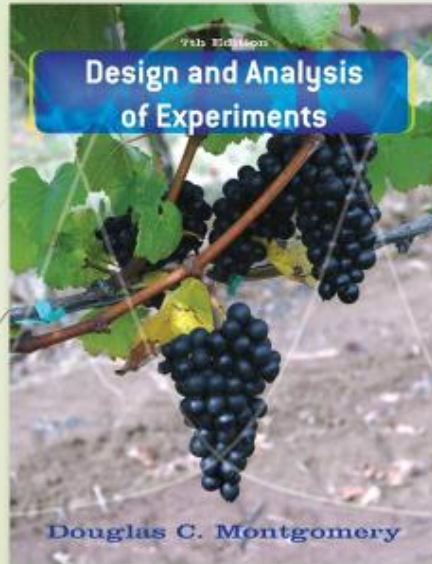


2

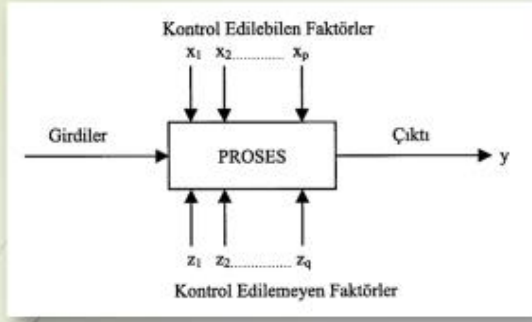
Bilimsel Araştırma Basamakları



3



4



PROSES:
Girdileri,
gözlemlenebilir/ölçülebilir
çıktı(lara) dönüştüren
kaynaklar.

DENEY AMAÇLARI:

1. y çıktısında en fazla hangi değişken(lerin) etkili olduğunu belirleme (Search)
2. y çıktısını istenilen optimum seviyede tutmak amacıyla x değişkenlerini hangi seviyelerde tutmak gerektiğini belirleme (optimization)
3. y çıktısının değişirliğini minimumda tutmak amacıyla etkili x değişkenlerini hangi seviyelerde tutmak gerektiğini belirleme (process control- servo problem)
4. z_1, z_2, \dots gibi kontrol edilemeyen değişkenlerin etkilerini minimumda tutmak amacıyla etkili x değişkenlerini hangi seviyelerde tutmak gerektiğini belirleme (process control- regulatory problem)

5

Deney Tasarımı Uygulamaları

Tarım:

gübre türlerinin
buğday verimi
üzerindeki etkisini
araştırmak

Hayvancılık:

barnak türlerinin
hayvanların et
verimi üzerindeki
etkisini araştırmak

Eczacılık:

piyasaya yeni
sürülen bir ilacın
etkisini varolan
ilaçların etkileriyle
karşılaştırmak

Mühendislik:

ürün kalitesini
iyileştirmek üzere
prosesin/sürecin
işletim koşullarını
belirlemek

6

Deney Tasarımları (Design of Experiments, Experimental Design)



- **Deney;** kontrol altındaki çeşitli durumların/koşulların deney birimlerinin (experimental unit) bilinmeyen karakteristik özellikleri üzerindeki etkisini test etmek amacıyla uygulanan bir işlem (veya süreç) olarak tanımlanabilir.
- Bazı kaynaklarda deney tasarımı yerine tasarlanmış deneyler (designed experiments) ifadesi de kullanılmaktadır.
- **Deney Tasarımı;** deney birimlerinin maruz kalacağı kontrol altındaki durumların/koşulların düzenlenmesiyle ilgilidir. Bu durumların/koşulların düzenlenmesi belli ilkeler ve kurallar çerçevesinde geliştirilen tasarımlar yardımıyla yapılır.
- Deney tasarımında ilgilenilen durumlar/koşullar **faktör (factor)** olarak adlandırılır ve faktörler iki (minimum ve maksimum) ya da daha fazla düzeye sahip olabilirler. Düzey sayıları araştırmacının kontrolü altında olabileceği gibi kontrolü dışında da olabilir.

7

- Deneyde birden fazla faktör olduğu durumlarda, faktör düzeylerinin kombinasyonları **deneme** olarak adlandırılır. Böyle durumlarda temel amaç, faktörlerin **ana etkileri (main effects)** ile birlikte **etkileşim etkilerini (interaction effects)** de test etmektir.

Örneğin;

- ✓ **Amaç:** Bakır levhaların belirli bir karakteristik özelliği (elektriksel iletkenlik, uzama vb.) üzerinde sıcaklığın etkisini incelemek
- ✓ **Faktör:** Sıcaklık
- ✓ **Faktör Düzeyleri:** 10°C, 20°C, 30°C (3 düzeyli)
- ✓ Faktör, **nicel (quantitative)** değişken.
- ✓ Düzey sayısı araştırmacı tarafından belirlenir, kontrol altındadır.
(her zaman böyle mi?)



8

- Deney birimleri (experimental unit), denemelerin rasgele olarak uygulandığı varlıklar.
- Gözlem birimleri (observational unit), üzerinde ölçümlerin yapıldığı varlıklar.
- Deney birimleri ile gözlem birimleri aynı olabileceği gibi farklı da olabilir.



Örneğin:

- ✓ **Amaç:** Üç farklı yemin buzağların doğum ağırlığına etkisini incelemek
- ✓ **Faktör:** Yem türü
- ✓ **Faktör Düzeyleri:** Y1, Y2, Y3 (3 düzeyli)
- ✓ Faktörler **nitel (qualitative)** değişken.
- ✓ **Deney birimi:** Yemlerin rasgele uygulandığı varlıklar inekler.
- ✓ **Gözlem birimi:** Üzerinde ölçümlerin yapıldığı varlıklar buzağlar.

9

- Deney birimlerinin, hakkında bilgi elde etmek istenen karakteristik özelliklerine, **yanıt (response)** veya **bağımlı değişken (dependent variable)** denir.
- **Bağımlı değişken nitel/nicel olabilir.**
- **Bağımlı değişkenin alacağı değerleri etkileyen kontrol edilebilir deneysel değişkenlere bağımsız değişken (independent variable) ya da - - - - - denir.**

Örneğin:

Benzer yaş ve kiloda (homojen) 20 kadına dört farklı diyet programı (D1, D2, D3, D4) uygulanarak, üç aylık bir sürenin sonunda uygulanan diyetlerin kilo kaybına olan etkileri araştırılmak isteniyor.

- **Bağımlı Değişken (Yanıt):** **Üç ay sonundaki kilo kaybı**
- **Bağımsız Değişken (Faktör):** **Diyet programları (D1, D2, D3, D4)**
- Faktörler ----- değişken.
- Deney birimi: -----
- Gözlem birimi: -----

11

Deney Tasarımının Temel İlkeleri



Deneysel hatanın azaltılması amacıyla kullanılırlar.

Bloklama

Rasgeleleştirme

Tekrar

12

Bloklama



Deneyin hassasiğini arttırmak için aralarında sistematik farklar bulunan deney birimleri, kendi içinde homojen, kendi aralarında heterojen olacak biçimde blok adı verilen gruplara bölünür.

- Y1, Y2 ve Y3 yemlerinin tavukların ağırlık artışına olan etkisi araştırılmak isteniyor.
- Bu amaçla yapılan bir deneyde, üç farklı ırkın (I1, I2, I3) her birinden 12şer tavuk olmak üzere toplam 36 tavuk kullanılıyor.
- Denemeler (Y1, Y2, Y3) arasında anlamlı karşılaştırmalar yapabilmek için türdeş olan tavuklar aynı blokta yer alacak şekilde, kendi içinde homojen, kendi aralarında heterojen üç farklı blok oluşturuluyor.
- Her deneme, her blokta 4er tavuğa uygulanıyor. Böylelikle türlerin ağırlık artışına olan etkisi deneme etkilerinden arındırılmış oluyor.
- Öte yandan, bloklama yapılmadan (tavukların farklı türden oldukları gözardı edilerek) denemeler tavuklara rasgele uygulansaydı, her deneme, her türden farklı sayıda tavuğa uygulanacağından, yemlerin etkisi ile türlerin etkisi karışır ve denemeler arasında anlamlı karşılaştırmalar yapılamazdı.

13

Rasgeleleştirme

Bununla beraber deney birimleri arasında doğası gereği veya çevresel koşullardan kaynaklanan farklılıklar her zaman mevcuttur. Bu farklılıklar rasgeledir.

Denemeler deney birimlerine rasgele uygulanmaz ise deneme etkileri arasındaki farklar ile hatanın varyansının tahmin değerleri yanlı (biased) olur.

Deney birimleri arasındaki farklılıkların, ölçüm değerleri üzerindeki sistematik etkisini kontrol altına almak için rasgeleleştirme yapılır. Böylece deney birimlerinde denemelerin uygulanma olasılıklarının eşit olması sağlanır.

MATLAB'da $x = \text{round}(1 + 19 * \text{rand}(10, 1))$

14

Tekrar

Denemelerin uygulandıkları deney birimi sayısına tekrar denir. 1'den büyük olmalıdır.

Denemelerin uygulandıkları deney birimi sayısı eşit ise bu tasarımlara **dengeli (balanced)** tasarımlar, eşit değilse- en az bir deneme için- **dengeli olmayan (unbalanced)** tasarımlar denir. Deney tasarımında deney birimlerinin mümkün olduğunca homojen olması istenir, bloklama kavramı da bu amaca yönelik olarak kullanılır.

DENEYSSEL ÇALIŞMALARIN METODOLOJİSİ

1. Klasik ya da Pasif Metodoloji

- Her seferinde bir parametre değiştirilir ve diğer bağımsız değişkenler sabit tutulur.
- Sistemin bağımsız değişkenlerinden o anda değiştirilenin sisteme etkisi incelenir.

2. Aktif ya da İstatistiksel Metodoloji

- Klasik metodolojinin yetersizlikleri (*kontrol edilemeyen faktör etkileri, faktör etkileşimlerinin yanıtta etkileri*) ortadan kaldırılır.

1. Klasik ya da Pasif Metodoloji

Deney Sayısı	Faktör Düzeyleri			Deney Sonucu
	A	B	C	
1	-1	-1	-1	y ₁
2	1	-1	-1	y ₂
3	-1	1	-1	y ₃
4	-1	-1	1	y ₄

- Güneş ışığının bitki gelişimi üzerindeki etkisini araştıran bir bilim adamının sırasıyla deney ve kontrol grubu diye adlandırdığı eşit su ve gübre şartlarına sahip ancak güneş gören ve görmeyen iki ayrı bitkinin gelişimini nicel olarak izlemesi şeklinde örneklendirilebilir.
- Güneşin bitki gelişimi üzerinde olumlu etkisinin görülmesi üzerine güneşli bir ortamda az su ve çok su verilen bitkinin gelişimleri incelenebilir ve aynı prosedür gübre ve bitki türleri için tekrarlanabilir.
- Ancak bu deneyde bitki-su, bitki-gübre, bitki-güneş, güneş-su gibi etkileşimlerin olumlu ya da olumsuz etkileri gözlemlenemeyecektir.

2. Aktif ya da İstatistiksel Metodoloji

- **Tam Faktöriyel Tasarımlar (Full Factorial Designs)**
- **Kesirli Faktöriyel Tasarımlar (Fractional Factorial Designs)**
- **Taguchi Metodu**
- **Yanıt Yüzey Yöntemleri (Response Surface Methods)**
 - Box-Behnken Tasarımı
 - Merkezi Kompozit Tasarım (CCD)