

**Denemenin Tanımı, Amaçları, Tertiplenmesi**

Üzerinde durulan olaylar hakkında bilgi edinilmesi, yorumlama yapılması ve sonuçların objektif bir şekilde değerlendirilmesi için deneme(araştırma) yapmak zorunludur. Deneme, bilimin ilerlemesi için temeldir. Araştırmacılar, denemelerden elde edilen bilgiler doğrultusunda teorilerini geliştirir, test eder, doğru veya yanlış olduğunu gösterirler.

Deneme, yeni gerçeklerin gözlenmesi veya daha önceki sonuçların doğrulanması veya yanlış olduğunun gösterilmesi için planlanmış ve veri toplama ile başlatılan çalışma veya işlemlerdir. Deneme, etrafımızda meydana gelen olayların anlaşılır bir şekilde açıklanması için kullanılan vasıtalarlardır. Deneme sonuçları önceden kesin olarak tahmin edilemeyen işlemlerdir.

Denemeler, üzerinde durulan olaya, ilgilenilen faktörlerin etkilerini araştırmak için kurulurlar. İster yetiştirici, isterse üretici olsun, araştırmacılar deneme kurmak veya deneme sonuçlarından faydalanmak ihtiyacını duyarlar.

Denemeler, en uygun zamanda ve masrafla en güvenilir sonuçların alınacağı şekilde kurulmalıdır. Bu şekilde kurulan denemelerden elde edilen veriler istatistik yöntemler kullanılarak analiz edilmekte ve sonuçlar genelleştirilebilmektedir. Bir deneme belirli amaçlar doğrultusunda tertiplenir

Bir buğday yetiştiricisi, yeni geliştirilen bir buğday varyetesinin verimi ile standart olarak kullanılan buğday varyetesinin verimini karşılaştırmak istiyor olsun. Bu durumda varyeteler karşılaştırılırken iki temel amaç vardır. Bu amaçlardan birincisi iki varyete arasında gerçek bir fark olup olmadığının kontrolü ve ikinci amaç farkın büyüklüğünün tahmin edilmesidir. Bu iki amaca ilave olarak bu denemenin diğer amacı da muamelelerin deneme materyalini neden ve nasıl etkilediğinin araştırılmasıdır.

**Denemelerin Tertiplenmesi**

Yukarıda belirtilen amaçların hangisi için bir deneme kurulmuş olursa olsun deneme, belirli ilkelere göre tertiplenmiş ve yürütülmüş olmalıdır.

Üzerinde çalışılan olay ile ilgili güvenilir bilgilerin elde edilmesi için denemeler amaca uygun olarak tertiplenmelidir. Denemeler kendiliğinden meydana gelmezler. Fakat çoğu zaman araştırmacılar amaca uygun bir deneme tertibi seçmeden denemeye başlarlar. Deneme tertibinin doğru seçilmemesi zaman ve kaynakların boşa harcanmasına sebep olacağı gibi elde edilen bilgilerin güvenilirliğini de etkiler.

Denemeyi tertipleyecek araştırmacının yerine getirmesi gereken adımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1) Deneme tertiplenirken ilk olarak yapılması gereken denemenin amacının çok iyi bir şekilde belirlenmesidir. Çünkü önceden belirlenecek amaç araştırılan olayın daha iyi anlaşılmasını ve güvenilir sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır.

2) Amaç belirlendikten sonra denemede bağımsız değişkenlerin yani faktörlerin ve faktör seviyelerinin belirlenmesi gerekir. Denemede araştırılan faktörler(muameleler) nitel veya nicel olabilirler. Eğer faktör seviyeleri nicel ise faktör seviyelerinin deneme süresince istenilen değerlerde olmasının nasıl kontrol edileceğinin ve nasıl ölçüleceğinin belirlenmiş olması gerekir.

3) Denemede çalışılan olayda hangi tepki, yani bağımlı değişkenin/ değişkenlerin seçileceği araştırma kurulmadan önce belirlenmiş olmalıdır. Çalışılan olayla ilgili en yeterli bilgilerin elde edilmesi için hangi tepki değişkeninin ölçülmesi gerektiği, en güvenilir şekilde ölçümlerin nasıl yapılacağı elde edilecek sonuçların güvenilirliği açısından çok önemlidir.

4) Farklı amaçlar için tertiplenecek denemeler için farklı deneme tertipleri geliştirilmiştir. Deneme tertibi, çalışılan olayla ilgili verilerin, en doğru, en güvenilir, en kısa zamanda ve en az enerji harcayarak toplanması için faktörlerin deney ünitelerine uygulanma düzenini belirleyen organizasyon biçimi yani planıdır.

5) Denemede, her işlemin planlandığı şekilde yerine gelip gelmediği araştırmacı tarafından düzenli olarak kontrol edilmelidir. Ölçümlerin doğru olarak toplandığından, deneme ortamının deneme boyunca homojen olduğundan emin olmak için dikkat etmelidir.

6) Denemeden toplanan verilerin istatistik olarak analiz edilmesi gerekir. Hangi analiz yönteminin kullanılacağını seçilen deneme tertibi ve toplanan veriler belirler. Araştırmacı, uygun analiz yönteminin kullanılarak analiz edileceğinden emin olmalı, gerekirse bir istatistikçinin danışmanlığına başvurmalıdır.

7) Verilerin analizi ile elde edilecek sonuçların denemenin amacı doğrultusunda yorumlanması ve gelecek araştırmalara ışık tutacak şekilde önerilerin yapılması ve sonuçların genelleştirilmesi gerekir.

### Deneme Tertibinin Seçimi

Kendisinden, bir veya birden fazla özelliğe ait veri elde edilen her şeye DENEY ÜNİTESİ (experimental unit) denir. Deneme ünitesi, araştırılan konuya bağlı olarak insan, hayvan, bitki, parsel, işletme, taş, toprak parçası, makine vb. olabilir.

Geliştirilen deneme tertiplerinden hangisinin kullanılmasını gerektirdiğini belirleyen kriterler vardır. Bir deneme kuracak olan araştırmacı bu kriterleri dikkate alarak en uygun deneme tertibini seçmelidir. Seçilecek deneme tertibini belirleyen kriterler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- 1) Deneme materyalinin homojenliği,
- 2) Denemede araştırılan faktör sayısı,
- 3) Her faktörün seviye sayısı,
- 4) Faktörlerin araştırmadaki önem seviyesi.

Bir deneme tertiplenirken hangi deneme tertibinin seçileceğini belirleyen en önemli kriter deneme materyalinin homojenliğidir. Eğer araştırmacı yeteri miktarda homojen deneme materyaline sahip ise en güvenilir, uygun ve uygulanması en kolay olan deneme tertibi **Tesadüf Parselleri** deneme tertibidir. Kurulacak olan deneme hayvancılık ile ilgili ise deneme materyali hayvanlardır. Bu durumda araştırılan özelliğe ve faktöre reaksiyon bakımından hayvanların homojen olması gerekir. Örneğin, 4 farklı rasyonun canlı ağırlık üzerine etkisi araştırılacak ise aynı özellikte yeteri sayıda hayvan varsa Tesadüf Parselleri deneme tertibi kullanılabilir.

Denemede kullanılacak materyal araştırılacak faktörlere reaksiyon bakımından farklılık gösterebilir. Bu durumda deneme materyalinin kendi içinde homojen deney ünitelerinden oluşan gruplara ayrılması gerekir. Kendi içinde homojen olan bu gruplara **Blok** denir. Eğer deneme materyali araştırılan faktöre reaksiyonu etkileyen bir özellik bakımından homojen değilse söz konusu özellik bakımından kendi içinde homojen gruplara ayrılır. Bu durumda denemenin **Tesadüf Blokları** deneme tertibinde yürütülmesi gerekir.

Canlı ağırlık üzerine üç farklı rasyonun etkisini araştırmak üzere kurulacak denemede ise hayvanlar yaş bakımından homojen olmayabilir. Bu durumda hayvanlar yaş bakımından homojen gruplara yani bloklara ayrılmalıdır.

Bir deneme kurulacağı zaman deneme materyalinin, araştırılan faktörlere reaksiyonu etkileyen iki özellik bakımından homojen olmadığı biliniyor olabilir. Bu durumda araştırmacı, deneme materyalini her iki özellik bakımından homojen gruplara ayırmalı, yani çift yönlü bloklama yapmalıdır. Bu durumda denemenin **Latin-kare** deneme tertibinde yürütülmesi gerekir. Örneğin, bir hayvancılık denemesinde hayvanlar hem yaş hem de laktasyon bakımından farklılık gösteriyorsa bu özellikler bakımından hayvanların bloklara ayrılması gerekir. Bloklamanın iki yönlü yapıldığı durumlarda kullanılması gereken deneme tertibi Latin kare deneme tertibidir. Hayvancılıkta zaman ve yaş farkı araştırılan faktörlerin etkisini değiştirebilir. Böyle bir durum söz konusu ise denemeden güvenilir sonuçların anılabilmesi için denemenin Latin kare deneme tertibinde yürütülmesi gerekir. Denenecek faktör sayısı kadar hayvan alınır. Bu Latin kare deneme tertibindeki bir bloğu oluşturur. Zaman faktörü ise ikinci bloğu oluşturur. Daha sonra her bir faktör, her bir zamanda her bir hayvana uygulanır.

En uygun deneme tertibinin seçimini etkileyen diğer kriterler ise faktör sayısı, dikkate alınan faktörlerin seviye sayısı ve faktörlerin araştırmadaki önem seviyesidir.

Bir deneme üzerinde durulan özelliğe bir faktörün etkisini araştırmak için kurulabilir. Bu denemelere Tek faktörlü (tek yönlü) denemeler adı verilir. Eğer bir denemede aynı anda iki veya daha fazla faktörün etkisi araştırılıyor ise bu denemelere faktöriyel denemeler denir.

Birden fazla faktörün söz konusu olduğu denemelerde hangi deneme tertibinin kullanılması gerektiğini dikkate alınan faktör ve her faktörün seviye sayısı etkiler. Faktör ve faktörlerin seviye sayısı arttıkça kullanılması gereken homojen materyal miktarı artar.

Kurulan araştırmada incelenecek faktörlerin hepsi aynı önem seviyesine sahip olmayabilir. Araştırmacı için faktörlerden biri hakkında daha hassas bilgi etmek daha önemli olabilir. Bu durumda denemenin bölünmüş parseller düzeninde uygun deneme tertibinde yürütülmesi gerekir.

Bir denemedeki faktör ve faktör seviye sayısı arttıkça gereksinim duyulan homojen deneme materyalinin miktarı artar. Her zaman yeterli miktarda homojen deneme materyali bulmak mümkün değildir. Deneme materyalinin homojen olmadığı durumlarda deneme materyali homojen gruplara ayrılır. Bu gruplar küçültülerek deneme tam olmayan bloklar tertibinde yürütülmelidir. Tam olmayan bloklar deneme tertibi faktör ve faktör seviye sayısının çok olduğu denemeler için geliştirilmiştir.

### Deneme Tertiplenirken Dikkat Edilmesi Gereken Kurallar

Bir deneme tertiplenirken göz önünde bulundurulması gereken en önemli nokta deneme(deneysel) hatası (experimental error) dır ve bunun en aza indirilmesidir.

Aynı muameleye tabi tutulan deney üniteleri arasında tesadüften ileri gelen farklılığa **deneme hatası (experimental error)** denir. Bu denemede bir hata yapıldığı anlamına gelmez. Bu, kullanılan materyalin yapısında var olan değişimden dolayı meydana gelen farklılıktır. Bir araştırmacı, örneğin buğday varyeteleri arasındaki farklılığın önemli olup olmadığını kontrol etmek ve farklara ait güven aralığını hesaplamak isterse deneme hatasını hesaplayabilmelidir.

Bir denemede kullanılacak materyal, etkileri birbirleriyle karşılaştırılacak muamele sayısı kadar gruba ayrılır ve her gruba muamelelerden biri uygulanır. Her grupta birden fazla deney ünitesi bulunur. Bunlar aynı işleme tabi tutuldukları halde söz konusu işleme karşı tamamen aynı reaksiyon vermezler; dolayısıyla üzerinde durulan özellik bakımından farklı değerlere sahip olabilirler. İşte bu farklılık deneme hatası olarak bilinir ve varyans cinsinden hesaplanır. Deneme hatası hesaplanamazsa denemede dikkate alınan muameleler arası farklılık belirlenemez. Eğer her işleme yalnız birer ünite ayrılırsa (ki bu durumda deneme hatasından söz edilemez) bunlar arasında tespit edilebilecek farklılığın, bütün üniteler aynı muameleye tabi tutulmuş olsalardı yine aynen gözleneceği, dolayısıyla muameleler arasında herhangi bir farklılığın olmadığı ileri sürülebilir.

İkinci olarak deneme hatası ne kadar küçük olursa, işlemler arası farklılık da o kadar hassas olarak belirlenebilir. Çünkü işlemler arası farklılık, ancak deneme hatasından büyük ise gerçektir.

Bir deneme tertiplenirken deneme hatasının en aza indirilmesi için dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) Tekerrür sayısı çoğaltılmalıdır.
- 2) Deneme materyali homojen olmalıdır.
- 3) Muameleler deney ünitelerine tesadüfi olarak dağıtılmalıdır.

### 1. Tekerrür Sayısı Çoğaltılmalıdır

Aynı muameleye tabi tutulmuş deney ünitelerine tekerrür denir. Tekerrür, aynı muameleye tabi tutulmuş birden fazla gözlem sağladığı için deneme hatasının tahminini mümkün kılar. Tekerrür sayısının artması deneme hatasını azaltarak isabetin (doğruluğun) artmasını sağlar. Hiçbir zaman unutulmaması gereken nokta bir deneme tertiplenirken istatistik analizlerin yapılabilmesi için her grupta en az iki tekerrürün bulunması gerektiğidir. Buradan da anlaşılacağı gibi gruptaki tekerrür sayısı arttıkça deneme hatası azalır. Ancak, gruptaki tekerrür sayısı artırılırken denemenin materyalini lüzumsuz yere artırmamaya ve deneme materyalinin homojenliğini bozmamaya dikkat edilmelidir.

Tekerrür konusunda bilinmesi gereken önemli bir konuda aynı muamele grubunda yer alacak deney ünitelerinin birbirinden bağımsız olmasıdır. Bir deney ünitesinden elde edilen 3 gözlem, 3 tekerrür demek değildir. Aynı deney ünitesinden elde edilen gözlemlere Paralel denir, yani 3 gözlem birbirinin paralelidir. Paraleller arası farklılık istatistik metotlara göre deneme hatası değildir. Paraleller arası farklılık analiz metodunun ve/veya analizi yapan kişinin tutarlılığını gösteren bir ölçüdür. Muameleler arası farklılığın kontrolü için gözlemlerin bağımsız deney ünitelerinden alınması gerekir, yani tekerrürlü çalışılması şarttır.

Aynı muameleye tabi tutulan deney üniteleri bağımlı ise, birbirine olması gerekenden daha fazla benzerler. Bu da deneme hatasının küçülmesine sebep olur. Ancak bu, geçerli olmayan bir küçültmedir. Bu durumda muameleler arası farklılık, muameleler içindeki farklılıktan daha fazla olur. Bu da karşılaştırılacak muamele gruplarının farklı etkilere sahip olduğu kararına varılmasına sebep olur. Fakat varılan bu karar güvenilir olmadığı gibi son derece yanıltıcıdır.

### 2. Deneme Materyali Homojen Olmalıdır

Etkileri karşılaştırılacak muamelelere tabi tutulacak materyal ne kadar homojen ise, aynı gruba ayrılacak deney üniteleri arası farklılık da o kadar az olacaktır. Deneme hatasının bu şekilde azaltılması daha fazla tercih edilir. Çünkü homojen deneme materyali ile çalışıldığı zaman tekerrür sayısının ve masrafın azalması, başka hata kaynaklarının ortadan kaldırılması mümkündür.

Her zaman her bakımdan istenen derecede homojen deneme materyali elde etmek mümkün değildir. Bu sebeple de araştırmacı, yalnızca araştıracağı faktöre reaksiyon bakımından homojen deneme materyali elde etme yoluna gitmelidir. Mesela boynuz büyüklüğü bakımından farklı olan inekler, çeşitli mevsimlerdeki doğumların süt verimine etkilerini incelemek üzere yapılacak bir deneme için (ırk, yaş vb bakımından farklı değillerse) son derece uygundur, çünkü boynuz büyüklüğünün sığırdaki süt verimine etkisi yoktur.

Diğer taraftan, eğer homojenlik belirli faktör veya özellik bakımından bozulmuş ise, o zaman materyal bu faktör veya özelliğe göre gruplandırılır, yani gruplara ayrılır. Böylece her bloktaki ünitelerin birbirlerine benzemeleri sağlanmış olur.

### 3. Muamelelerin Tesadüfi Dağıtılması

Deneme kullanılacak materyalin homojen olarak seçilmesine ne kadar çalışılırsa çalışılsın, bunun mutlak olarak sağlanması mümkün değildir. Denemede kullanılacak deney üniteleri arasında belirli bir faktöre bağlanamayan farklılıklar mutlaka bulunacaktır. Buna tesadüfi farklılıklar denir. Bunun, deneme sırasında veya deneme sonunda muamele grupları arasında meydana gelecek farklılığı etkilememesi için deneme başında giderilmesi gerekir. Bu amaçla tavsiye edilen yol, muamelelerin, deney ünitelerine tamamen tesadüfi olarak dağıtılmasıdır. Muamelelerin deneme materyaline rasgele dağıtılması kura yolu ile veya tesadüf sayıları kullanılarak yapılır. Seçilen deneme tertibine göre tesadüfi dağıtımın nasıl yapılacağı ileride açıklanacaktır.

Deneme hatasının azaltılması için açıklanan bu üç kuraldan başka dikkat edilmesi gereken noktalarda vardır. Araştırmacı denemesini yürütürken ve veri toplarken dikkatli olmalıdır. Deneme sırasında sonucu etkileyebilecek bazı olaylar belirebilir. Mesela materyalden bir kısmı bozulabilir veya hastalanabilir. Bunun zamanında fark edilmesi ve böyle deney ünitelerinin deneme dışı bırakılması gerekir. Verilerin elde edilmesinde konunun gerektiği kadar hassas aletler kullanmak ve elde edilen verileri hata yapmadan kaydetmek gerekir.

### Yararlanılan Kaynaklar

- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları. (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295. Ankara.
- FREUND, J. E. 1971. Mathematical Statistics. Second Edition. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- MONTGOMERY, D. C. (2001). Design and Analysis of Experiments (Fifth Edition). John Wiley & Sons Inc., New York, USA.
- PETERSON, G. R. 1985. Design and Analysis of Experiments. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel.
- SNEDECOR, W. and COCHRAN W. G. 1980. Statistical Methods. Seventh Edition. The Iowa state University Press, Ames, Iowa, USA.

**1. Experiment - Wikipedia**

<https://en.wikipedia.org/wiki/Experiment>

**2. What Is an Experiment? Definition and Design**

<https://www.thoughtco.com/what-is-an-experiment-607970>

**3. Steps in conducting an experiment**

<http://learning.chem21.eu/process-design/-/design-of-experiments/the-experimental-design-process/>

<https://www.verywellmind.com/how-to-conduct-a-psychology-experiment-2795792>

[https://www.henry.k12.va.us/cms/lib04/VA01000023/Centricity/Domain/402/Experimental\\_Design.pdf](https://www.henry.k12.va.us/cms/lib04/VA01000023/Centricity/Domain/402/Experimental_Design.pdf)

<http://www2.latech.edu/~sajones/Senior%20Design%20Web%20Pages/Steps%20in%20Planning%20a%20Research%20Experiment.htm>

**4. The Design of Experiments**

<https://faculty.elgin.edu/dkernler/statistics/ch01/1-6.html>

**5. Experimental method of Research - SlideShare**

<https://www.slideshare.net/sazzadkarim2/experimental-38497054>

**6. The Experimental Method - Colby College**

[https://www.colby.edu/biology/BI17x/expt\\_method.html](https://www.colby.edu/biology/BI17x/expt_method.html)

**7. Design of experiments**

[https://en.wikipedia.org/wiki/Design\\_of\\_experiments](https://en.wikipedia.org/wiki/Design_of_experiments)

**8. (PDF) 5 Principles of Experimental Designs and Analysis ..**

[https://www.academia.edu/40229384/5\\_Principles\\_of\\_Experimental\\_Designs\\_and\\_Analysis](https://www.academia.edu/40229384/5_Principles_of_Experimental_Designs_and_Analysis)

**9. Principles of Experimental Design Statistical Thinking in Biomedical Research**

<http://biostat.mc.vanderbilt.edu/wiki/pub/Main/ClinStat/dox.rm.pdf>

**10. Chapter 4 Experimental Designs and Their Analysis**

<http://home.iitk.ac.in/~shalab/anova/chapter4-anova-experimental-design-analysis.pdf>

**11. Lecture 1 Basic principles of design and statistics**

<http://www.isbreeding.net/common/UploadFiles/file/teaching/EDSA-NoteExerciseAnswer/Lecture%201.pdf>