

Gıda Mühendisliğinde Deneysel Araştırmalar İçin Yoğun Olarak Kullanılan Deneme Modelleri

Murat ÇİMEN

Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tunceli

Özet

Gıda Mühendisliğinde deneysel araştırmalar için yoğun olarak kullanılan deneme modelleri sahada kullanılan istatistik yöntemlere uygun olmalıdır. İstatistiksel analizler bir araştırma metodolojisi olarak istatistik kullanan tüm deneysel araştırmalar için elzemdir. Bilim ve mühendislik alanındaki pek çok önemli deneysel araştırmalarda istatistiksel analiz gereklidir. Gıda bilimi alanındaki araştırmacıların birçok alanda kullanılan yararlı deneme modellerini bilmeye ihtiyaçları vardır. Bu çalışmada Gıda Mühendisliği alanında kullanılan tek ve çok faktörlü modeller gibi deneme modelleri hakkında temel bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gıda; Mühendislik; Deneysel Araştırmalar; Deneme modelleri

Experimental Models Used Extensively For Empirical Researches In Food Engineering

ABSTRACT

Experimental Models Used Extensively for Empirical Researches in Food Engineering should be favorable based on statistical methods in this area. Statistical analysis is basic to all empirical researches that use statistics as a research methodology. Many important experiments in natural science and engineering need statistical analysis. Researchers in food science need to know useful experimental models as so many areas use it. Basic information is given in this study about experimental models such as one and multiple factor models in food engineering.

Keywords: Food; Engineering; Empirical Researches; Experimental Models

mcimen@tunceli.edu.tr

GİRİŞ

Bilimsel nitelikli deneysel araştırmaların kurulması, yürütülmesi ve elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinde deneme öncesi yapılan planlamalar büyük önem taşımaktadır (Açıkgöz 2001). Deneme öncesi planlamalarda yapılacak hata denemede elde edilecek sayısal verilere istatistik yöntemler uygularken birçok zorluğu beraberinde getirmekte ve ayrıca istenilen sonuçlara ulaşmada çoğu zaman yetersizlikler oluşturmaktadır (Saunders2009). Bu sebeple mühendislik alanında çalışan kişilerin alanlarında yoğun olarak kullanılabilirliği olan deneme modellerini bilmeleri o modellere uygulanacak en uygun istatistikî yöntemleri seçmelerinde avantaj sağlayacaktır. Aslında deneme modelleri ile ilgili birçok yayın literatürde olmakla birlikte, bu modeller çoğunlukla Sosyal Bilimlerin deneme modellerini tanımlamaktadır (Howel 1987). Sosyal Bilimlerin çokça üzerinde durduğu anket çalışmaları dışında, daha çok laboratuvar ve deneme sonuçları ile ilgilenen fen ve mühendislik alanında çalışan kişilerin kendi alanlarında en yaygın olarak kullanılan deneme modellerini tanımaları ve bu modellere uygulanacak istatistikî yöntemleri bilmeleri büyük önem taşımaktadır. Yapılan literatür taramasında fen ve mühendislik alanında yoğun olarak kullanılan deneme modellerinin tanımlanması üzerine yayınlanmış bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Son yıllarda Gıda Mühendisliği alanında istatistiksel kontrollerin yapıldığı araştırmalar literatürde artış göstermiştir (Çimen et al 2009; Çimen & Tekeloğlu 2011; Eryılmaz et al 2013; Tekelioğlu et al 2010; Tekeloğlu & Çimen2011). Bu çalışma, özellikle Gıda Mühendisliği alanı ile ilgili laboratuvar ve deneysel çalışmalarda kullanılan bağımsız ve bağımlı değişkenler dikkate alınarak bu değişkenlere göre oluşturulan deneme modellerinin tanımlanması ve bu modellere uygulanabilecek istatistikî yöntemlerin neler olabileceği konusunda fikir vermek amacıyla ele alınmıştır.

1. GIDA MÜHENDİSLİĞİNDE YOĞUN OLARAK KULLANILAN DENEME MODELLERİ

1.1. Tek Faktörlü Deneme Modeli

Bu deneme modelinde bir bağımsız değişkenin, bağımlı değişken veya bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi araştırılmaktadır (Ntoumanis 2005). Bağımsız değişken

denince bağımlı değişkene etki eden ve onu değiştiren değişken akla gelir. Örneğin çevre sıcaklığının meyve asitliğine etkisinden bahsedilirken bağımsız değişken çevre sıcaklığıdır. Bağımlı değişken ise çevre sıcaklığına göre değişen meyve asitliğidir. Tek faktörlü deneme modelinde tek bağımsız değişken (çevre sıcaklığı gibi) vardır. Tek bağımsız değişken bir bağımlı değişkene (asitlik gibi) veya birden fazla bağımlı değişkene (asitlik, protein, kuru madde vb.) etki edebilir. Tek faktörlü deneme modelinde, bir bağımsız değişkene göre oluşturulan muamele gruplarının sayısına bağlı olarak alt grupları oluşturmak mümkündür:

1.1.1. Tekli Muamele Grubu

Bu modelde parametrik test yöntemlerini uygulayabilmek için bir muamele grubu içinde en az 7 mümkünse 10 adet tekerrür oluşturulur. 7'den az tekerrür sayısında non-parametrik yöntemleri uygulamak daha sağlıklı sonuçlar verecektir (Çimen 2015). Tekli muamele grubuna aşağıdaki örneği verebiliriz (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tunceli sarımsağında besin parametreleri

Tekerrür (N)	Su, %	Organik madde, %
1	84.2	13.5
2	84.5	13.6
3	84.3	13.9
4	84.2	13.2
5	84.5	13.4
6	84.4	13.5
7	84.3	13.7

Yukarıdaki Çizelge'de bir araştırmacı Tunceli sarımsağından 7 adet örnek veya diğer deyişle tekerrür (parametrik yöntemleri uygulayabilmek için) almış ve bunlarda su ve

organik madde oranlarını bulmuştur. Şimdi hemen şu soru akla gelebilir. “Böyle bir veriden ne tür araştırmalar çıkarılabilir?” Bu soruya yanıt verebilmek için yeterli bir istatistik ve veri analizi bilgisine sahip olmak gereklidir. İlk önce böyle bir veri ile genel bir popülasyon ortalaması ve standart sapma değerleri verilerek söz konusu çeşide ait betimsel istatistik dediğimiz genel tanımlayıcı bir istatistikten yararlanılabilir [9]. Eğer örneklerimize ait ortalama değerlerin başka bir grubun ortalama değerleriyle karşılaştırılması isteniyorsa, iki grup ortalamalarının karşılaştırmaları (bağımsız ve bağımlı iki örnek t testi) veya varyans analizi (2’den fazla grup ortalamalarının karşılaştırılması) yöntemlerinden yararlanamayız. Çünkü elimizde bir tane grup vardır. Bu bir tane grup eğer ortalama değer olarak karşılaştırma yapılmak isteniyorsa ancak referans değerleri ile karşılaştırılabilir. Referans değer olarak, örneğin ülke standartlarında veya Dünya Sağlık Örgütünün bildirdiği normal bir sarımsakta olması gereken referans değerler (su ve organik madde için) varsa bizim grubumuzdan elde ettiğimiz ortalama değerler bu referans değerler ile karşılaştırılabilir. Bu karşılaştırmanın yapılabilmesi için ilk önce grubumuzdan elde ettiğimiz verilere normal dağılım testi uygulamamız gerekecektir. Verilerimiz normal dağılım gösteriyorsa parametrik test yöntemi olan tek örnek t testini kullanabiliriz (Çimen 2011). Eğer verilerimiz normal dağılım göstermiyorsa veya N (tekerrür) sayımız 7’nin altında ise tek örnek t testini uygulamamız sağlıklı olmayacaktır. Bu durumda Wilcoxon Tek Örnek İşaret Sıralaması Testi uygulanmalıdır (Box 2005). Eğer verilerimizi ortalama bazında karşılaştırma şeklinde değil de bağımlı değişkenler (bizim örneğimizde su ve organik madde) arası ilişkilerin belirlenmesi şeklinde bir araştırma düşünüyorsak bu seferde yine normal dağılım gösteren verilerimize regresyon analizi veya korelasyon analizi uygulamamız mümkündür. Regresyonda bir değişkenin diğeri üzerine bağımlı ilişkisinden söz edilirken, korelasyonda iki değişken arasındaki ilişkinin şiddeti ve yönünü saptamak esas amaçtır (Hair 2006). Araştırmamızda “su içeriğine bağlı olarak organik madde nasıl değişir?” diye sordüğümüzde regresyon analizinden yararlanılırken, su ve organik madde içerikleri arasındaki ilişkinin şiddeti ve yönünü birbirlerine bağımlılık aramadan saptamak için korelasyon analizinden yararlanmak mümkündür.

1.1.2. İkili Muamele Grubu

Bu modelde iki muamele grubumuz vardır. İki gruptan elde edilen bağımlı değişkenlere ait verilerin analizi sonucunda iki muamele grubunu ortalama bazında karşılaştırmamız mümkündür. Bunun için ilk önce her iki muamele grubunu da normal dağılım testine tabi tutmamız gerekir. Normal dağılım görülmesi halinde parametrik test yöntemlerinden yararlanabiliriz. Bu arada her iki grupta da tekerrür sayısının 7 den aşağı olmamasına dikkat etmek gerekmektedir. Söz konusu ikili muamele gruplarında bağımsız ve bağımlı gruplar olmak üzere iki alt grup olabilir (Hinton 2004). Bu gruplara göre uygulayacağımız istatistikî yöntemler farklılık gösterecektir.

1.1.2.1. Bağımsız Gruplar

İki muamele grubunun fertleri veya örnekleri farklı iki popülasyondan geliyorsa bu gruplar arasında bağımlılık şartı aranmaz. Bu şekilde birbirinden bağımsız iki muamele grubundan elde edilen bağımlı değişkenlere ait ortalamaların iki grup arasında karşılaştırılmasında bağımsız iki örnek t testinden yararlanır (Norusis 1993). Eğer veriler yeterli değilse (7'den az) veya homojenlik şartı sağlanamamışsa bağımsız iki örnek t testi yerine, bu testin non-parametrik karşılığı olan Mann Whitney U testi tercih edilmelidir. Bu modele örnek olarak; Tunceli Sarımsağı ile Kastamonu Taşköprü Sarımsağını bağımlı değişkenler (su oranı ve organik madde gibi) bakımından karşılaştırmak istiyorsak veriler parametrik özellikte ise bağımsız iki örnek t testinden, değilse Mann Whitney U testinden yararlanmamız gerekecektir (Hair 2006).

1.1.2.2. Bağımlı Gruplar

İki muamele grubunun fertleri veya örnekleri aynı popülasyondan geliyorsa ve iki muamele grubu, bu tek popülasyonun iki farklı zaman dilimi veya iki farklı ortamdan elde edilmiş değerlerine göre oluşturulmuşsa bağımlı gruplar altında anılır. Bu deneme modelinde aynı popülasyonun fertleri veya örneklerinden elde edilen verilerin iki farklı zamana göre veya farklı iki ortamda nasıl farklılık gösterdiği gibi bir mantık yürütülür (Ntoumanis 2005) . Bu modelde veriler parametrik özellikte ise Bağımlı iki örnek t testinden, değilse Wilcoxon Signed Rank testinden yararlanır (Çimen 2015). Tunceli

Sarımsağı örneğinden yola çıkarsak, yine en az 7 adet Tunceli Sarımsağı örneğimiz olduğunu düşünelim. 7 adet Tunceli Sarımsağını ilk önce hasadın ilk gününde 1. örnekten başlayarak 7 örnek için her bir örnekten alınan bir iki diş üzerinde organik madde ve su oranları saptanır. Daha sonra hasattan 2 ay sonra (60.gün) yine her bir örnekten sırayla alınan dişlerde organik madde ve su örnekleri saptanır. Böylece Hasadın 1. günü ve 60. günü için her bir örneğe ait ilk gün ve 60. gün su ve organik madde değerlerine ait veriler olacaktır. Böylece her bir örneğin ilk gün ve 60. günleri arasındaki değişimleri dikkate alınarak iki farklı zaman diliminde su ve organik madde ortalamaları bakımından farklılık olup olmadığı test edilebilir. Veya 7 adet sarımsağı ilk önce soğukta sonra sıcakta bekleterek, soğukta beklerken alınan dişlerden elde edilen su ve organik madde oranları ile aynı örnekleri daha sonra sıcakta bekleterek su ve organik madde değerleri belirlenebilir. Böylece ya farklı iki zaman dilimine göre veya iki farklı ortama göre aynı örnekler üzerinden alınan değerleri ortalama bazında karşılaştırma imkânı olacaktır. Bağımsız iki örnek t testinde iki muamele grubunun örnekleri birbirinden farklı olduğu için farklılıklar belirlenirken örnekler arasında ilişki aranmaz. Ancak bağımlı iki örnek t testinde aynı örneklerin farklı iki zaman dilimi veya farklı iki ortamdan elde edilen verileri karşılaştırılırken örneklerin değişimlerinin yönü ve şiddetini belirlemek için söz konusu testin içinde korelasyon analizi sonuçları da verilmektedir. Bağımlı iki örnek t testinde farklı iki zaman veya iki ortama göre ortalamalar arasında farklılıkların olup olmadığı belirlenirken, her bir örnekteki verilerin zaman veya ortam farklılığına göre paralel yönde değişip değişmediği de test edilmiş olur (Hinton 2004).

1.1.3. İki Deneye Fazla Muamele Grubu

Bu deneme modelinde yine bir bağımsız değişken vardır. Ancak bir bağımsız değişkenin en az 3 muamele grubu olmalıdır. Muamele grupları bir veya birden fazla bağımlı değişkene göre karşılaştırılır (Leech 2005). Bağımlı değişken sayısına göre sınıflandırılacak olunursa;

2.1.3. Tek Bir Bağımlı Değişkene Göre

Bu deneme modelini anlayabilmek için örnek olarak yine sarımsak üzerinden gidilirse, bağımsız değişkenimiz sarımsak çeşitleri olacaktır. Tunceli Sarımsağı, Kastamonu Sarımsağı ve İspanyol Sarımsağı olarak 3 grubu tek bir bağımlı değişkene (su oranı gibi) göre karşılaştırmak istersek Tek yönlü Anova (One Way Anova) testinden yararlanmamız gerekecektir. Varyans analizi yapabilmek için verilere homojenlik testi uygulamak gerekecektir. Veriler homojense ve tekerrür sayısı yeterli ise (her bir muamele grubu için en az 7) Tek yönlü Anova, değilse Kruskal Wallis testinden yararlanmak gerekecektir (Hair 2006).

2.1.4. En Az İki Bağımlı Değişkene Göre

Burada yine örnek üzerinden gidilirse, Tunceli Sarımsağı, Kastamonu Sarımsağı ve İspanyol Sarımsağı olarak tek bir bağımsız değişkenden (sarımsak çeşitleri) oluşan en az 3 grubun birden fazla bağımlı değişkene (su oranı, organik madde oranı, vb. gibi) göre karşılaştırması yapılır. Veriler homojenlik gösteriyorsa ve tekerrür sayısı yeterli ise Tek yönlü Manova, değilse Kruskal Wallis testinden yararlanmak gerekecektir (Hair 2006).

1.2. Çok Faktörlü Deneme Modeli

Bu deneme modelinde iki veya daha fazla bağımsız değişkenin, tek bir bağımlı değişken veya birden fazla bağımlı değişken üzerindeki etkisi araştırılmaktadır (Howel 1987). Bu deneme modelini de anlayabilmek için sarımsak örneği üzerinden gidersek, daha önce tek bir bağımsız değişken olarak sarımsak çeşitleri ele alınmıştı. Sarımsak çeşitlerinden başka ayrıca depolama sıcaklıklarının da bağımlı değişken veya değişkenler üzerindeki etkisi araştırılmak istendiğinde bu deneme modeli çok faktörlü deneme modeline girecektir. Bağımsız değişkenler olarak en az 3 grup olan sarımsak çeşitleri (Tunceli sarımsağı, Kastamonu sarımsağı, İspanyol sarımsağı) ve yine en az 3 grup olan depolama sıcaklıkları (Soğuk, ılık, sıcak) için sarımsaktaki su oranları ele alınırsa, iki bağımsız değişken ve bir bağımlı değişken için aşağıda tabloda verilen deneme modeli oluşacaktır. Aşağıdaki tabloda her bir sarımsak çeşidi için, her bir sıcaklık ortamında en az 3 tekerrürden oluşan bir plan yapılmıştır. Dikkat edilirse burada her grup için en az 7

tekerrür değil en az 3 tekerrür denilmiştir. Bunun sebebi ise her bir sarımsak için 9 tekerrür (3 Soğuk+3 ılık +3 sıcak) oluşmaktadır. Yine her bir sıcaklık içinde 9 tekerrür (3 Tunceli+3 Kastamonu+3 İspanyol) alınmış olacaktır.

Çizelge 2. Sarımsak çeşitlerinin farklı depolama ortamlarında su oranları (%)

	Tunceli Sarımsağı	Kastamonu sarımsağı	İspanyol sarımsağı
Soğuk	84.2, 84.5, 84.6	84.1, 84.2, 84.7	85.2, 85.5, 84.9
Ilık	83.5, 83.7, 83.6	84.0, 84.1, 83.6	85.0, 84.5, 84.6
Sıcak	83.2, 83.5, 83.0	83.2, 83.5, 83.2	83.2, 83.3, 83.1

Çizelgede iki bağımsız değişken (sarımsak çeşitleri ve depolama sıcaklıkları) ve bir bağımlı değişken (su oranı) için veri seti verilmiştir. Bu veri setine uygulanacak istatistikî test yöntemi İki Yönlü Anova (Two Way Anova)'dır. Eğer iki bağımsız değişkenin burada olduğu gibi tek bir bağımlı değişkene göre değil de birden fazla bağımlı değişkene (Su oranı, organik madde oranı vb. gibi) göre istatistikî olarak analizi yapılacaksa İki Yönlü Manova (Two Way Manova) testinden yararlanılmalıdır (Kaps 2004). İki yönlü varyans analizinin non-parametrik karşılığı olan test yöntemi bulunmamaktadır. Ayrıca bağımsız değişken sayısı 3'e (Sarımsak çeşidi, depolama sıcaklığı, depolama süreleri) çıkarılırsa 3 yönlü, 4'e çıkarılırsa 4 Yönlü varyans analizlerini de uygulamak mümkün olsa da böyle bir deneme modelini kurmak ve veri toplamak zor olduğundan araştırmalarda çok fazla kullanılan deneme modelleri değillerdir. Mevcut çalışmada özellikle Gıda Mühendisliği alanında yoğun olarak kullanılan veya kullanılabilir olan deneme modelleri ve bu deneme modellerine uygulanabilecek istatistikî yöntemler izah edilmeye çalışılmıştır. Deneme modellerinin iyi anlaşılması araştırmacıları ulaşmak istedikleri sonuca en uygun planı yapmaları konusunda büyük katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., (2001). Tarımsal Araştırmaların İstatistiki Değerlendirilmesinde Yapılan Bazı Hatalar. Tek Faktörlü Denemeler. *Anadolu*, 1: 135-147.
- Saunders, M, Lewis, P. & Thornhill, A., (2009). Research Methods for Business Students. Fifth Edition. ISBN: 978-0-273-71686-0. England.
- Howel, D.G., (1987). Statistical Methods for psychology. (Second Edition) USA. ISBN-10 171-0271-11811-0. Pp.88-89.
- Çimen, M., S. Yildirim & T. Bayril, (2009). Biochemical properties of milk from machine milked Holstein cows in early and late lactation period. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 2(3): 138-140
- Çimen, M. & Tekelioğlu, O. (2011). Tokat İlinde Makineli Sağımla Elde Edilen İnek Sütlerinde Toplam Yağın Türk ve Avrupa Birliği Standartlarına Uygunluğunun Belirlenmesi. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2): 45-48.
- Eryılmaz, M., M. Çimen, H. Eryılmaz, A. Özer, Karataş, S. & İnal, T., (2013). Kış ve İlkbahar Mevsimlerinde Tunceli İli Pertek İlçesinden Elde Edilen İnek Sütlerinin Kaliteli Peynir ve Tam Yağlı Yoğurt Yapımına Uygunluğunun Belirlenmesi. *II. International Tunceli (Dersim) Symposium*. 20-22 September. Tunceli
- Tekelioğlu O., M. Çimen, T. Bayril & Dilmaç, M., (2010). Makineli Sağımla Erken Kış Döneminde Elde Edilen Sütlerde Yağlılık Düzeylerinin Haftalık Değişimi. *Hasad Dergisi*, 301: 40-42.
- Tekelioğlu, O. & Çimen, M., (2011). Yaz Mevsimi Başlangıcında Makineli Sağımla Elde Edilen Sütlerde Asitlik Analizi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 6(3):23-6.
- Ntoumanis, N., (2005). A Step-by-Step Guide to SPSS for Sport and Exercise Studies. Published in the USA and Canada by Routledge Inc. ISBN: 0-415-24978-3. (Print Edition) 29 West 35 th Street, New York, NY 10001.
- Çimen, M., (2015). Fen ve Sağlık Bilimleri Alanlarında Spss Uygulamalı Veri Analizi. Palme Yayıncılık, Yayın No: 905, ISBN: 978-605-355-366-3. Sıhhiye, Ankara.
- Çimen M., (2012). Gıda Mühendisliği Alanındaki Araştırmalarda Tek Örnek T-Testinin Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(3), 11-16.
- Box, G.E.P., Hunter, J.S. & Hunter, W.G., (2005). Statistics for Experimenters. Design, innovation, and Discovery. Second Edition. Wiley interscience. A John Wiley&Sons, Inc., Publication. ISBN-13 978-0471-71813-0.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E. & Tatham, R.L., (2006). Multivariate data analysis (6th edn). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Hinton, P.R., Brownlow, C., McMurray, I. & Cozens, B., (2004). Spss Explained. ISBN: 0-233-64259-7. New York NY 10016. USA.

- Norusis, M.J., (1993). SPSS for Windows: Base System User's Guide, SPSS, Chicago.
- Leech, N.L., Barrett, K.C. & Morgan, G.A., (2005). Spss for intermediate statistics: Use and preparation. Second ed. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. ISBN: 0-8058-4790-1.
- Kaps, M & Lamberson, W.R., (2004). Biostatistics for Animal Science. CABI Publishing. ISBN 0 85199 820 8. UK.