

**SAĞLIK ve YAŞAM BİLİMLERİNDE
İSTATİSTİK
TEORİDEN UYGULAMAYA**



Editör

Prof. Dr. Derya GÖKMEN

SAĞLIK ve YAŞAM BİLİMLERİNDE İSTATİSTİK TEORİDEN UYGULAMAYA

Editör: Prof. Dr. Derya GÖKMEN

Yazarlar: Batuhan Bakırarar - Çağla Şafak - Derya Gökmen - Emrah Gökyay Özgür
Emre Demir - Ezgi Yılmaz Çakıroğlu - Funda Seher Özalp Ateş - İrem Kar
Pervin Demir - Selen Begüm Uzun - Serhat Hayme - Uğur Toprak - Zeynep Yavuz

Nika Yayınevi - 295

1. Baskı: Mart 2026

ISBN: 978-625-6520-97-4

Sertifika No: 48850

Kapak Tasarım: Ali İmren

Sayfa Düzeni: Ali İmren

© Bu kitabın basım, yayın, satış hakları © Nika Yayınevi Basım Yayın Matbaacılık Dağıtım Reklam Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, mekanik, elektronik, manyetik ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz. Kitaptaki yazıların her türlü hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir.

Baskı ve Cilt: Bizim Büro Matbaacılık

Sertifika No: 42488

Nika Yayınevi

Osman Temiz Mah. Dikmen Cad.

Nadir Apt. No: 297/K Çankaya/ANKARA

T: 0312 433 71 15

www.nikayayinevi.com.tr

info@nikayayinevi.com.tr

SAĞLIK ve YAŞAM BİLİMLERİNDE İSTATİSTİK TEORİDEN UYGULAMAYA



Editör

Prof. Dr. Derya GÖKMEN

Yazarlar

Batuhan Bakırarar - Çağla Şafak - Derya Gökmen - Emrah Gökay Özgür
Emre Demir - Ezgi Yılmaz Çakıroğlu - Funda Seher Özalp Ateş - İrem Kar
Pervin Demir - Selen Begüm Uzun - Serhat Hayme
Uğur Toprak - Zeynep Yavuz



Nika Yayınevi

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	11
1. İSTATİSTİĞE GİRİŞ	13
1.1 Bilimsel Araştırma ve Aşamaları	13
1.2 Epidemiyoloji ve İstatistik Biliminin Tarihçesi	14
1.3 İstatistik ve Biyoistatistik	15
2. OLASILIK VE OLASILIK DAĞILIMLARI	21
2.1 Temel Olasılık Kavramları	21
2.2 Olasılık Dağılımları	27
2.2.1 Kesikli dağılımlar	27
2.2.1.1 Bernoulli dağılımı	28
2.2.1.2 Binom dağılımı	28
2.2.1.3 Çok terimli dağılım	28
2.2.1.4 Geometrik dağılım	29
2.2.1.5 Negatif binom dağılımı	29
2.2.1.6 Hipergeometrik dağılım	29
2.2.1.7 Poisson dağılımı	30
2.2.1.8 Kesikli düzgün dağılım	30
2.2.2 Sürekli dağılımlar	33
2.2.2.1 Düzgün (Tekdüze, Uniform) dağılım	33
2.2.2.2 Üstel dağılım	33
2.2.2.3 Gamma dağılımı	34
2.2.2.4 Beta dağılımı	34
2.2.2.5 Normal dağılım (Gauss dağılımı)	35
2.2.2.6 Ki-kare dağılımı	5
2.2.2.7 T dağılımı (Student's t)	36
2.2.2.8 F dağılımı	36
2.2.2.9 Cauchy dağılımı	36
2.2.2.10 Weibull dağılımı	37
2.2.2.11 Lojistik dağılım	37

3. TANIMLAYICI VE ÇIKARSAMALI İSTATİSTİK	43
3.1 Tanımlayıcı İstatistik.....	43
3.1.1 Sıklık (Frekans) çizelgeleri.....	43
3.1.2 Grafikler.....	45
3.1.3 Merkezi eğilim (Konum) ölçüleri.....	50
3.1.4 Değişim (Yaygınlık) ölçüleri.....	52
3.1.4.1 Nicel değişkenlerde değişim ölçüleri.....	53
3.1.4.2 Nitel değişkenlerde değişim ölçüleri.....	55
3.2 Çıkarsamalı İstatistik.....	55
3.2.1 Nokta tahmini ve hipotez (önemlilik) testleri.....	56
3.2.2 Aralık tahmini ve güven aralıkları.....	59
4. ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜ, GÜÇ VE ETKİ BÜYÜKLÜĞÜ	61
4.1 Gerçek Durum ve İstatistiksel Sonuç Karşılaştırmasında Olası Kararlar.....	62
4.2 Örneklem Büyüklüğü, Güç ve Etki Büyüklüğü.....	63
5. İSTATİSTİKSEL MODELLEME	71
5.1 Açıklayıcı Veri Analizi.....	71
5.2 Model Belirleme.....	74
5.3 Model Parametrelerinin Tahmini.....	75
5.4 Model Uyumu ve Yeterliğinin Kontrolü.....	76
5.5 Çıkarsama.....	77
6. HİPOTEZ TESTLERİ (HYPOTHESIS TESTS)	79
6.1 Tek Örneklem Hipotez Testleri (One Sample Hypothesis Tests).....	79
6.1.1 Kitle ortalaması için hipotez testi (One sample t test about population mean).....	80
6.1.2 Tek örneklem işaret testi (The sign test).....	81
6.1.3 Kitle oranı için hipotez testi (One sample t test about population proportion).....	82
6.1.4 Kitle varyansı için hipotez testi (One sample t test about population variance).....	83
6.2 İki Örneklem Hipotez Testleri (Two Sample Hypothesis Tests).....	84
6.2.1 Bağımsız grupta iki ortalama arasındaki fark için hipotez testi (Student's t test).....	84

6.2.2	Mann-Whitney U testi (Mann-Whitney U test).....	85
6.2.3	Bağımlı gruplarda iki ortalama arasındaki fark için hipotez testi (Paired samples t test).....	87
6.2.4	Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi (Wilcoxon signed-rank test).....	89
6.2.5	Ki-kare testi (Chi-square test).....	90
6.2.6	McNemar testi (McNemar's Test).....	93
6.3	İkiden Fazla Örneklem Hipotez Testleri (Several Samples Hypothesis Tests).....	95
6.3.1	Kruskal Wallis H testi (Kruskal Wallis H test).....	95
6.3.2	Tekrarlı ölçümlerde parametrik olmayan varyans analizi (Friedman test).....	98
6.3.3	Cochran Q testi (Cochran's Q testi).....	100
6.3.4	Marjinal homojenlik testi (Stuart-Maxwell test).....	101
7.	VARYANS ANALİZİ (ANALYSIS OF VARIANCE)	105
7.1	Tek Yönlü Varyans Analizi [One Way Analysis of Variance (ANOVA)].....	105
7.2	Faktöriyel Varyans Analizi [Factorial Analysis of Variance (Factorial ANOVA)].....	110
7.3	Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures Analysis of Variance).....	116
7.4	Karma ANOVA (Mixed ANOVA).....	121
7.5	Kovaryans Analizi [Analysis of Covariance (ANCOVA)].....	127
8.	REGRESYON ANALİZİ (REGRESSION ANALYSIS)	139
8.1	Doğrusal Regresyon Analizi (Linear Regression Analysis).....	142
8.2	Lojistik Regresyon Analizi (Logistic Regression Analysis).....	147
8.3	Sıralı Lojistik Regresyon Analizi (Ordinal Logistic Regression Analysis).....	152
8.4	Çok Kategorili Lojistik Regresyon (Multinomial/Multinomial Regression).....	158
9.	SAĞKALIM ANALİZİ (SURVIVAL ANALYSIS)	165
9.1	Yaşam Tablosu (Life Tables).....	166
9.2	Kaplan-Meier Yöntemi (Kaplan-Meier Method).....	169

9.3 Yaşam Eğrilerinin Karşılaştırılması (Comparison of Survival Curves).....	172
9.4 Cox Regresyon Analizi (Cox Regression Analysis)	173
10. UYUM KATSAYILARI (COEFFICIENTS OF AGREEMENT)	177
10.1 Nitel Değişkenlerin Kullanıldığı Çalışmalarda Uyum Katsayıları..	177
10.1.1 İki sonuçlu nitel değişkenler için uyum katsayıları	178
10.1.2 Sınıflanabilir nitel değişkenler için uyum katsayıları	181
10.1.3 Sıralanabilir nitel değişkenler için uyum katsayıları	184
10.1.4 Çoklu değerlendirme/değerlendirici varlığında uyum katsayıları	186
10.2 Nicel Değişkenlerin Kullanıldığı Çalışmalarda Uyum Katsayıları.....	186
10.2.1 Sınıf içi korelasyon katsayısı (Intraclass correlation coefficient).....	186
10.2.1.1 Çalışma tasarımına göre model seçimi.....	187
10.2.1.2 Çalışmanın amacına göre uyumun incelemesi	190
10.2.1.3 Ölçümlerin elde edilmiş biçimine göre uyumun incelemesi.....	191
10.2.2 Uyuşum korelasyon katsayısı (Concordance correlation coefficient)	193
11. TANI TESTLERİ (DIAGNOSTIC TESTS)	197
11.1 Tanısal Doğruluk Ölçüleri.....	199
11.2 Tanı Testlerinin Birleştirilmesi (Birleşik Test Karakteristikleri).....	205
EKLER.....	207

BÖLÜM YAZARLARI

Bölüm No	Bölüm Başlığı	Bölüm Yazarları
1	İstatistiğe Giriş	Dr. Öğr. Üyesi Pervin Demir
2	Olasılık ve Olasılık Dağılımları	Araş. Gör. Dr. İrem Kar Dr. Öğr. Üyesi Pervin Demir
3	Tanımlayıcı ve Çıkarısal İstatistik	Doç. Dr. Ayfer Ezgi Yılmaz Çakıroğlu Doç. Dr. Batuhan Bakırarar
4	Örneklem Büyüklüğü, Güç ve Etki Büyüklüğü	Dr. Öğr. Üyesi Funda Seher Özalp Ateş Prof. Dr. Emre Demir
5	İstatistiksel Modelleme	Dr. Selen Begüm Uzun Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Yavuz Prof. Dr. Derya Gökmen
6	Hipotez Testleri (Hypothesis Tests)	Dr. Çağla Şafak Doç. Dr. Ayfer Ezgi Yılmaz Çakıroğlu Araş. Gör. Dr. İrem Kar Doç. Dr. Batuhan Bakırarar Dr. Öğr. Üyesi Serhat Hayme Dr. Öğr. Üyesi Uğur Toprak Dr. Öğr. Üyesi Pervin Demir Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Yavuz
7	Varyans Analizi (Analysis of Variance)	Araş. Gör. Dr. İrem Kar Doç. Dr. Batuhan Bakırarar Dr. Öğr. Üyesi Funda Seher Özalp Ateş Dr. Öğr. Üyesi Serhat Hayme Dr. Selen Begüm Uzun Dr. Öğr. Üyesi Uğur Toprak Dr. Öğr. Üyesi Pervin Demir Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Yavuz Dr. Çağla Şafak Doç. Dr. Ayfer Ezgi Yılmaz Çakıroğlu
8	Regresyon Analizi (Regression Analysis)	Dr. Öğr. Üyesi Pervin Demir Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Yavuz Araş. Gör. Dr. İrem Kar Doç. Dr. Batuhan Bakırarar Dr. Selen Begüm Uzun Dr. Öğr. Üyesi Uğur Toprak Dr. Çağla Şafak Doç. Dr. Ayfer Ezgi Yılmaz Çakıroğlu
9	Sağkalım Analizi (Survival Analysis)	Dr. Öğr. Üyesi Funda Seher Özalp Ateş Doç. Dr. Emrah Gökay Özgür
10	Uyum Katsayıları (Coefficients of Agreement)	Dr. Çağla Şafak Doç. Dr. Ayfer Ezgi Yılmaz Çakıroğlu
11	Tanı Testleri (Diagnostic Tests)	Dr. Öğr. Üyesi Uğur Toprak

“Kıymetlimiz Dr. Öğr. Üyesi Zeynep YAVUZ'a ithafen”

ÖNSÖZ

Bilimsel araştırma, bilinmeyen olay ve etmenleri ortaya çıkarmak, bilinimleri geliştirmek, belirli bir konuyu aydınlatmak veya bir soruna çözüm getirmek amacı ile gerçekleştirilen sistematik veri toplama ve analiz sürecidir. Uygulamalı istatistiğin bir dalı olan biyoistatistik ise, tıp ve sağlık alanına özel verilerin toplandığı, özetlendiği, istatistiksel analizinin yapıldığı ve elde edilen bulguların yorumlandığı bilim dalıdır.

Alandaki Biyoistatistik kitaplarının içerikleri incelendiğinde bazıları istatistik uzmanlarının kullanımına uygun olacak şekilde teori yoğun hazırlanmış olup; bazıları uygulama daha yoğun olacak şekilde güncel istatistiksel analizlerin istatistiksel paket programlar ile gerçekleştirilme adımlarını içermektedir. Bu kitabın hedefi, sağlık bilimleri alanında araştırma yapanların yaygın kullanılan istatistiksel analizlerin teorisini anlamalarını sağlamanın yanı sıra bu analizlerden elde edilen bulguların yorumlanması ve raporlanması sürecinde de kolaylık sağlamasıdır.

Kitabın başlangıcında istatistik ve biyoistatistik bilimindeki güncel terminolojiye ilişkin bilgiler, sonrasında istatistiğin temeli olan “olasılık ve olasılık dağılımları”, “tanımlayıcı ve çıkarımsal istatistik” bölümlerine yer verilmiştir. “Örneklem büyüklüğü, güç ve etki büyüklüğü” bölümünde, temel kavramlar ve bunları etkileyen parametreler detaylı bir şekilde, örneklerle sunulmuştur. “İstatistiksel modelleme” bölümünde, istatistiksel testlerin altında yatan modelleme aşamaları açıklanmış, “hipotez testleri” bölümünde en yaygın kullanılan parametrik ve parametrik olmayan istatistiksel testler, örneklerle sunulmuştur. “Varyans analizi”, “regresyon analizleri” ve “sağkalım analizi” başlıklarında ilgili analiz yöntemleri istatistiksel modellemenin aşamaları bazında detaylı olarak anlatıldıktan sonra örnek uygulamalarla yorumlama süreçlerine yer verilmiştir. “Uyum katsayıları” bölümünde değişken türüne uygun olacak şekilde farklı katsayılar ve kullanım amaçları tanıtılmıştır. “Tanı testleri” bölümünde ise tanı testlerinde kullanılan performans ölçütleri, örneklerle detaylandırılmıştır.

