

R ile Veri Analizi ve Psikometri Uygulamaları

Burcu ATAR • Kübra ATALAY KABASAKAL
Elif Bengi ÜNSAL ÖZBERK • Eren Halil ÖZBERK
Nermin KIBRISLIOĞLU UYSAL

4. Baskı





Burcu ATAR - Kübra ATALAY KABASAKAL - Elif Bengi ÜNSAL ÖZBERK
Eren Halil ÖZBERK - Nermin KIBRISLIOĞLU UYSAL

R İLE VERİ ANALİZİ VE PSİKOMETRİ UYGULAMALARI

ISBN 978-605-241-714-0
DOI 10.14527/9786052417140

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2021, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. A.Ş.'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Bu kitap T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayınevidir**. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

1. Baskı: Aralık 2019, Ankara
4. Baskı: Haziran 2021, Ankara

Yayın-Proje: Özge Yüksek
Dizgi-Grafik Tasarım: Müge Çetin
Kapak Tasarımı: Pegem Akademi

Baskı: Vadi Grafik Tasarım ve Reklamcılık Ltd. Şti.
İvedik Org. San. 1420. Cad. No: 58/1
Yenimahalle/ANKARA
Tel: 0 312 395 85 71

Yayıncı Sertifika No: 36306
Matbaa Sertifika No: 47479

İletişim

Macun Mah. 204. Cad. No: 141/A-33 Yenimahalle/ANKARA
Yayınevi: 0312 430 67 50 - 430 67 51
Dağıtım: 0312 434 54 24 - 434 54 08
Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60
İnternet: www.pegem.net
E-ileti: pegem@pegem.net
WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

ÖN SÖZ

İstatistik, tüm bilim dalları ile etkileşim halindedir. Günümüzde istatistiksel analizler için kullanılan çok sayıda ticari yazılım bulunmaktadır. R, istatistiksel programlama, veri analizi ve grafiksel gösterim için kullanılan ve ticari bir amaç gütmeyen ücretsiz, açık kaynak kodlu bir yazılımdır. R programlama dili çok sayıda farklı programın yapabildiklerini tek başına bünyesinde barındırdığı için kullanıcı sayısı son yıllarda hızla artmaktadır.

R, biyoistatistikten ekonomiye, mühendislikten tıpa kadar çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. R'in kullanım yaygınlığına karşın ülkemizdeki kullanımı henüz istenilen düzeyde değildir. Bunun nedenlerinden biri de özellikle Türkçe başvuru kaynaklarının yok denecek kadar az olmasıdır. R ile ilgili mevcut Türkçe kitaplar sosyal bilimlerde veri analizi yöntemleri için yeterli değildir. Ayrıca sosyal bilimciler programlama dillerine aşina olmadıkları için R yazılım dilini kullanmaktan çekinmektedirler.

Bu kitap, R programlama dilini ayrıntı bir şekilde anlatmayı amaçlamaktadır. Kitap, R programlama dilinin Türkiye'de kullanımını arttırmak ve geleceğin programlama dillerinden birini Türkiye'deki araştırmacılara tanıtmak ve sosyal bilimcilere temel programlama mantığını açıklamak amacıyla hazırlanmıştır. Kitabın, R yazılımına ilgi duyan lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencileri, akademisyen ve uzmanlar için başlangıç ve ileri seviyede yararlı bir kaynak olduğu düşünülmektedir.

Kitaptaki konular hazırlanırken/yazılırken, okuyucuların R programlama dili geçmişi olmadığı varsayılmıştır. Kitabın hem R programlama dilini yeni öğrenmek isteyen hem de belirli bir paket programının imkânlarıyla kısıtlanmak istemeyen kullanıcılar için başvuru kaynağı olacağı düşünülmektedir.

Kitap üç ana kısımdan oluşacak şekilde tasarlanmıştır. İlk kısımda yazılımın temel yapısı üzerinde durulmuştur. Bu bölümde R programlama platformunun yüklenmesi, konsolun kullanımı, operatörler, veri türleri, veri yapıları, paketlerin kullanımı gibi konular pratik örneklerle açıklanmıştır. Bu kısımda kişisel tanımlı fonksiyonların oluşturulması, döngüler, basit ve ileri düzey grafikler ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Kitabın ikinci kısmında sosyal bilimlerde sık kullanılan betimsel ve vardamsal istatistik teknikleri, açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi ve yapısal eşitlik modelleri üzerinde durulmuştur. Üçüncü kısımda ise ölçme kuramlarından Klasik Test Kuramı ve Madde Tepki Kuramına değinilmiştir. Ayrıca bu kuramlara dayalı değişen madde fonksiyonu, test eşitleme, bireyselleştirilmiş bilgisayarlı test gibi ölçme uygulamaları analizleri açıklanmıştır.

Kitap yazarları olarak sıklıkla yaptığımız analizlerde paket programlarının tüm durumlara uygulanabilir olmaması bizleri R dilini öğrenme macerasına itti. Bu süreçte Hacettepe Üniversitesi Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme öğretim üyelerinden Prof. Dr. Selahattin GELBAL'ın R yazılımı ile ilgili derslerin Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme doktora programına eklenmesi gerektiğine yaptığı vurgu, bu kitabı yazma konusundaki motivasyonumuz oldu. Doktora programında bu derslerin açılma imkanını sunarak, kitapta yazılan kodları derslerde uygulamalı olarak kullanmamızı sağladığı için kendisine teşekkürlerimizi iletmek istiyoruz.

Bu kitap veri analizi ile ilgilenen herkese hitap etmektedir. Bu kitapta yer alan kodlar ile ilgili herhangi bir sorunuz, kitabın bundan sonraki baskıları için herhangi bir öneriniz olursa bunları bizimle paylaşmanızdan memnuniyet duyacağımızı belirtmek isteriz. Kitap ile ilgili her türlü soru ve önerinizi rverianalizi@gmail.com adresine e-posta olarak gönderebilirsiniz.

Hepinize keyifli kodlamalar diliyoruz.

Dr. Burcu ATAR

ORCID No: 0000-0003-3527-686X

Dr. Kübra ATALAY KABASAKAL

ORCID No: 0000-0002-3580-5568

Dr. Elif Bengi ÜNSAL ÖZBERK

ORCID No: 0000-0003-3605-3983

Dr. Eren Halil ÖZBERK

ORCID No: 0000-0003-2136-3081

Dr. Nermin KIBRISLIOĞLU UYSAL

ORCID No: 0000-0002-9592-469X

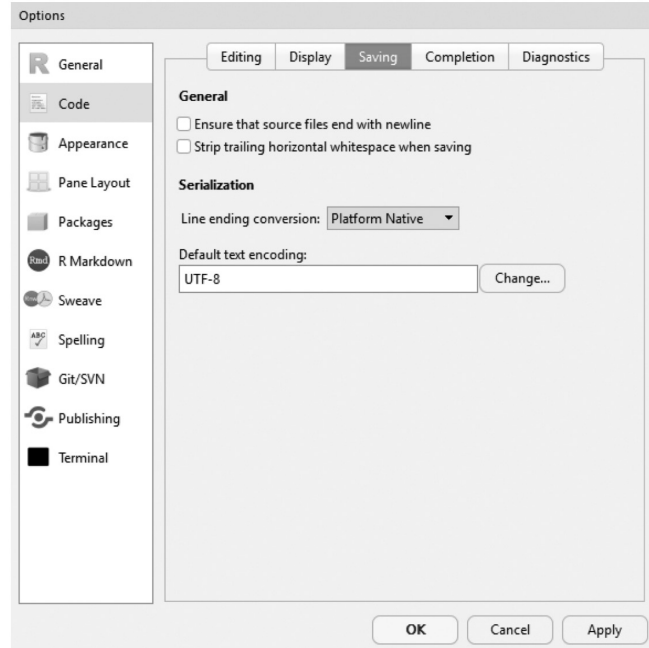
KİTAP HARİTASI

Kitap üç kısımdan oluşmaktadır. Kitabın “R YAZILIMINA GİRİŞ” başlıklı ilk kısmı 8, “SOSYAL BİLİMLERDE VERİ ANALİZİ” başlıklı ikinci kısmı 3, “ÖLÇME UYGULAMALARI” başlıklı üçüncü kısmı ise 3 bölümden oluşmaktadır. Kitabın ilk kısmı R yazılımı hakkında temel bilgiler sunmaktadır. Daha önce R yazılımında hiçbir işlem yapmamış ve herhangi bir yazılım kullanmamış kişilere hitap edecek şekilde yazılmıştır. Kitabın ikinci kısmı ise daha önce en az bir temel istatistik dersi almış ve analizlerini farklı programlarda yapmış kişilerin analizleri R’da yapabilmesini sağlayacak şekilde yazılmıştır. Üçüncü ve son kısım ise Ölçme ve Değerlendirme konusunda lisansüstü eğitime devam eden öğrenciler ve akademisyenlere hitap etmektedir.

Kitap komut satırları üzerine inşa edilmiştir. Kitapta yer alan komut satırları R’da RMarkdown uygulamasıyla yazılmıştır. Tüm komut satırlarını gri renkli bloklar halinde kitap içinde bulabilirsiniz. Gri renkli bloklarda # ile başlayan satırlar ilgili komutun işlevini açıklamaktadır. ## ile başlayan satırlar ise komutların, konsol çıktısını vermektedir. Aşağıdaki örnekte yer aldığı üzere uzun çıktılarda tüm satırlara yer verilmemiş “...” işareti konmuştur. Kitaba çalışırken, tüm komutları R komut dosyasına yazıp çalıştırmayı öneriyoruz. Bunun yanında kitapta her bir bölümün komut satırları kendi içinde bağlantılıdır. Bu nedenle bir bölümü çalışırken, ilk komut satırından son komut satırına kadar hepsini yazıp çalıştırmanız gerekmektedir. Bölüm ortasından aldığınız bir komutu yazdığınızda tek başına çalışmayacaktır.

```
set.seed(41)
birey <- rnorm(400, mean=0.500, sd=0.750)
birey
## [1] -0.095776253  0.647943154  1.251278241  1.466619045  1.179315060
## [6]  0.870250603  0.949464347 -0.684705255  1.250465496  2.141005761
## ...
```

Komut dosyalarınızı oluştururken Türkçe karakter kullanmayı tercih ederseniz, kaydettiğiniz dosyaları tekrar açtığınızda komutları düzgün göremeyebilirsiniz. Bunun önüne geçmek için RStudio tools menüsünden "Code" bölümünde yer alan "Saving" sekmesindeki "Default text encoding" kısmını UTF-8 olarak değiştirebilirsiniz. Aşağıda işlemin ekran görüntüsü yer almaktadır.



Ayrıca her bölüm sonunda o bölümle ilgili alıştırmalar bulunmaktadır. Alıştırma cevaplarının yer aldığı komut dosyaları ve kitapta kullanılan veriler <https://github.com/rverianalizi/Kitap> adresinde ilgili bölüm başlığı altında yer almaktadır. Kitapta kullanılan veri dosyalarının nasıl R ortamına aktarılacağı ile ilgili açıklamalar Bölüm 4'te bulunmaktadır. Belirtilen adreste yer alan dosyaları bilgisayarınıza indirerek, okutabileceğiniz gibi aynı bölümde yer alan "İnternet ortamından veri okutulması" başlığındaki açıklamalar ile doğrudan ilgili adresten de okutabilirsiniz. Bunun nasıl yapılacağı Bölüm 4'te yer alan "veri1.csv" dosyası üzerinden gösterilmiştir. İlk olarak "veri1.csv" dosyasının bulunduğu adresi açarak, "veri1.csv" dosyasının üzerine tıklamanız ve açılan pencereden aşağıda siyah kutucuğun içinde yer alan "Raw" sekmesini tıklamanız gerekmektedir.

The screenshot shows the GitHub repository page for 'veri1.csv'. The 'Raw' tab is selected, displaying the file content in a table format. The table has 6 columns: 'no', 'm_1', 'm_2', 'm_3', 'm_4', and 'm_5'. The data is as follows:

no	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
522	12	14	16	20	10
222	5	NA	20	10	10
454	5	10,2	6	4	10
567	10	20	NA	12,2	20

Sekmeye tıkladığınızda aşağıdaki web sayfası açılacaktır. Adres çubuğunda yer alan adresi kopyalarak, veriye uygun olan okuma fonksiyonlarından birini seçerek veriyi çalışma alanına kaydedebilirsiniz. Bu örnek için dosya içeriğini "veri1" nesnesine aktaran komut "read.csv("https://raw.githubusercontent.com/rverianalizi/Kitap/master/BOLUM4/veri1.csv")" şeklinde olacaktır.

The screenshot shows a web browser displaying the raw content of the 'veri1.csv' file. The address bar shows the URL: <https://raw.githubusercontent.com/rverianalizi/Kitap/master/BOLUM4/veri1.csv>. The content is displayed as a text file with the following data:

```
no,m_1,m_2,m_3,m_4,m_5
522,12,14,16,20,10
222,5,NA,20,10,10
454,5,"10,2",6,4,10
567,10,20,NA,"12,2",20
```

Kitapta gösterilen grafikler siyah-beyaz renktedir. Ancak kodları çalıştırdığınızda renkli hallerini elde edebileceksiniz. En çok renkli grafiğin kullandığı bölümler Bölüm 8 ve Bölüm 9'dur. Tüm grafiklerin renkli hallerini de her bir bölüm için belirtilen adreste bulabilirsiniz.

R YAZILIMINA GİRİŞ KISMI

R YAZILIMININ TEMELLERİ başlıklı 1. Bölümde R yazılımının tanıtımı, üstün yönleri ve sınırlılıkları, R'nin nasıl kurulacağı ve çalıştırılacağı, temel fonksiyonları, nesne oluşturma ve çevrimiçi kaynaklara ulaşma ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Bu bölümü bitirdikten sonra R'nin genel yapısını anlayarak basit işlemler yapabilirsiniz.

VERİ TÜRLERİ I başlıklı 2. Bölümde ise R'da yer alan tek tür veri içerebilen veri yapıları olan vektör, matris ve faktörler açıklanarak, her bir veri yapısının nasıl oluşturulduğu, eleman ekleme, silme ve aritmetik işlemler üzerinde durulmuştur. Bu bölümü bitirdikten sonra R'da tek boyutlu veri yapıları üzerinden gerçekleştirilebilecek tüm işlemleri yapabilirsiniz.

VERİ TÜRLERİ II başlıklı 3. Bölümde R'da yer alan farklı tür veri yapıları içerebilen listeler ve veri setleri üzerinde durulmuştur. Bu bölümde her iki veri türünün de nasıl oluşturulduğu, veriye değişken eklenmesi/çıkarılması ve ilgili yapılara uygulanabilecek fonksiyonlar üzerinde durulmuştur. Bu bölümü bitirdikten sonra başlangıç seviyesinde R bilgisine sahip olacaksınız.

VERİ OKUMA VE YAZMA başlıklı 4. Bölümde R'da oluşturulan verilerin dış ortama aktarılmasını ve dış ortamda bulunan verilerin R oturumuna aktarılması temel pakette yer alan fonksiyonlar ile açıklanmıştır. Bu bölümü bitirdikten sonra R'da oluşturduğunuz nesneleri dış ortama kaydedebilecek ve dış ortamda oluşturulan nesneleri R'a aktarabileceksiniz.

VERİ DÜZENLEME başlıklı 5. Bölümde R'da en sık kullanılan veri yapısı olan veri setlerinin farklı paketlerle oluşturulması ve bu yapılar üzerinde yapılabilecek işlemler örneklerle gösterilmiştir. Bu gösterimler sırasında ilgili paketlerin temel pakete göre üstün yanları ele alınmaya çalışılmıştır. Ek fonksiyon yazmadan veri yapısı içerisinde yapılabilecek işlemlere odaklanılmıştır. Bu bölümü bitirdikten sonra belirli bir veri setinden belirli değişkenlerin ve istenilen gözlemlerin seçimini yapmanın yanı sıra, veri setini istenilen özelliklere göre sıralama, özetleme gibi çok sayıda işlemi yapabilirsiniz.

FONKSİYONLAR VE DÖNGÜLER başlıklı 6. Bölümde fonksiyon yazımına neden gerek duyulduğu, fonksiyon yazmanın R temel paketindeki alternatifleri olan *apply()* fonksiyon ailesi, koşullu önermeler, koşullu ifadeler ve döngüler ayrıntılı açıklanmıştır. Bunun yanında bir fonksiyonun nasıl yazılacağı adım adım gösterilmiştir. Bu bölümü bitirdikten sonra kendi kişisel tanımlı fonksiyonlarınızı oluşturabilirsiniz.

TEMEL DÜZEY GRAFİKLER başlıklı 7. Bölümde sadece temel paketdeki kodlar kullanılarak grafik çizimi üzerinde durulmuştur. Grafiklerin özelleştirilmesi aşamasında renklendirme, eksenlere isim verme gibi birçok argümandan bahsedilmiştir. Ayrıca temel pakette yer alan histogram, saçılım, pasta, vb... grafik çeşitlerinin çizimi ile ilgili örnekler bulunmaktadır. Çizilen grafiklerin farklı dosya formatlarında nasıl kaydedileceği açıklanmıştır. Bu bölümü bitirdikten sonra verinizi özetleyebilecek basit grafikler çizdirebilirsiniz.

İLERİ DÜZEY GRAFİKLER başlıklı 8. Bölümde "lattice" ve "ggplot2" paketleri ile grafik çizimi üzerinde durulmuş, her iki paketin fonksiyon yazımı ve kullanım mantığı üzerine açıklamalar yapılmıştır. Bunun dışında uluslararası geniş ölçekli sınavların sonuçlarını göstermede faydalı olan Likert tipi maddelerin grafiklere aktarılmasına ilişkin örnekler verilmiştir. En son olarak da 3 boyutlu grafikler belirli paketler yardımıyla örneklendirilmiştir. Bu bölümü bitirdikten sonra verinizi özetleyebilecek ileri grafikler çizdirebilirsiniz.

SOSYAL BİLİMLERDE VERİ ANALİZİ

BETİMSSEL İSTATİSTİKLER VE HİPOTEZ TESTLERİ başlıklı 9. Bölümde betimsel istatistiklerin hesaplanması ve farklı gösterim yöntemleri; hipotez testi adımları ve varsayımları üzerinde durulmuştur. Bunun yanında t-testi, varyans, korelasyon ve regresyon analizi yöntemlerinden bahsedilmiş ve örnekler verilmiştir. Son kısımda ise elde edilen analiz sonuçlarının APA formatında nasıl tablolara aktarılacağından bahsedilmiştir. Bu bölümü bitirdikten sonra veriye ait betimsel istatistikleri gösterebilecek; hipotez testlerine ait varsayımları test edebileceksiniz. Ayrıca iki ve çok kategorili verilerde t-testi ve ANOVA analizi kullanarak ortalama karşılaştırıp yorum yapabileceksiniz. Bunun yanı sıra iki değişken arasındaki ilişkiyi hesaplayıp, regresyon denklemi oluşturabileceksiniz.

FAKTÖR ANALİZİ başlıklı 10. Bölümde veri indirgeme yöntemlerinden açıklayıcı faktör analizi, temel bileşenler analizi ve analizlere ilişkin varsayımlar üzerinde durulmuştur. Bunun yanı sıra ikili ve çoklu puanlanan veriler için faktör analizi yöntemlerinden bahsedilmiş ve örnekler verilmiştir. Ayrıca faktör/bileşen sayısının belirlenmesinde oldukça kullanışlı olan paralel analiz yöntemi açıklanmıştır. Bu bölümü bitirdikten sonra faktör analizine ilişkin varsayımları test edebilecek, verinize uygun yöntem ile faktör analizi gerçekleştirerek bulguları yorumlayabileceksiniz.

YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİ başlıklı 11. Bölümde yapısal eşitlik modellerine ilişkin temel kavramlar, varsayımlar ve yapısal eşitlik modellerinden yol analizi, doğrulayıcı faktör analizi ve çoklu grup doğrulayıcı faktör analizi üzerinde durulmuştur. Bunun yanında aracı değişkenler ve dolaylı etkiler; model uyumlarının karşılaştırılması ve modellere ilişkin yol diyagramlarının elde edilmesinden bahsedilmiş ve örnekler verilmiştir. Son kısımda ise ölçme değişmezliği açıklanmıştır. Bu bölümü bitirdikten sonra araştırma hipotezlerinize uygun olan modelleri tanımlayarak model uyumlarını test edebilecek, karşılaştırabilecek ve gerekli durumlarda aracı değişkenler ve dolaylı etkiler tanımlayabileceksiniz. Ayrıca tanımladığınız modellerin gruplar arasında değişmezliğini test edebileceksiniz.

ÖLÇME UYGULAMALARI

VERİ ÜRETİMİ başlıklı 12. Bölümde ilk olarak farklı olasılık dağılımlarına göre nasıl veri üretileceği, veri üretmenin neden gerekli olduğu açıklanmıştır. Daha sonra iki kategorili madde yanıtlarının üretilmesi için 1 parametrelili ve 2 parametrelili, çok kategorili madde yanıtlarının üretilmesi için ise aşamalı tepki modeline uygun veri üreten fonksiyonların yazımı adım adım açıklanmıştır. 2 parametrelili modele uygun veri üretme işleminin iteratif olarak yapılması, üretilen verilerin parametre kestirimi ve kestirime ilişkin hataların nasıl hesaplanacağı gösterilmiştir. Son olarak farklı koşullarda 2 parametrelili modele uygun veri üreterek üretilen verileri dış ortama aktaran, üretilen verilerden madde parametresi kestirimi yaparak kestirimin standart hatasını hesaplayan bir fonksiyon yazılmıştır. Bu bölümü bitirdikten sonra hem iki kategorili puanlanan maddeler hem de çok kategorili puanlanan madde tepki kuramı modellerine göre çeşitli koşullarda farklı sayıda tekrarlarla veriler üretebileceksiniz.

ÖLÇME KURAMLARI başlıklı 13. Bölümde Klasik Test Kuramına dayalı hesaplanan madde istatistiklerin R temel paket fonksiyonları ile formülleri üzerinden hesaplanma örnekleri ve paketler üzerinden nasıl hesaplanacağı açıklanmıştır. Bunun yanı sıra iki kategorili ve çok kategorili Madde Tepki Kuramı modellerine ilişkin parametrelerin ilgili paket fonksiyonları ile nasıl hesaplanacağı ve yorumlanacağı ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu bölümü bitirdikten sonra klasik test kuramına göre madde analizlerini hem komut yazarak hem de ilgili R paketini kullanarak gerçekleştirebileceksiniz. Ayrıca çeşitli madde tepki kuramı modelleri altında ilgili R paketleriyle madde ve birey parametrelerini kestirerek, analizlere ilişkin grafikleri alabileceksiniz.

ÖLÇME VE UYGULAMALARI başlıklı 14. Bölümde Klasik Test Kuramı ve Madde Test Tepki Kuramı'na dayalı test eşitleme, değişen madde fonksiyonu ve bireyselleştirilmiş bilgisayarlı test uygulamalarına yer verilmektedir. Bu uygulamalarda KTK'ya dayalı eşitleme yöntemleri hem kişisel tanımlı fonksiyonlar oluşturularak, hem de ilgili paketlerdeki fonksiyonlar kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. MTK'ya dayalı eşitleme, değişen madde fonksiyonu ve bireyselleştirilmiş bilgisayarlı test uygulamaları ise çeşitli paket fonksiyonlar üzerinden gösterilmiştir. Bu bölümü bitirdikten sonra ölçme uygulamalarında sıklıkla karşılaşılan analizleri ilgili R paketleri aracılığıyla gerçekleştirebileceksiniz.

BÖLÜMLER VE YAZARLARI

1. BÖLÜM: R Yazılımının Temelleri

Dr. Kübra ATALAY KABASAKAL, Hacettepe Üniversitesi
ORCID No: 0000-0002-3580-5568

2. BÖLÜM: Veri Türleri I

Dr. Kübra ATALAY KABASAKAL, Hacettepe Üniversitesi
ORCID No: 0000-0002-3580-5568

3. BÖLÜM: Veri Türleri II

Dr. Kübra ATALAY KABASAKAL, Hacettepe Üniversitesi
ORCID No: 0000-0002-3580-5568

4. BÖLÜM: Veri Okuma ve Yazma

Dr. Kübra ATALAY KABASAKAL, Hacettepe Üniversitesi
ORCID No: 0000-0002-3580-5568

5. BÖLÜM: Veri Düzenleme

Dr. Kübra ATALAY KABASAKAL, Hacettepe Üniversitesi
ORCID No: 0000-0002-3580-5568

6. BÖLÜM: Fonksiyonlar ve Döngüler

Dr. Elif Bengi ÜNSAL ÖZBERK, Trakya Üniversitesi
ORCID No: 0000-0003-3605-3983

7. BÖLÜM: Temel Düzey Grafikler

Dr. Eren Halil ÖZBERK, Trakya Üniversitesi
ORCID No: 0000-0003-2136-3081

8. BÖLÜM: İleri Düzey Grafikler

Dr. Eren Halil ÖZBERK, Trakya Üniversitesi
ORCID No: 0000-0003-2136-3081

9. BÖLÜM: Betimsel İstatistikler ve Hipotez Testleri

Dr. Elif Bengi ÜNSAL ÖZBERK, Trakya Üniversitesi
ORCID No: 0000-0003-3605-3983

10. BÖLÜM: Faktör Analizi

Dr. Nermin KIBRISLIOĞLU UYSAL, Hacettepe Üniversitesi
ORCID No: 0000-0002-9592-469X

11. BÖLÜM: Yapısal Eşitlik Modellemesi

Dr. Nermin KIBRISLIOĞLU UYSAL, Hacettepe Üniversitesi
ORCID No: 0000-0002-9592-469X

12. BÖLÜM: Veri Üretimi

Dr. Burcu ATAR, Hacettepe Üniversitesi
ORCID No: 0000-0003-3527-686X

13. BÖLÜM: Ölçme Kuramları

Dr. Burcu ATAR, Hacettepe Üniversitesi
ORCID No: 0000-0003-3527-686X

14. BÖLÜM: Ölçme ve Uygulamaları

Dr. Burcu ATAR, Hacettepe Üniversitesi
ORCID No: 0000-0003-3527-686X

İÇİNDEKİLER

Ön Söz.....	iii
Kitap Haritası	iv
R Yazılımına Giriş Kısmı	vi
Sosyal Bilimlerde Veri Analizi	vii
Ölçme Uygulamaları.....	vii

1. BÖLÜM R YAZILIMININ TEMELLERİ

1.1. R Nedir?	1
1.2. Neden R?	1
1.3. R Yazılımının Yüklenmesi ve Çalıştırılması	2
1.4. R ile İlgili Kaynaklar	4
1.5. R Temel Özellikleri ve Komutlar	4
1.6. R Çalışma Alanı	6
1.7. Komut Dosyası Kaydetme	8
1.8. R'da Nesne Sınıfları	8
1.9. Mantıksal Operatörler	11
1.10. Çalışma Dizini	11
1.11. R'ı Kapatma	12
1.12. Paket Yükleme	12
1.13. Fonksiyon Nedir?	14
1.14. Yardım Dosyaları	15
Alıştırmalar	17

2. BÖLÜM VERİ YAPILARI I

2.1. Vektörler	19
2.1.1. Vektör Uzunluğu ve Türleri	20
2.1.2. Vektör Elemanlarını Seçme	21
2.1.3. Vektörlerde Kullanılan Fonksiyonlar	24
2.1.4. Vektör Oluşturmanın Diğer Yolları	26
2.1.5. Vektör Aritmetiği.....	28
2.2. Faktörler	29
2.3. Matrisler	32
2.3.1. Matris Elemanlarını Seçme	37
2.3.2. Matris Aritmetiği	38
Alıştırmalar	41

3. BÖLÜM

VERİ YAPILARI II

3.1. Listeler	43
3.2. Veri Setleri	46
3.2.1. Veri Setlerinde Eleman Seçme	49
3.2.2. Veri Setlerinin Yapısını İnceleme	52
3.2.3. Veri Setlerinin İncelenmesi	55
3.2.4. Veri Setlerini Düzenleme	57
3.3. Diziler (Arrays)	59
3.4. Veri Yapıları Arasındaki Dönüşüm	59
Alıştırmalar	63

4. BÖLÜM

VERİ OKUMA VE YAZMA

4.1. VERİ OKUMA	65
4.1.1. scan() Fonksiyonu	66
4.1.2. read.*() Fonksiyonları	69
4.1.2.1. read.fwf() fonksiyonu	69
4.1.2.2. read.table() fonksiyonu	70
4.1.2.3. read.*() fonksiyonları	73
4.1.3. İnternet Ortamından Veri Okunması	75
4.1.4. readLines() Fonksiyonu	76
4.1.5. load() Fonksiyonu	77
4.1.6. data() Fonksiyonu	77
4.1.7. Diğer Veri Okuma Fonksiyonları	78
4.2. VERİ YAZMA	79
4.2.1. write.table() Fonksiyonu	79
4.2.2. write.csv() ve write.csv2() Fonksiyonları	81
4.2.3. cat() Fonksiyonu	83
4.2.4. writeLines() Fonksiyonu	83
4.2.5. sink() Fonksiyonu	84
4.2.6. dump() Fonksiyonu	85
4.2.7. dput() ve dget() Fonksiyonları	86
4.2.8. file() Fonksiyonları	86
Alıştırmalar	88

5. BÖLÜM

VERİ DÜZENLEME

5.1. "tibble" Paketi	92
5.1.1. "tibble" Veri Seti Oluşturma	93
5.1.2. "tibble" Veri Seti Dönüştürme	95
5.1.3. "tibble" ile "data.frame" Arasındaki Farklar	95

5.2. "dplyr" Paketiyle Veri Düzenlenmesi	98
5.2.1. select() Fonksiyonu	99
5.2.2. mutate() Fonksiyonu	102
5.2.3. filter() Fonksiyonu	104
5.2.4. arrange() Fonksiyonu	108
5.2.5. summarise() Fonksiyonu	110
5.2.6. "dplyr" Paketi Fonksiyon Kullanım Örnekleri	114
5.2.7. join() Fonksiyonları	116
5.3. "data.table" Paketi ile Veri Düzenlenmesi	121
5.3.1. "data.table" Yapısı İndisleri	126
5.3.2. SD Argümanı	130
5.3.3. := Argümanı	130
5.3.4. set* ve := Argümanları	132
5.3.5. fread() Fonksiyonu	135
Alıştırmalar	136

6. BÖLÜM

FONKSİYONLAR VE DÖNGÜLER

6.1. Temel Fonksiyon Yazımı	138
6.2. apply() Grubu Fonksiyonları	144
6.2.1. apply() Fonksiyonu	144
6.2.2. lapply() Fonksiyonu	146
6.2.3. sapply() Fonksiyonu	149
6.2.4. tapply() ve by() Fonksiyonları	151
6.3. Koşullu Önergeler	154
6.3.1. Mantıksal (Boolean) Operatörler	154
6.3.2. if() Durum Cümlesi	158
6.3.3. else() Durum Cümlesi	159
6.3.4. else if() Durum Cümlesi	160
6.3.5. ifelse() Durum Cümlesi	161
6.3.6. switch() Durum Cümlesi	162
6.4. Döngüler	164
6.4.1. for() Döngüsü	164
6.4.2. while() Döngüsü	167
6.4.3. repeat() Döngüsü	168
6.5. Fonksiyon Yazma Adımları	168
6.5.1. Fonksiyona Argüman Ekleme	174
6.5.2. Fonksiyona Mesaj Ekleme	176
6.5.3. Fonksiyonlarda Döngüler	176
Alıştırmalar	178

7. BÖLÜM

TEMEL DÜZEY GRAFİKLER

7.1. Basit Grafik Oluşturma	181
7.2. Grafik Parametreleri	186
7.2.1. Eksen İşlemleri	187
7.2.2. Veri Sembolleri ve Boyutları	188
7.2.3. Renklendirme	191
7.2.4. Çizgiler	193
7.2.5. Metin İşlemleri	199
7.3. Grafik Çeşitleri	203
7.3.1. Sütun (Çubuk) Grafiği	203
7.3.2. Pasta Grafiği	205
7.3.3. Histogram	206
7.3.4. Kutu Grafiği (BoxPlot)	206
7.3.5. Nokta Grafiği (Dot Plot)	207
7.3.6. Yoğunluk Grafiği (Density Plot)	208
7.4. Grafiklerin Birleştirilmesi	209
7.5. Grafiklerin Kaydedilmesi	212
7.5.1. Grafiklerde Döngü	213
Alıştırmalar	215

8. BÖLÜM

İLERİ DÜZEY GRAFİKLER

8.1. "lattice" Paketi	217
8.1.1. Koşullu Değişkenler	221
8.2. "ggplot2" Paketi	234
8.2.1. Düzey Değişkeni (Facet)	235
8.2.2. Gruplama Değişkeni	236
8.3. Grafik Paketlerinin Karşılaştırılması	237
8.4. Likert Tipi Ölçeklerin Grafikle Gösterimi	239
8.5. Üç Boyutlu Grafikler	242
Alıştırmalar	249

9. BÖLÜM

BETİMSSEL İSTATİSTİKLER VE HİPOTEZ TESTLERİ

9.1. Betimsel İstatistikler	251
9.2. Hipotez Testleri	261
9.2.1. Normalliğin Test Edilmesi	261
9.2.2. Hipotez Testine İlişkin Kavramlar	265
9.2.3. Altı Adımda Hipotez Testi	267
9.2.4. Güven Aralığı, Etki Büyüklüğü ve İstatistiksel Güç	268
9.3. t Testleri	274

9.3.1. Tek Örneklem t Testi	274
9.3.2. Bağımsız Örneklem t Testi	275
9.3.3. Bağımlı Örneklem t Testi	279
9.4. ANOVA	282
9.4.1. Tek Yönlü ANOVA	282
9.4.2. Faktöriyel ANOVA	286
9.5. Korelasyon	289
9.6. Regresyon	293
9.6.1. Basit Doğrusal Regresyon	293
9.7. Sonuçların APA Formatında Raporlanması	298
Alıştırmalar	298

10. BÖLÜM

AÇIMLAYICI FAKTÖR ANALİZİ

10.1. Temel Kavramlar	301
10.2. Varsayımlar	302
10.3. "psych" Paketi	304
10.3.1. Çoklu Bağlantı ve Tekillik	304
10.3.2. KMO ve Bartlett Testleri	304
10.3.3. fa() Fonksiyonu	306
10.3.3.1. İkili puanlanan veriler için AFA	308
10.3.3.2. Çoklu puanlanan veriler için AFA	313
10.3.4. pirinciple() Fonksiyonu	315
10.4. "nFactors" Paketi ile Paralel Analiz	316
Alıştırmalar	319

11. BÖLÜM

YAPISAL EŞİTLİK MODELLERİ

11.1. Temel Kavramlar	321
11.1.1. Terminoloji ve Gösterimler	321
11.1.2. Modelin Tanımlanması	322
11.1.3. Model Uyumu	322
11.1.4. Model Seçimi	323
11.1.5. Varsayımlar	323
11.2. "lavaan" Paketi	324
11.3. "semPlot" Paketi	325
11.4. Yol Analizi	326
11.4.1. Dolaylı Etkiler ve Aracı Değişkenler	330
11.5. Doğrulamalı Faktör Analizi	333
11.5.1. Doğrulamalı Faktör Analizi Diyagramları	340
11.6. Çoklu Grup Doğrulamalı Faktör Analizi	340
11.6.1. Değişmezlik Aşamalarının Tanımlanması	342
11.6.2. Sonuçların Karşılaştırılması	344
Alıştırmalar	346

12. BÖLÜM VERİ ÜRETİMİ

12.1. Veri Üretimi (Simülasyon)	347
12.2. Olasılık Dağılımlarına Göre Veri Üretimi	348
12.3. İterasyon (Öteleme)	350
12.4. İterasyonların Kaydedilmesi ve Tekrar Okutulması	351
12.5. Psikometri Alanında Veri Üretiminin Gerekçeleri	352
12.6. R Paketleri ile Veri Üretimi	353
12.7. Psikometrik Özelliklere Göre Veri Üretimi	353
12.7.1. Rasch Modeline Uygun Madde Puanları Verisinin Üretimi.....	353
12.7.2. 2-PL Modele Uygun Madde Puanları Verisinin Üretimi	354
12.7.2.1. Madde parametre değerlerinin belirlenmesi	354
12.7.2.2. Birey parametre değerlerinin belirlenmesi	358
12.7.2.3. Madde puanlarının atanması	358
12.7.2.4. İki kategorili madde puanları verisinin üretilmesi için R fonksiyonu	363
12.7.3. Çok Kategorili Madde Puanları Verisinin Üretimi	364
12.7.3.1. Madde parametre değerlerinin belirlenmesi	364
12.7.3.2. Birey parametre değerlerinin belirlenmesi	366
12.7.3.3. Madde puanlarının atanması	367
12.7.3.4. Çok kategorili madde puanları verisinin üretilmesi için R fonksiyonu	370
12.8. Madde Puanları Verisinin BILOG-MG ile Analizi	371
12.8.1. BILOG-MG Komut Dosyasının Hazırlanması	372
12.8.2. Komut-Liste (Batch) Dosyasının Hazırlanması	373
12.8.3. Komut-Liste (Batch) Dosyasının R Yazılımından Çalıştırılması	374
12.9. BILOG-MG Çıktılarının R Yazılımında Okunması	374
12.9.1. BILOG-MG Madde Parametre Dosyasının Okunması	374
12.9.2. BILOG-MG Madde Parametre Dosyasının Okunması İçin R Fonksiyonu	377
12.9.3. BILOG-MG Yetenek Puan Dosyasının Okunması	377
12.10. Simülasyonun Tekrarlanması	379
12.11. Kestirilen Madde Parametrelerinin Değerlendirilmesi	380
12.11.1. RMSE, Yanlılık ve Standart Hatanın R'da Hesaplanması	381
12.12. Simülasyonun Çeşitli Koşullarda Tekrarlanması	384
Alıştırmalar	386

13. BÖLÜM ÖLÇME KURAMLARI

13.1. Klasik Test Kuramı (KTK) Analizleri	387
13.1.1. Madde Analizleri	391
13.1.1.1. Madde güçlük düzeyi	391
13.1.1.2. Madde ayırt edicilik düzeyi	392
13.1.2. Güvenirlilik Analizi	396
13.1.3. "CTT" Paketi ile KTK Analizleri	396
13.1.3.1. "CTT" score() fonksiyonu	396

13.1.3.2. "CTT" reliability() fonksiyonu	398
13.1.3.3. "CTT" distractor.analysis() fonksiyonu	399
13.2. Madde Tepki Kuramı (MTK) Analizleri	400
13.2.1. İki Kategorili Puanlanan Madde Yanıtlarının MTK Analizleri	401
13.2.1.1. "irtoys" paketi ile MTK analizleri	401
13.2.1.2. "irtoys" paketi ile MTK madde marametrelerinin kestirimi.....	401
13.2.1.3. "irtoys" paketi ile MTK yetenek parametrelerinin kestirimi	403
13.2.1.4. "irtoys" paketi ile madde yanıt fonksiyonunun hesaplanması	404
13.2.1.5. "irtoys" paketi ile madde yanıt fonksiyonu grafiğinin çizilmesi.....	406
13.2.2. Çok Kategorili Puanlanan Madde Yanıtlarının MTK Analizleri	408
13.2.2.1. "mirt" paketi ile MTK analizleri	409
13.2.2.2. "mirt" paketi ile MTK madde parametrelerinin kestirimi	411
13.2.2.3. "mirt" paketi ile MTK yetenek parametrelerinin kestirimi	414
13.2.2.4. "mirt" paketi ile grafiklerin çizilmesi	416
Alıştırmalar	418

14. BÖLÜM

R İLE ÖLÇME UYGULAMALARI

14.1. Değişen Madde Fonksiyonu Analizleri	419
14.1.1. "difR" Paketi ile Değişen Madde Fonksiyonu Analizleri	420
14.1.1.1. Mantel-Haenszel (MH) değişen madde fonksiyonu yöntemi	422
14.1.1.2. Lojistik regresyon (LR) değişen madde fonksiyonu yöntemi	426
14.1.1.3. SIBTEST değişen madde fonksiyonu yöntemi	428
14.1.2. "MplusAutomation" Paketi ile Değişen Madde Fonksiyonu Analizleri.....	431
14.2. Test Eşitleme	435
14.2.1. Rastgele Gruplar Deseni ile Gözlenen Puan Eşitleme	436
14.2.1.1. Ortalama eşitleme (Mean equating)	438
14.2.1.2. Doğrusal eşitleme (Linear equating)	439
14.2.1.3. Eşit yüzdelikli eşitleme (Equipercetile equating)	441
14.2.1.4. "equate" paketi ile gözlenen puan eşitleme	446
14.2.2. Denk Olmayan Gruplarda Ortak Madde Deseni ile MTK Eşitleme	451
14.3. Bireyselleştirilmiş Bilgisayarlı Testler	459
Alıştırmalar	471

Kaynaklar	473
Yazarlar Hakkında	479

1. BÖLÜM

R YAZILIMININ TEMELLERİ

Bu bölümde R yazılımının nasıl indirileceği, yükleneceği ve çalıştırılacağı ile ilgili temel bilgiler yer almaktadır.

1.1. R Nedir?

R istatistiksel hesaplamalar yapabilen bir programlama dilidir. 1996 yılında Auckland Üniversitesi'nde Ross Ihaka ve Robert Gentleman tarafından geliştirilmiştir. İsmi geliştiricilerinin baş harflerinden almıştır. 1960 yılında Bell Laboratories'de John Chambers ve arkadaşları tarafından geliştirilen S dilinin açık kaynak kodlu halidir. R çok çeşitli istatistiksel teknikler ve veri görselleştirme seçenekleri sunar. Açık kaynak kodlu olduğu için S yazılımının gücünü geniş kitlelere yaymıştır.

R "Genel Kamu Lisansı" (*General Public Licence-GNU*) koşulları altında ücretsiz dağıtılır. R dinamik bir yazılımdır ve sürekli geliştirilmektedir. Açık kaynak kodunun geliştirilmesinde büyük bir geliştirici topluluğuna sahiptir ve bu topluluk "R Temel Geliştirme Takımı" (*R Core Team*) olarak bilinir. R ve Temel Geliştirme Takımı ile ilgili bilgilere R'nin internet sitesinden (<https://www.r-project.org/>) ulaşılabilir.

1.2. Neden R?

R istatistiksel programlama, veri analizi ve grafiksel gösterim için kullanılan ve ticari bir amaç gütmeyen ücretsiz bir yazılımdır. UNIX, Windows ve MacOS gibi çeşitli platformlarda kodları derler ve çalıştırır. SPSS, SAS gibi veri analizi programları ücretlidir, ayrıca bazı özel psikometri analizleri için yeterli değildir. Belirli psikometri analizleri için geliştirilen Mplus, IRTPRO, HLM gibi çok sayıda program bulunmakla birlikte bu programlar oldukça maliyetlidir. Bu nedenle R ticari istatistiksel yazılımlara ciddi bir rakiptir.

R programlama dilinin tüm programlama dilleri gibi avantajları ve dezavantajları vardır. R'nin en önemli avantajı ücretsiz olmasıdır. Bunun yanı sıra kişilerin ve kurumların R'ı tercih etmelerinin bir çok sebebi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir:

- R açık kaynak kodlu olduğundan, program kodlarına erişilebilir ve fonksiyonlar diğer kullanıcılar tarafından amaçlarına uygun olacak şekilde geliştirilebilir veya düzeltilebilir.
- Diğer istatistiksel yazılımlarla karşılaştırıldığında, R "komut satırı" ara yüzünü kullanır, bu da konsola (*console*) veya komut dosyalarına (*scripts*) kod yazılmasını gerektirir. Başlangıçta kodların yazılması yoldur ancak kod yazımı çalışmaların tekrarlanabilirliği açısından avantaj sağlar.
- Basit koşullar, döngüler ve kullanıcı-tanımlı (*user-defined*) fonksiyonların yazılmasına uyumlu, basit ve etkili bir yazım diline sahiptir.