2). doi:10.4314/jorind.v8i2.66843
2. Şenoğlu B, Acıtaş Ş. İstatistiksel deney tasarımı: sabit etkili modeller. Ankara: Nobel Yayınları; 2010.
3. Karşlıoğlu Z. Fire analizinde deney tasarımı. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Üretim Bilim Dalı, Doktora tezi, İstanbul; 2013.
4. Şahinler S. Faktöriyel denemeler. 2024. (11/07/2024 tarihinde <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/honder/66890/Faktöriyel%20denemeler.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
5. Efe E, Bek Y, Şahin M. SPSS'te çözümleri ile istatistik yöntemler II. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Rektörlüğü, Bilgisayar Araştırma Ve Uygulama Merkezi (BAUM), Yayın No:10; 2000.
6. Hick CR. Deney düzenlemede istatistiksel yöntemler, (Zehra MULUK, Öviz TOKTAMIŞ, Serdar KURT, Ergun KARAAĞAOĞLU, Çev. Ed.) Akademi Matbaası; 1985.
7. Çakır M, Koşkan Ö. Alt gruplarda gözlem adetleri eşit olan faktöriyel denemelerde tip 1, tip 2, tip 3 kareler toplamı tiplerinin testin gücü bakımından karşılaştırılması. *Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2021; 16(2): 130-138.
8. OMÜ (Ondokuz Mayıs Üniversitesi). 2^k ve 3^k faktöriyel tasarımlar (Bölüm VII) 2024. (10/07/2024 tarihinde <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/yoner/108870/12Hafta.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
9. Montgomery DC. Design and analysis of experiments. New York: John Wiley & Sons, Inc.

BÖLÜM 9

Kovaryans Analizleri

Ali Murat TATAR¹

GİRİŞ

İstatistik analizlerin temel hedefi, incelenen olayın hangi faktörlere bağlı olduğunu ve bu faktörlerin olay üzerindeki etkisini en iyi şekilde ortaya çıkarmaktır. Varyans analizi, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini açıklamak amacıyla kullanılır. Ancak, bu açıklayıcı değişkenlerin yanı sıra, bağımlı değişkeni etkileyebilecek başka faktörler de olabilmektedir. Araştırmanın kapsamı dışında kalan bu mevcut faktörler, hem hata payını artırabilir hem de analiz sonuçlarını etkileyebilir.

Varyans analizi (ANOVA), bir örnek içinde ne kadar varyasyon olduğunu karşılaştırarak bağımsız grupların ortalamaları arasında fark olup olmadığını test ederken, doğrusal regresyon, en az iki nicel değişken arasındaki ilişkiyi incelememizi sağlar. Kovaryans analizi (ANCOVA), ANOVA ve regresyon kavramlarını harmanlayan genel bir doğrusal modeldir (1,2,3).

ANCOVA tekniği, bir bağımlı değişkenin ortalamalarının, kategorik bir bağımsız değişkenin, genellikle bir deneyde kontrol edilen bir muamelenin veya başka bir faktör değişkeninin seviyeleri arasında eşit olup olmadığını değerlendirir (4). ANCOVA'yı, bir ANOVA analizine sürekli bir ortak değişken eklediğimiz bir uygulama olarak düşünebiliriz. Bu ortak değişkenler genellikle bir deneyin manipülasyonunun bir parçası değildir, ancak bağımlı değişken üzerinde bir etkiye sahip olabilirler. ANCOVA'da, ortak değişken bir regresyon denkleminde olduğu gibi ele alınabilir.

Varyans analizi tekniğinde deneme hatasını küçültmenin veya kontrol altında tutmanın en önemli şartı deneme materyalinin homojen seçilmesidir. Yeterli miktarda homojen deneme materyali bulunmadığı durumlarda deney üniteleri kendi içinde homojen gruplara ayrılır. Bu gruplara blok adı verilir (5). Örneğin A, B, C gibi üç farklı barınma şeklinin süt verimine etkisi araştırılmak istendiğinde öncelikle süt verimine etki edebileceği dü-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü, tatar@dicle.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-4993-2779

KAYNAKLAR

1. Huitema BE. *The Analysis of Covariance and Alternatives: Statistical Methods for Experiments, Quasi Experiments, and Single Case Studies*. 2nd ed. 2011.
2. Milliken GA, Johnson DA. *Analyses of Messy Data, Analysis of Covariance*. Volume III. NY: A CRC Press. 2002.
3. Çayır Ervural B. Varyans Analizi (Anova) ve Kovaryans Analizi (Ancova) ile Deney Tasarımı: Bir Gıda İşletmesinin Tedarik Süresine Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2020; 7(2), 923-941.
4. Keskin S. *İstatistik Ders Notları*. YYY Tıp Fakültesi Biyoistatistik ABD. 2020.
5. Gören B. *Kovaryans Analizi ve Bir Uygulama*. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 1997.
6. Bek Y, Efe E. *Araştırma ve Deneme Metodları*. Adana: Ç.Ü. Ziraat Fakültesi yayınları. 1988.
7. Mercan C, Erilli N. Doğrusal Olmayan Kovaryans Analizi Modelleri ile Sosyal Güvenlik Verileri Üzerine Uygulama. *Kırklareli Üniv. İktisadi ve İdari Bil. Fak. Dergisi*. 2020; 5(2), 315-331.
8. Yıldız N, Bircan H. *Araştırma ve Deneme Metodları*. Erzurum: Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları. 1991; 697, 201-214.
9. Rutherford A. *ANOVA and ANCOVA: a GLM approach*. 2nd ed. Sage. London. 2001; p.105.
10. Tabachnick BG, Fidell LS. *Using Multivariate Statistics*. 6nd ed. Sage: Konya: Atlas Akademik Basım Yayın Dağıtım TİC. LTD. ŞTİ. Çeviri Editörü: Prof. Dr. Mustafa BALOĞLU. 2020.
11. Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, vd. *Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II)*. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları. 1987; 1021, 229-244.
12. Kılıç S. Kovaryans Analizi. *Journal of Mood Disorders*. 2017; 7(1), 73-78. doi:10.5455/jmo-od.20161230045344.
13. Karagöz Y. *Biyoistatistik*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. 2014.
14. Brooks DG. *Analysis of covariance: A Method for Handling Concomitant Variables*. Master's thesis. Colorado: 1973. Erişim tarihi: 14.07.2024. https://repository.mines.edu/bitstream/handle/11124/175779/Brooks_10781859.pdf
15. Garson GD. *GLM Univariate, ANOVA, and ANCOVA*. ABD: Statistical Associates Publishing; 2013.
16. Cochran WG. Analysis of covariance: Its nature and uses. *Biometrics*.1957; 13, 261-281. doi:10.2307/2527916, <https://www.jstor.org/stable/2527916>

BÖLÜM 10

Tekrarlı Ölçümler Deneme Deseni

Burcu MESTAV¹

GİRİŞ

Uygulamalı bilimlerde yapılan birçok çalışma, herhangi bir değişken bakımından aynı gözlem birimlerin farklı zaman noktalarındaki ya da muamele biçimlerindeki gözlem değerleri arasındaki farklılığın araştırması üzerine planlanır ve deneme bu plan üzerine kurulur. Her bir gözlem biriminin (kişi, mağaza, makine, ağaç, hayvan vb.) belli bir zaman içinde bir ya da birkaç muameleden birden fazla kaydedilmiş yanıtı sahip olduğu bu araştırma planına tekrarlı ölçümler deneme deseni denir. İki tekrarlı (bağımlı/eş yapma t-test) deneme deseninin genişletilmiş bir hali olan bu deneme deseni, tekrar ölçüm sayısı ikiden daha fazla olduğunda kullanılmaktadır (1).

Tekrarlı ölçümler deneme deseni geçmeden önce tekrar (tekerrür, replicate) ile tekrarlı (repetitive) kavramları arasındaki farkı belirtmekte fayda vardır. Tekrar kavramı gözlem birimin çoğaltılmasını ifade ederken tekrarlı kavramı aynı gözlem birimi üzerinden birden fazla gözlem değerini kaydetmeyi vurgulamaktadır ve gözlem birimleri blok görevi görmektedir (2). Örneğin, otuz kadın (gözlem birimi), üç ilacın (A, B, C) kalp atış hızları üzerindeki etki süresini incelemek üzere bir çalışmaya katılmıştır. Kadınlar rastgele 10'ar kişilik üç gruba ayrılmış, aynı doz ve birer kez olmak kaydıyla 10'una A, 10'una B ve 10'una C ilacı verilmiştir. İlaç enjekte edildikten belli bir süre sonra kalp atış hızları kaydedilmiştir. Her doz için alınan 10 gözlem birimi (10 tekrar, 10 tekerrür) kendi içinde ve aralarında bağımsızdır (ilişkisizdir). Ya da herhangi bir ilacın 3 farklı dozunun etki süresi incelenmek istendiğinde de hasta grubu 3 farklı doz için 3 gruba ayrılabilir (1).

Bu deneme deseninin tekrarlı olabilmesi için deneme desenini yeniden düzenleyelim ve deneme desenini on kadın ve bir ilaç üzerine kuralım ancak bu defa her gözlem biriminden birden fazla ölçüm kaydı alalım. Böyle bir denemede on kadının ilaç verilmeden önceki, ilaç verildikten 2 dakika, 5 dakika ve 10 dakika sonraki kalp atış hızları olmak

¹ Doç.Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü, burcumestav@comu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-0864-5279

Soru 2.

Dokuz öğrenci üç farklı dersten her biri ikişer sınav olmaktadır. Sınavdan aldıkları puanlar aşağıdaki gibidir. Uygun deneme desenine göre bireylerin aldıkları puanları karşılaştırın.

Ders	Ders ₁		Ders ₂		Ders ₃	
Test	Test ₁	Test ₂	Test ₁	Test ₂	Test ₁	Test ₂
Öğrenci ₁	69	71	88	92	51	49
Öğrenci ₂	75	80	90	85	65	71
Öğrenci ₃	46	77	91	95	57	63

Kısaltma	Açıklama
	Genel Kareler Toplamı
	Muameleler arası Kareler Toplamı
	Hata Kareler Toplamı
	Gözlem Birimleri Arası Kareler Toplamı
	A muamelesine ait Kareler Toplamı
	Düzeltilme Katsayısı
	Muameleler arası Kareler Ortalaması
	Hata Kareler Ortalaması
	Gözlem Birimleri Arası Kareler Ortalaması
	A muamelesine ait Kareler Ortalaması

KAYNAKLAR

1. Kutner MH, Nachtsheim CJ, Neter J, Li W. *Applied Linear Statistical Models*. 5th ed. NY: McGraw-Hill; 2005.
2. Öztürk F. İST 306 İstatistiksel deney tasarımı ders notları: 12. Tekralı Ölçümler Tasarımı.
3. Öner L, Alpar R. Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi. *FABAD Farm. Bil. Der.* 1990; 15: 113-119.
4. Boynton GM. *Introduction to Statistics and Data Analysis*. Available from: https://courses.washington.edu/psy524a/_book/index.html (Accessed July 29, 2024)
5. Fein EC, Gilmour J, Machin T, Hendry L. *Statistics for Reseach Student. University of Sothern Queensland Toowoomba*. <https://usq.pressbooks.pub/statisticsforresearchstudents/>
6. Mendeş M. *Uygulamalı Bilimler için İstatistik ve Araştırma Yöntemleri*. Kriter Yayınevi; 2013.
7. Mauchly, JW. Significance Test for sphericity of a normal n-variate distribution. *The Annals of Mathematical Statistics*. 1940; 11(2), 204–20. doi:10.1214/aoms/1177731915
8. Huynh H, Feldt LS. Estimation of the box correction for degrees of freedom from sample data in randomized block and split-plot designs. *J Educ Behav Stat*. 1976;1(1):69–82. doi: 10.3102/10769986001001069.

9. Greenhouse SW, Geisser S. On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*. 1959; **24**(2): 95–112. doi: 10.1007/BF02289823.
10. Bland, JM, Altman, DG. Statistics notes: Multiple significance tests: the Bonferroni method. *BMJ*. 1995; 310(6973), 170. doi: 10.1136/bmj.310.6973.170
11. Maxwell, E, Harold D, Ken K. *Designing Experiments and Analyzing Data: A Model Comparison Perspective*. Routledge; 2017.
12. Mangiafico, SS. *Summary and Analysis of Extension Program Evaluation in R, version 1.20.07, revised 2024*. Available from: rcompanion.org/documents/RHandbookProgramEvaluation.pdf; 2016.
13. Maxwell, S, Harold D, KenK. *AMCP: A Model Comparison Perspective*. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=AMCP>.
14. R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>
15. Mestav, 2024. **Mestav-B/Tekrarlı-mlerde-ANOVA**. 10.5281/zenodo.13613761

BÖLÜM 11

İÇ İÇE SINIFLANMIŞ DENEME PLANI

Emine BERBEROĞLU¹

GİRİŞ

İç içe sınıflama, araştırma ve deneme metotlarında, birden fazla faktörün bir arada değerlendirildiği karmaşık bir deneme planıdır. Karmaşık veri setlerini analiz etme ve çok faktörlü etkileşimleri anlama konusunda güçlü bir metodoloji sunar ve araştırmacılara, bilimsel sorulara derinlemesine yanıtlar bulma fırsatı verir. Bu yöntem, özellikle tarım, biyoloji ve psikoloji gibi alanlarda, farklı seviyelerdeki etkileşimleri anlamak için kullanılır.

Bu, her bir faktörün etkisinin yanı sıra, faktörler arası etkileşimlerin de detaylı bir şekilde analiz edilmesine olanak tanır. Örneğin, bir hastalığın tedavisinde uygulanan yöntemlerin (birinci faktör) hastaların (ikinci faktör) çeşitli organlarında (üçüncü faktör) nasıl etkileşime girdiğini incelemek için iç içe sınıflama kullanılabilir. İç içe sınıflamanın matematiksel modeli, genellikle gözlem değerleri, genel popülasyon ortalaması, faktör seviyelerinin etkileri ve tesadüfi hataları içeren bir denklem seti ile ifade edilir (Eşitlik 1) (1-3).

Denemenin matematiksel modeli Eşitlik 1'de verilmiştir.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Burada

$i=1, \dots, a$ (A faktörünün sayısı)

$j=1, \dots, b$ (B faktörünün sayısı)

$k=1, \dots, n$ (Tekerrür sayısı)

Y_{ijk} : A faktörünün i . seviyesi, B faktörünün j . seviyesindeki k . gözlem değeri,

μ : Popülasyon ortalaması,

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik AD., emine.berberoglu@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7318-2728

ÇALIŞMA SORUSU

Soru 1.

Tavşanlarda bir batısındaki yavru sayısından arındırılmış olarak doğum ağırlığına anaların etkilerini araştırmak üzere yapılan bir deneyde aşağıdaki veriler elde edilmiştir. Varyant analizini yapınız, bir batındaki yavru sayısının doğum ağırlığını etkileyip etkilemediğini gösteriniz (7).

Yavru Sayısı	7			6		5	
Analar	1	2	3	1	2	1	2
Döller ve Ağırlıkları	0,18	0,20	0,20	0,20	0,22	0,19	0,23
	0,21	0,19	0,23	0,23	0,24	0,26	0,23
	0,20	0,20	0,22	0,24	0,25	0,21	0,20
	0,19	0,23	0,20	0,21	0,20	0,20	0,22
	0,22	0,22	0,21	0,22	0,21	0,22	0,21
	0,23	0,17	0,18	0,20	0,23	-	-
	0,20	0,19	0,19	-	-	-	-

KAYNAKLAR

1. Sosyal Mİ. *Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları)*. Tekirdağ: Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları; 2000.
2. Bek Y. Efe E. *Araştırma ve Deneme Metodları I*. Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı; 1988
3. Minitab, LLC. (2024). Methods and formulas for Fully Nested ANOVA. <https://support.minitab.com/en-us/minitab/help-and-how-to/statistical-modeling/anova/how-to/fully-nested-anova/methods-and-formulas/methods-and-formulas/#f-with-random-factors> (Erişim Tarihi: 18.10.2024)
4. Yıldız N. Bircan H. *Araştırma ve Deneme Metodları (2. Baskı)*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları; 1994.
5. Efe E. Bek Y. Şahin M. *SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler*. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Rektörlüğü; 2000. https://baskent.edu.tr/~matemel/courses/deney_tasarimi.pdf (Erişim Tarihi: 20.09.2020)
6. InfluentialPoints: Statistics and Aphids, things that Bite and Suck. *How to Nested ANOVA*. https://influentialpoints.com/Training/nested_anova.htm (Accessed: 16th August 2024)
7. Düzgüneş O. Kesici T, Kavuncu O., ve ark. *Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II)*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları; 1987.