

# Bölünmüş-Parseller Tasarımı

## İstatistiksel Deney Tasarımı

Birdal Şenođlu  
&  
Şükrü Acıtaş

# Giriş

## Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

Örnek 1

Örnek 2

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Rasgeleleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

- Yates (1937) tarafından önerilen **bölünmüş-parseller tasarımı**nda (split-plot design) şu ana kadar bahsettiğimiz tasarımlardan farklı olarak **ana-parsel** (whole-plot) ve **alt-parsel** (split-plot) olarak adlandırılan iki farklı deney birimi vardır.
- Alt-parseller, ana-parsellerin bölünmesiyle elde edildiğinden, ana-parsellerin içinde yuvalanmış şekilde bulunurlar.
- Deney birimlerinin parsel olarak adlandırılmasının nedeni, bu tasarımın ilk önce tarımsal deneylerde kullanılmış olmasıdır.

Giriş

**Giriş**

Giriş

Örnekler

Örnek 1

Örnek 2

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Rasgeleleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

- A ve B gibi iki faktörün etkisi aynı anda karşılaştırılmak istendiğinde, A faktörü, ana-parsellere, B faktörü de alt-parsellere rasgele olarak atanıyorsa/uygulanıyorsa A faktörü **ana-parsel faktörü** (whole-plot factor) ve B faktörü de **alt-parsel faktörü** (split-plot factor) olarak adlandırılır.
- Dolayısıyla, bölünmüş-parseller tasarımında **ana-parsel hatası** (whole-plot error) ve **alt-parsel hatası** (split-plot error) olarak adlandırılan iki farklı hata terimi vardır.
- Bölünmüş-parseller tasarımının ortaya çıkışı her ne kadar tarımsal deneylere dayansa da endüstriyel deneylerde de oldukça yaygın bir şekilde kullanılır, bkz. Snedecor & Cochran (1989), Montgomery (2001).

Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

Örnek 1

Örnek 2

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Rasgeleleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

Bölünmüş-parseller tasarımındaki temel kavramları daha iyi anlayabilmek için literatürden alınan iki örnek üzerinde duralım.

Giriş

Giriş

Giriş

**Örnekler**

Örnek 1

Örnek 2

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Rasgeleleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

*Süt inekleri üzerinde yapılan bir deneyde, farklı otlatma türleri ile süt sağma metotlarının ineklerin süt verimi üzerindeki etkisi araştırılmak isteniyor.*

*Otlatma faktörünün düzeyleri (ana-parcel faktörü), süt ineklerinden oluşan gruplara (ana-parcel), süt sağma faktörünün düzeyleri de (alt-parcel faktörü), gruplardaki ineklere (alt-parcel) uygun rasgeleştirme işlemi kullanılarak atanıyor/uygulanıyor, bkz. Mead (1988).*

Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

**Örnek 1**

Örnek 2

Ana-parcel & Alt Parcel

Ana-parcel & Alt Parcel

Ana-parcel & Alt Parcel

Rasgeleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin Tamamen Rasgele

Tasarıma Göre

Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin Rasgele Tam Blok

Tasarımına Göre

Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler

Ortalamaları

*Kağıt hamuru hazırlama metotları ile pişirme sıcaklıklarının kağıtların kopma mukavemeti üzerindeki etkisi araştırılmak isteniyor. Bu amaçla üç farklı metot (ana-parcel faktörü) kullanılarak kağıt hamurları (ana-parcel) hazırlanıyor. Daha sonra hazırlanan bu kağıt hamurları kendi içinde dörde bölünerek (alt-parcel) sıcaklık faktörünün düzeyleri (alt-parcel faktörü) her bir parçaya rasgele olarak atanıyor/uygulanıyor, bkz. Montgomery (2001).*

Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

Örnek 1

**Örnek 2**

Ana-parcel & Alt Parcel

Ana-parcel & Alt Parcel

Ana-parcel & Alt Parcel

Rasgeleleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin Tamamen Rasgele

Tasarıma Göre

Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin Rasgele Tam Blok

Tasarımına Göre

Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler Ortalamaları

- Bölünmüş-parceller tasarımı, ana-parcel faktörünün etkisi, ana-parcellerden, alt-parcel faktörünün etkisi ve ana-parcel faktörü  $\times$  alt-parcel faktörü etkileşim etkisi alt parcellerden elde edilir, bkz. Kuehl (2000).
- Bölünmüş-parceller tasarımının, **bölünmüş-bölünmüş parceller tasarımı** (split-split-plot design) olarak da bilinen özel durumları da vardır.
- Bölünmüş-bölünmüş-parceller tasarımı, alt-parcellerin kendi içinde yeniden bölünmesiyle elde edilen ve **alt-alt-parcel** (split-split-plot) olarak adlandırılan üçüncü bir tür deney birimi ve bu deney birimlerine atanan/uygulanan üçüncü bir faktör vardır.
- Üçüncü faktörün düzeyleri, her bir alt-parcel içindeki alt-alt-parcellere rasgele olarak atanır/uygulanır.
- Özetle, bölünmüş-bölünmüş-parceller tasarımı, üç farklı faktör, üç farklı deney birimi ve üç farklı hata terimi vardır, daha detaylı bilgi için bkz. Kuehl (2000).

Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

Örnek 1

Örnek 2

**Ana-parcel & Alt Parcel**

Ana-parcel & Alt Parcel

Ana-parcel & Alt Parcel

Rasgeleleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parcellerin Tamamen Rasgele Tasarıma Göre Düzenlendiği Durum

Ana-Parcellerin Rasgele Tam Blok Tasarımına Göre Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler Ortalamaları

- Alt-parcellerden oluşan ana-parceller blok olarak düşünöldüğünde, ana-parcel faktörünün düzeyleri rasgele olarak bloklara atanır/uygulanır.
- Dolayısıyla, ana-parcel faktörünün etkisiyle, blokların etkisi karışmış olur.
- Bu nedenle, bölünmüş-parceller tasarımı, sıklıkla **etki karışımı faktöriyel tasarım** (confounded factorial design) olarak da adlandırılır, bkz. Kuehl (2000).

Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

Örnek 1

Örnek 2

Ana-parcel & Alt Parcel

**Ana-parcel & Alt Parcel**

Ana-parcel & Alt Parcel

Rasgeleleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin Tamamen Rasgele Tasarıma Göre Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin Rasgele Tam Blok Tasarımına Göre Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler Ortalamaları

- Gerçek hayat problemlerinde, önemli olduğu düşünölen faktörün düzeyleri alt-parcellere uygulanır.
- Böylelikle, önemli olduğu düşünölen faktörün etkisi ile blok etkisi karışmamış olur.
- Ayrıca, alt-parcel sayısı, ana-parcel sayısına göre çok daha fazla olduğundan, alt-parcel faktörünün etkisi, ana-parcel faktörünün etkisine göre daha fazla bir hassasiyetle belirlenmiş olur.

Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

Örnek 1

Örnek 2

Ana-parcel & Alt Parcel

Ana-parcel & Alt Parcel

**Ana-parcel & Alt Parcel**

Rasgeleleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin Tamamen Rasgele Tasarıma Göre Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin Rasgele Tam Blok Tasarımına Göre Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler Ortalamaları

Bölünmüş-parseller tasarımında rasgeleleştirme iki aşamada yapılır.

- (i) Ana-parsel faktörünün düzeyleri, ana-parsellere daha önceki bölümlerde anlatılan rasgeleleştirme işlemlerine uygun olarak atanır/uygulanır.
- (ii) İkinci aşamada ise alt-parsel faktörünün düzeyleri, her bir ana-parselin içerisindeki alt-parsellere rasgele olarak atanır/uygulanır.

bkz. Weber & Skillings (2000).

- Bazı kaynaklarda, bu farklılık, tam rasgeleliğin pratik olmadığı veya bir başka ifade ile faktör kombinasyonlarının tamamen rasgele olarak düzenlenmesinin mümkün olmadığı durumlarda faktöriyel tasarım yerine bölünmüş-parseller tasarımı kullanmak gereklidir şeklinde ifade edilmiştir, bkz. Hicks & Turner (1999), Toutenburg (2002).

Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

Örnek 1

Örnek 2

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Ana-parsel & Alt  
Parsel

**Rasgeleleştirme**

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

Üç farklı sulama sistemi ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ) ile üç farklı gübre türünün ( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ) çilek verimi üzerindeki etkisi araştırılmak isteniyor. Bu amaçla, her yanı aynı verimlilikte yirmi yedi dönüm büyüklüğünde bir tarla, üçer dönüm büyüklüğünde toplam dokuz ana-parsele bölünüyor.  $S_1$ ,  $S_2$  ve  $S_3$  sulama tekniklerinin her biri üçer dönümlük üç ana-parsele rasgele olarak atanıyor/uygulanıyor. Daha sonra üçer dönüm büyüklüğündeki ana-parseller birer dönüm büyüklüğündeki alt-parsellere bölünüyor.  $G_1$ ,  $G_2$  ve  $G_3$  gübre türleri ana-parsellerin içerisindeki birer dönümlük alt-parsellere rasgele olarak atanıyor/uygulanıyor. Her bir gübre türü toplam dokuz tane alt-parsele atanmış/ uygulanmış oluyor.  $\diamond$

Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

Örnek 1

Örnek 2

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Ana-parsel & Alt  
Parsel

Rasgeleleştirme

**Örnek**

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

Bu deney için örnek bir plan aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi olabilir.

	Ana-parseller								
	1(S2)	2(S3)	3(S1)	4(S2)	5(S2)	6(S1)	7(S3)	8(S1)	9(S3)
Alt-parseller	1(G2)	1(G1)	1(G3)	1(G1)	1(G3)	1(G1)	1(G2)	1(G1)	1(G2)
	2(G1)	2(G3)	2(G1)	2(G3)	2(G2)	2(G2)	2(G3)	2(G3)	2(G1)
	3(G3)	3(G2)	3(G2)	3(G2)	3(G1)	3(G3)	3(G1)	3(G2)	3(G3)

- Giriş
- Giriş
- Giriş
- Örnekler
- Örnek 1
- Örnek 2
- Ana-parsel & Alt Parsel
- Ana-parsel & Alt Parsel
- Ana-parsel & Alt Parsel
- Rasgeleleştirme
- Örnek
- Veri Yapısı**
- Örnek
- Veri Yapısı
- Örnek
- Ana-Parsellerin Tamamen Rasgele Tasarıma Göre Düzenlendiği Durum
- Ana-Parsellerin Rasgele Tam Blok Tasarımına Göre Düzenlendiği Durum
- Beklenen Kareler Ortalamaları

*Aynı deney için, her biri farklı verimlilikte dokuz dönüm büyüklüğünde üç tane tarlamız olduğunu varsayalım. Her bir tarla kendi içerisinde üçer dönüm büyüklüğünde üç ana-parsele bölünüyor ve ana-parsel faktörünün düzeyleri her bir tarla içinde rasgele olarak ana-parsellere atanıyor/uygulanıyor. Daha sonra, üç dönüm büyüklüğündeki ana-parseller birer dönüm büyüklüğündeki alt-parsellere bölünüyor. Alt-parcel faktörünün düzeyleri de ana-parseller içerisindeki alt-parsellere rasgele olarak atanıyor/uygulanıyor. ◇*

Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

Örnek 1

Örnek 2

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Rasgeleleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

Bu deney için örnek bir plan aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi olabilir.

	I. Tarla			II. Tarla			III. Tarla		
	Ana-parseller			Ana-parseller			Ana-parseller		
	1(S1)	2(S3)	3(S2)	1(S2)	2(S1)	3(S3)	1(S1)	2(S2)	3(S3)
Alt-parseller	1(G2)	1(G1)	1(G1)	1(G1)	1(G2)	1(G3)	1(G1)	1(G2)	1(G1)
	2(G3)	2(G2)	2(G3)	2(G3)	2(G1)	2(G2)	2(G3)	2(G3)	2(G3)
	3(G1)	3(G3)	3(G2)	3(G2)	3(G3)	3(G1)	3(G2)	3(G1)	3(G2)

- Giriş
- Giriş
- Giriş
- Örnekler
- Örnek 1
- Örnek 2
- Ana-parsel & Alt Parsel
- Ana-parsel & Alt Parsel
- Ana-parsel & Alt Parsel
- Rasgeleleştirme
- Örnek
- Veri Yapısı
- Örnek
- Veri Yapısı**
- Örnek
- Ana-Parsellerin Tamamen Rasgele Tasarıma Göre Düzenlendiği Durum
- Ana-Parsellerin Rasgele Tam Blok Tasarımına Göre Düzenlendiği Durum
- Beklenen Kareler Ortalamaları

- Bahsedilen deneyde, ana-parcel faktörü olarak gübre türleri, alt-parcel faktörü olarak da sulama sistemleri kullanılabilirdi.
- Ancak, alt-parcellerin her birinde ayrı bir sulama tekniği kullanmak için her alt-parcele farklı bir sulama tesisatı döşemek gerekirdi.
- Bu da sulama sistemlerini ana-parcellere atayan/uygulayan deneye göre çok daha zor ve masraflı olurdu, bkz. Düzgüneş (1987).
- Bu örnek, bölünmüş parseller tasarımında, hangi faktörün ana-parcellere, hangi-faktörün alt-parcellere atanacağına/uygulanacağına karar verilirken sadece teorik değerlendirmelerin yeterli olmadığını, zaman ve para gibi faktörlerin de hesaba katılması gerektiğini göstermesi bakımından son derece önemlidir.
- Özetle, uygulama zorluğu olan faktörlerin ana-parcellerde uygulama zorluğu nispeten daha az olan faktörlerin de alt-parcellerde kullanılması önerilir, Montgomery (2001).

Giriş

Giriş

Giriş

Örnekler

Örnek 1

Örnek 2

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Ana-parcel & Alt  
Parcel

Rasgeleleştirme

Örnek

Veri Yapısı

Örnek

Veri Yapısı

**Örnek**

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

# Ana-Parsellerin Tamamen Rasgele Tasarıma Göre Düzenlendiği Durum

## Giriş

### Ana-Parsellerin Tamamen Rasgele Tasarıma Göre Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel

Kareler Toplamının

Parçalanışı

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin

Rasgele Tam Blok

Tasarımına Göre

Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler

Ortalamaları

Ana-parşel faktörünün düzeylerinin ana-parşellere tamamen rasgele tasarıma göre atandığı/uygulandığı durum için bölünmüş-parşeller tasarımının matematiksel modeli

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + e_{ij\text{ Ana}} + \gamma_k + \tau\gamma_{ik} + e_{ijk\text{ Alt}} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, a; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad k = 1, 2, \dots, b$$

dır.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

## Matematiksel Model

Matematiksel Model  
Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel

Kareler Toplamının

Parçalanışı

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin

Rasgele Tam Blok

Tasarımına Göre

Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler

Ortalamaları

Burada,

$y_{ijk}$ , ana-parsel faktörünün  $i$ -inci, alt-parsel faktörünün  $k$ -inci düzeyindeki  $j$ -inci gözlem değerini,  
 $\mu$ , genel ortalamayı,  
 $\tau_i$ , ana-parsel faktörünün  $i$ -inci düzeyinin etkisini (A faktörü),  
 $\gamma_k$ , alt-parsel faktörünün  $k$ -inci düzeyinin etkisini (B faktörü),  
 $\tau\gamma_{ik}$ , ana-parsel faktörü (A faktörü) ile alt-parsel faktörü (B faktörü) arasındaki etkileşimi,  
 $e_{ij\text{ Ana}}$ , ana-parsel hata terimlerini ve  
 $e_{ijk\text{ Alt}}$ , alt-parsel hata terimlerini

gösterir.

Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

**Matematiksel Model**

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel

Kareler Toplamının

Parçalanışı

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin

Rasgele Tam Blok

Tasarımına Göre

Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler

Ortalamaları

- (1) modeli, sabit etkili bir modeldir. Bir başka deyişle

$$\sum_{i=1}^a \tau_i = 0, \quad \sum_{k=1}^b \gamma_k = 0, \quad \text{ve} \quad \sum_{i=1}^a \tau\gamma_{ik} = \sum_{k=1}^b \tau\gamma_{ik} = 0 \quad (2)$$

olduğu varsayılır.

- (1) modelinde diğer bir varsayım, ana-parcel hata terimleri ile alt-parcel hata terimlerinin bağımsız oldukları ve dağılımlarının sırasıyla  $N(0, \sigma_{Ana}^2)$  ve  $N(0, \sigma_{Alt}^2)$  olduğudur.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model  
Matematiksel Model

**Matematiksel Model**

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel

Kareler Toplamının

Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

(1) modelinde, parametrelerin LS tahmin edicileri, hata terimlerinin kareleri toplamının ilgili parametreye göre minimum yapılmasıyla bulunur.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

**Parametre Tahmini**

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:  
KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

$\tau_i$  nin, LS tahmin edicisi bulunurken

$$SS_{Hata\ Ana} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n e_{ij\ Ana}^2 \quad (3)$$

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (y_{ij\cdot} - \mu - \tau_i)^2 \quad (4)$$

ifadesi veya kolaylık olması bakımından

$$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^b (y_{ijk} - \mu - \tau_i)^2 \quad (5)$$

ifadesi kullanılabilir, Mead (1988).  $SS_{Hata\ Ana}$  toplamının,  $\tau_i$  parametresine göre kısmi türevi alınıp sıfıra eşitlendiğinde

$$\tilde{\tau}_i = \bar{y}_{i..} - \bar{y}_{...} \quad (6)$$

elde edilir.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

**Parametre Tahmini**

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel

Kareler Toplamının

Parçalanışı

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin

Rasgele Tam Blok

Tasarımına Göre

Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler

Ortalamaları

$\gamma_k$  ve  $\tau\gamma_{ik}$  nın LS tahmin edicileri de

$$SS_{Hata_{Alt}} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^b e_{ijk_{Alt}}^2 \quad (7)$$

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^b (y_{ijk} - \mu - \tau_i - e_{ij_{Ana}} - \gamma_k - \tau\gamma_{ik})^2 \quad (8)$$

toplamını bu parametrelere göre minimum yapan değerlerdir.  $\gamma_k$  ve  $\tau\gamma_{ik}$  parametrelerine göre  $SS_{Hata_{Alt}}$  toplamının kısmi türevleri alınıp sıfıra eşitlendiğinde

$$\tilde{\gamma}_k = \bar{y}_{..k} - \bar{y}_{...} \quad (9)$$

$$\tilde{\tau}\gamma_{ik} = \bar{y}_{i..k} - \bar{y}_{i..} - \bar{y}_{..k} + \bar{y}_{...} \quad (10)$$

elde edilir.

$\mu$  nün LS tahmin edicisi ise (3) ve (7) eşitliklerinin herhangi biri kullanılarak aşağıda gösterildiği gibi bulunur,

$$\tilde{\mu} = \bar{y}_{...} \quad (11)$$

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

**Parametre Tahmini**

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:  
KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

(1) modelinde, ana-parsel faktörünün anlamlılığı

$$H_{01} : \forall \tau_i = 0, \quad i = 1, 2, \dots, a; \quad (12)$$

alt-parsel faktörünün anlamlılığı

$$H_{02} : \forall \gamma_k = 0, \quad k = 1, 2, \dots, b \quad (13)$$

ve ana-parsel faktörü (A) ile alt-parsel faktörü (B) arasındaki etkileşimin anlamlılığı

$$H_{03} : \forall \tau\gamma_{ik} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, a; \quad k = 1, 2, \dots, b \quad (14)$$

hipotezleri ile ifade edilir.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

## Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

# Hipotez Testi: Genel Kareler Toplamının Parçalanışı

(1) modelinde, genel kareler toplamı

$$SS_{Toplam} = SS_A + SS_{Hata_{Ana}} + SS_B + SS_{AB} + SS_{Hata_{Alt}} \quad (15)$$

şeklinde bileşenlerine ayrılır. Burada,

$$\begin{aligned} SS_{Toplam} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^b (y_{ijk} - \bar{y}_{...})^2 \\ SS_A &= bn \sum_{i=1}^a (\bar{y}_{i..} - \bar{y}_{...})^2 \\ SS_{Hata_{Ana}} &= b \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (\bar{y}_{ij.} - \bar{y}_{i..})^2 \\ SS_B &= an \sum_{k=1}^b (\bar{y}_{..k} - \bar{y}_{...})^2 \\ SS_{AB} &= n \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^b (\bar{y}_{i.k} - \bar{y}_{i..} - \bar{y}_{..k} + \bar{y}_{...})^2 \\ SS_{Hata_{Alt}} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^b (y_{ijk} - \bar{y}_{ij.} - \bar{y}_{i.k} + \bar{y}_{i..})^2 \end{aligned} \quad (16)$$

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

**Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı**

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

# Hipotez Testi: Test İstatistikleri

(1) modelinde, (12) hipotezini sınamak için

$$F_A = \frac{SS_A / (a - 1)}{SS_{Hata_{Ana}} / a(n - 1)} = \frac{MS_A}{MS_{Hata_{Ana}}}, \quad (17)$$

(13) hipotezini sınamak için

$$F_B = \frac{SS_B / (b - 1)}{SS_{Hata_{Alt}} / a(n - 1)(b - 1)} = \frac{MS_B}{MS_{Hata_{Alt}}} \quad (18)$$

ve (14) hipotezini sınamak için

$$F_{AB} = \frac{SS_{AB} / (a - 1)(b - 1)}{SS_{Hata_{Alt}} / a(n - 1)(b - 1)} = \frac{MS_{AB}}{MS_{Hata_{Alt}}} \quad (19)$$

test istatistikleri kullanılır.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel

Kareler Toplamının

Parçalanışı

**Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri**

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin

Rasgele Tam Blok

Tasarımına Göre

Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler

Ortalamaları

**Teorem 1.1** (1) modelinde,  $H_0$  hipotezi altında,

- (i)  $F_A$  test istatistiği,  $a - 1$  ve  $a(n - 1)$  serbestlik dereceli merkezi  $F$  dağılımına sahiptir.
- (ii)  $F_B$  test istatistiği,  $b - 1$  ve  $a(n - 1)(b - 1)$  serbestlik dereceli merkezi  $F$  dağılımına sahiptir.
- (iii)  $F_{AB}$  test istatistiği,  $(a - 1)(b - 1)$  ve  $a(n - 1)(b - 1)$  serbestlik dereceli merkezi  $F$  dağılımına sahiptir.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel

Kareler Toplamının

Parçalanışı

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin

Rasgele Tam Blok

Tasarımına Göre

Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler

Ortalamaları

- $F_A$  test istatistiğinin değeri,  $\alpha$  anlam düzeyinde,  $a - 1$  ve  $a(n - 1)$  serbestlik dereceli  $F$  tablo değerinden daha büyükse sıfır hipotezi reddedilir. Bir başka deyişle,

$$F_A > F_{\alpha; a-1; a(n-1)}$$

ise "*Ana-parsel faktörü anlamlıdır*" denir.

- $F_B$  test istatistiğinin değeri,  $\alpha$  anlam düzeyinde,  $b - 1$  ve  $a(n - 1)(b - 1)$  serbestlik dereceli  $F$  tablo değerinden daha büyükse sıfır hipotezi reddedilir. Bir başka deyişle,

$$F_B > F_{\alpha; b-1; a(n-1)(b-1)}$$

ise "*Alt-parsel faktörü anlamlıdır*" denir.

- $F_{AB}$  test istatistiğinin değeri,  $\alpha$  anlam düzeyinde,  $(a - 1)(b - 1)$  ve  $a(n - 1)(b - 1)$  serbestlik dereceli  $F$  tablo değerinden daha büyükse sıfır hipotezi reddedilir. Bir başka deyişle,

$$F_{AB} > F_{\alpha; (a-1)(b-1); a(n-1)(b-1)}$$

ise "*Ana-parsel faktörü ile alt-parsel faktörü arasındaki etkileşim anlamlıdır*" denir. ♣

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel

Kareler Toplamının

Parçalanışı

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi:

**KARAR**

ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin

Rasgele Tam Blok

Tasarımına Göre

Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler

Ortalamaları

Yukarıdaki bilgiler ışığında, ana-parsellerin tamamen rasgele tasarıma göre düzenlendiği durum için ANOVA tablosu, aşağıda gösterildiği gibi oluşturulur.

Kaynak	$df$	$SS$	$MS$	$F$
A	$a - 1$	$SS_A$	$MS_A$	$F_A$
$Hata_{Ana}$	$a(n - 1)$	$SS_{Hata_{Ana}}$	$MS_{Hata_{Ana}}$	
B	$b - 1$	$SS_B$	$MS_B$	$F_B$
AB	$(a - 1)(b - 1)$	$SS_{AB}$	$MS_{AB}$	$F_{AB}$
$Hata_{Alt}$	$a(n - 1)(b - 1)$	$SS_{Hata_{Alt}}$	$MS_{Hata_{Alt}}$	
Genel	$N - 1$	$SS_{Toplam}$		

## Giriş

Ana-Parsellerin Tamamen Rasgele Tasarıma Göre Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel

Kareler Toplamının

Parçalanışı

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

## ANOVA Tablosu

Ana-Parsellerin

Rasgele Tam Blok

Tasarımına Göre

Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler

Ortalamaları

# Ana-Parsellerin Rasgele Tam Blok Tasarımına Göre Düzenlendiği Durum

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model  
Matematiksel Model  
Matematiksel Model  
Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:  
KARAR

Hipotez Testi:  
KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

Ana-parcel faktörünün düzeylerinin, ana-parcellere rasgele tam blok tasarımına göre atandığı/uygulandığı durum için bölünmüş parseller tasarımının matematiksel modeli

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij_{Ana}} + \gamma_k + \tau\gamma_{ik} + e_{ijk_{Alt}} \quad (20)$$

$$i = 1, 2, \dots, a; \quad j = 1, 2, \dots, r; \quad k = 1, 2, \dots, b$$

veya bazı kaynaklarda gösterildiği gibi

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij_{Ana}} + \gamma_k + \tau\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + e_{ijk_{Alt}} \quad (21)$$

$$i = 1, 2, \dots, a; \quad j = 1, 2, \dots, r; \quad k = 1, 2, \dots, b$$

dir.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

**Matematiksel Model**

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

Burada,

$y_{ijk}$ ,	ana-parsel faktörünün $i$ —inci, alt-parsel faktörünün $k$ —inci düzeyindeki $j$ —inci gözlem değerini,
$\mu$ ,	genel ortalamayı,
$\tau_i$ ,	ana-parsel faktörünün $i$ —inci düzeyinin etkisini (A faktörü),
$\beta_j$ ,	$j$ —inci bloğun etkisini,
$\gamma_k$ ,	alt-parsel faktörünün $k$ —inci düzeyinin etkisini (B faktörü),
$\tau\gamma_{ik}$ ,	ana-parsel faktörü (A faktörü) ile alt-parsel faktörü (B faktörü) arasındaki etkileşimi,
$\beta\gamma_{jk}$ ,	bloklarla alt-parsel faktörü (B faktörü) arasındaki etkileşimi,
$e_{ij\ Ana}$ ,	ana-parsel hata terimlerini ve
$e_{ijk\ Alt}$ ,	alt-parsel hata terimlerini

gösterir.

Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

**Matematiksel Model**

Matematiksel Model  
Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:  
KARAR

Hipotez Testi:  
KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

- (20) modeli sabit etkili bir modeldir; bir başka deyişle

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^a \tau_i = 0, \quad \sum_{j=1}^r \beta_j = 0, \quad \sum_{k=1}^b \gamma_k = 0, \\ \sum_{i=1}^a \tau \gamma_{ik} = \sum_{k=1}^b \tau \gamma_{ik} = 0 \end{aligned} \quad (22)$$

olduğu varsayılır.

- (20) modelinde,

$$e_{ij\text{ Ana}} \sim NID(0, \sigma_{\text{Ana}}^2) \quad , \quad e_{ijk\text{ Alt}} \sim NID(0, \sigma_{\text{Alt}}^2)$$

ve  $e_{ij\text{ Ana}}$  ile  $e_{ijk\text{ Alt}}$  in bağımsız oldukları varsayılır.

**UYARI:** (20) modelinde,  $\beta_j$  nin sabit kabul edildiği durumların dışında 0 ortalama ve  $\sigma_{\beta}^2$  varyans ile rasgele değişken olduğu durumlar da söz konusudur.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model  
Matematiksel Model

**Matematiksel Model**

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

(20) modelinde, iki ayrı hata terimi olduğundan, model parametrelerinin LS tahmin edicileri, ilgili hata terimi kullanılarak bulunur. Gerekli işlemler yapıldığında, parametrelerin LS tahmin edicileri

$$\tilde{\mu} = \bar{y}_{...} \quad (23)$$

$$\tilde{\tau}_i = \bar{y}_{i..} - \bar{y}_{...} \quad (24)$$

$$\tilde{\beta}_j = \bar{y}_{.j.} - \bar{y}_{...} \quad (25)$$

$$\tilde{\gamma}_k = \bar{y}_{..k} - \bar{y}_{...} \quad (26)$$

$$\tilde{\tau}\tilde{\gamma}_{ik} = y_{i.k} - \bar{y}_{i..} - \bar{y}_{..k} + \bar{y}_{...} \quad (27)$$

olarak elde edilir.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

**Parametre Tahmini**

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:  
KARAR

Hipotez Testi:  
KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

(20) modelinde, ana-parsel faktörünün anlamlılığı

$$H_{01} : \forall \tau_i = 0, \quad i = 1, 2, \dots, a; \quad (28)$$

blok etkisinin anlamlılığı

$$H_{02} : \forall \beta_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, r; \quad (29)$$

alt-parsel faktörünün anlamlılığı

$$H_{03} : \forall \gamma_k = 0, \quad k = 1, 2, \dots, b; \quad (30)$$

ve ana-parsel faktörü ile alt-parsel faktörü arasındaki etkileşimin anlamlılığı

$$H_{04} : \forall \tau \gamma_{ik} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, a; \quad k = 1, 2, \dots, b \quad (31)$$

hipotezleri kullanılarak sınanır.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model  
Matematiksel Model  
Matematiksel Model  
Parametre Tahmini

## Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:  
KARAR

Hipotez Testi:  
KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

# Hipotez Testi: Genel Kareler Toplamının Parçalanışı

(20) modelinde, genel kareler toplamı

$$SS_{Toplam} = SS_A + SS_{Blok} + SS_{Hata_{Ana}} + SS_B + SS_{AB} + SS_{Hata_{Alt}} \quad (32)$$

şeklinde bileşenlerine ayrılır. Burada,

$$\begin{aligned}
 SS_{Toplam} &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^b (y_{ijk} - \bar{y}_{...})^2 \\
 SS_A &= rb \sum_{i=1}^a (\bar{y}_{i..} - \bar{y}_{...})^2 \\
 SS_{Blok} &= ab \sum_{j=1}^r (\bar{y}_{.j.} - \bar{y}_{...})^2 \\
 SS_{Hata_{Ana}} &= b \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^r (\bar{y}_{ij.} - \bar{y}_{i..} - \bar{y}_{.j.} + \bar{y}_{...})^2 \\
 SS_B &= ar \sum_{k=1}^b (\bar{y}_{..k} - \bar{y}_{...})^2 \\
 SS_{AB} &= r \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^b (\bar{y}_{i.k} - \bar{y}_{i..} - \bar{y}_{..k} + \bar{y}_{...})^2 \\
 SS_{Hata_{Alt}} &= a \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^b (\bar{y}_{.jk} - \bar{y}_{.j.} - \bar{y}_{..k} + \bar{y}_{...})^2 + \\
 &\quad \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^b (y_{ijk} - \bar{y}_{ij.} - \bar{y}_{.jk} - \bar{y}_{i.k} + \bar{y}_{i..} + \bar{y}_{.j.} + \bar{y}_{..k} - \bar{y}_{...})^2
 \end{aligned} \quad (33)$$

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model  
Matematiksel Model  
Parametre Tahmini  
Hipotez Testi

**Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı**

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:  
KARAR

Hipotez Testi:  
KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

# Hipotez Testi: Test İstatistikleri

(20) modelinde, (28) hipotezini sınamak için

$$F_A = \frac{SS_A / (a - 1)}{SS_{Hata_{Ana}} / (a - 1)(r - 1)} = \frac{MS_A}{MS_{Hata_{Ana}}}, \quad (34)$$

(29) hipotezini sınamak için

$$F_{Blok} = \frac{SS_{Blok} / (r - 1)}{SS_{Hata_{Ana}} / (a - 1)(r - 1)} = \frac{MS_{Blok}}{MS_{Hata_{Ana}}}, \quad (35)$$

Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

**Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri**

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

# Hipotez Testi: Test İstatistikleri

(30) hipotezini sınamak için

$$F_B = \frac{SS_B / (b - 1)}{SS_{Hata_{Alt}} / a(r - 1)(b - 1)} = \frac{MS_B}{MS_{Hata_{Alt}}}, \quad (36)$$

ve (31) hipotezini sınamak için

$$F_{AB} = \frac{SS_{AB} / (a - 1)(b - 1)}{SS_{Hata_{Alt}} / a(r - 1)(b - 1)} = \frac{MS_{AB}}{MS_{Hata_{Alt}}} \quad (37)$$

test istatistikleri kullanılır.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

**Teorem 1.2** (20) modelinde,  $H_0$  hipotezi altında,

- (i)  $F_A$  test istatistiği,  $a - 1$  ve  $(a - 1)(r - 1)$  serbestlik dereceli merkezi  $F$  dağılımına sahiptir.
- (ii)  $F_{Blok}$  test istatistiği,  $r - 1$  ve  $(a - 1)(r - 1)$  serbestlik dereceli merkezi  $F$  dağılımına sahiptir.
- (iii)  $F_B$  test istatistiği,  $b - 1$  ve  $a(r - 1)(b - 1)$  serbestlik dereceli merkezi  $F$  dağılımına sahiptir.
- (iv)  $F_{AB}$  test istatistiği,  $(a - 1)(b - 1)$  ve  $a(r - 1)(b - 1)$  serbestlik dereceli merkezi  $F$  dağılımına sahiptir.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

- $F_A$  test istatistiğinin değeri,  $\alpha$  anlam düzeyinde,  $a - 1$  ve  $(a - 1)(r - 1)$  serbestlik dereceli  $F$  tablo değerinden daha büyükse sıfır hipotezi reddedilir. Bir başka deyişle,

$$F_A > F_{\alpha; a-1; (a-1)(r-1)}$$

ise "*Ana-parsel faktörü anlamlıdır*" denir.

- $F_{Blok}$  test istatistiğinin değeri,  $\alpha$  anlam düzeyinde,  $r - 1$  ve  $(a - 1)(r - 1)$  serbestlik dereceli  $F$  tablo değerinden daha büyükse sıfır hipotezi reddedilir. Bir başka deyişle,

$$F_{Blok} > F_{\alpha; r-1; (a-1)(r-1)}$$

ise "*Blok etkisi anlamlıdır*" denir.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:  
KARAR

Hipotez Testi:  
KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

- $F_B$  test istatistiğinin değeri,  $\alpha$  anlam düzeyinde,  $b - 1$  ve  $a(r - 1)(b - 1)$  serbestlik dereceli  $F$  tablo değerinden daha büyükse sıfır hipotezi reddedilir. Bir başka deyişle,

$$F_B > F_{\alpha; b-1; a(r-1)(b-1)}$$

ise "*Alt-parsel faktörü anlamlıdır*" denir.

- $F_{AB}$  test istatistiğinin değeri,  $\alpha$  anlam düzeyinde,  $(a - 1)(b - 1)$  ve  $a(r - 1)(b - 1)$  serbestlik dereceli  $F$  tablo değerinden daha büyükse sıfır hipotezi reddedilir. Bir başka deyişle,

$$F_{AB} > F_{\alpha; (a-1)(b-1); a(r-1)(b-1)}$$

ise "*Ana-parsel faktörü ile alt-parsel faktörü arasındaki etkileşim anlamlıdır*" denir. ♣

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel  
Kareler Toplamının  
Parçalanışı

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi: Test  
İstatistikleri

Hipotez Testi:  
KARAR

Hipotez Testi:  
KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

# ANOVA Tablosu

Yukarıda elde edilen bilgiler ışığında, ana-parsellerin rasgele tam blok tasarımına göre düzenlendiği durum için ANOVA tablosu, aşağıda gösterildiği gibi oluşturulur.

Kaynak	$df$	$SS$	$MS$	$F$
A	$a - 1$	$SS_A$	$MS_A$	$F_A$
Bloklar	$r - 1$	$SS_{Blok}$	$MS_{Blok}$	$F_{Blok}$
$Hata_{Ana}$	$(a - 1)(r - 1)$	$SS_{Hata_{Ana}}$	$MS_{Hata_{Ana}}$	
B	$b - 1$	$SS_B$	$MS_B$	$F_B$
AB	$(a - 1)(b - 1)$	$SS_{AB}$	$MS_{AB}$	$F_{AB}$
$Hata_{Alt}$	$a(r - 1)(b - 1)$	$SS_{Hata_{Alt}}$	$MS_{Hata_{Alt}}$	
Genel	$N - 1$	$SS_{Toplam}$		

## Giriş

Ana-Parsellerin Tamamen Rasgele Tasarıma Göre Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin Rasgele Tam Blok Tasarımına Göre Düzenlendiği Durum

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Matematiksel Model

Parametre Tahmini

Hipotez Testi

Hipotez Testi: Genel

Kareler Toplamının

Parçalanışı

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi: Test

İstatistikleri

Hipotez Testi:

KARAR

Hipotez Testi:

KARAR

ANOVA Tablosu

Beklenen Kareler

Ortalamaları

## Beklenen Kareler Ortalamaları

### Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

**Beklenen Kareler  
Ortalamaları**

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

(20) modelinde,

$$E(MS_A) = \sigma_{Alt}^2 + b\sigma_{Ana}^2 + \frac{rb \sum_{i=1}^a \tau_i^2}{a-1} \quad (38)$$

$$E(MS_{Blok}) = \sigma_{Alt}^2 + \frac{ab \sum_{j=1}^r \beta_j^2}{r-1} \quad (39)$$

$$E(MS_{Hata_{Ana}}) = \sigma_{Alt}^2 + b\sigma_{Ana}^2 \quad (40)$$

Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

**Beklenen Kareler  
Ortalamaları**

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

# Beklenen Kareler Ortalamaları

$$E(MS_B) = \sigma_{Alt}^2 + \frac{ra \sum_{k=1}^b \gamma_k^2}{b-1} \quad (41)$$

$$E(MS_{AB}) = \sigma_{Alt}^2 + \frac{r \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^b \tau \gamma_{ik}^2}{(a-1)(b-1)} \quad (42)$$

$$E(MS_{Hata_{Alt}}) = \sigma_{Alt}^2 \quad (43)$$

eşitlikleri geçerlidir.

## Giriş

Ana-Parsellerin  
Tamamen Rasgele  
Tasarıma Göre  
Düzenlendiği Durum

Ana-Parsellerin  
Rasgele Tam Blok  
Tasarımına Göre  
Düzenlendiği Durum

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

Beklenen Kareler  
Ortalamaları

Beklenen Kareler  
Ortalamaları