

## Deney Ünitelerinin Gruplara Ortalamaları Dengelenmiş ve Rasgele Dağıtıldığı Tesadüf Parselleri Deneme Düzenlerinin Karşılaştırması

Ensar BAŞPINAR<sup>1</sup>Fikret GÜRBÜZ<sup>1</sup>

Geliş Tarihi : 02.05.2000

**Özet:** Bu çalışmada, deney ünitelerinin gruplara ortalamaları dengelenmiş olarak ve rasgele dağıtılması ile I. Tip hatanın, testin gücünün, gruplar arası ve grup içi varyansların ve örnek genişliklerinin karşılaştırılan grup sayısı iki ve grupların ortalamalar arasındaki farklar da  $\delta=0.0$ ,  $\delta=1.0$ ,  $\delta=1.5$  ve  $\delta=2.0$  standart sapma olduğunda nasıl etkilendiği ele alınmıştır. Her örnek genişliği ve  $\delta$  farkı için, dengelenmiş ve rasgele tahsis edilmiş 100 000'er simülasyon denemesi ile sonuçlar, ampirik olarak elde edilmiştir. Dengelenmiş denemelerde, muamele ortalamaları arasındaki varyansların beklenenden ciddi sayılabilecek ölçüde farklı tahmin edildikleri ancak, gerekli deney ünitesi sayısı bakımından dengelenmemiş denemelerden daha az deney ünitesine gerek duyduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tesadüf parselleri, dengeli denemeler, dengesiz denemeler, I. Tip hata, testin gücü

### The Comparison of the Completely Randomized Designs in Which the Experimental Units with Balanced and Random Means Allotted to Groups

**Abstract:** This study, dealt with how affected first type error, power of test, the variances of the between and within groups and sample sizes with respect to two groups having differences between the means  $\delta=0.0$ ,  $\delta=1.0$ ,  $\delta=1.5$  and  $\delta=2.0$  standard deviation respectively. The empirical results were found out at the end of the 100 000 simulation experiments for every sample size and  $\delta$  differences combinations. The results show that, the balanced designs will seriously overestimate the variances of treatment means. On the other hand, it needs fewer experiment unit than unbalanced (randomized) designs.

**Key Words:** Completely randomized design, balanced design, unbalanced design, I type error, power of test

#### Giriş

Bazı denemelerde, deneme materyalinin muamele gruplarına dağıtılmasında rasgele dağıtım yerine, deney ünitelerinin sayısal değerleri göz önünde bulundurularak, grup ortalamaları eşit olacak şekilde muamelelere (gruplara) dağıtılma yolu izlenir. Deney ünitelerinin gruplara bu şekilde dağıtılmasına ortalamaları dengelenmiş (balanced) dağıtım, deney ünitelerinin gruplara rasgele dağıtılmasına ise dengelenmemiş (unbalanced) dağıtım adı da verilmektedir. Dengelenmiş deneme düzenlerine daha ziyade hayvan besleme denemelerinde ve tıp, dişçilik gibi ilaç veya tedavi yöntemlerinin belirli zaman aralıklarında denendiği hastaların izlendiği denemelerde rastlanmaktadır. Bu tip denemelerde, belirli rasyon gruplarının belirli bir süre sonunda hayvanların canlı ağırlıkları üzerindeki etkisi, deneme başında her rasyon grubuna tahsis edilen hayvanların canlı ağırlık ortalamalarının, ilaç gruplarına tahsis edilen hastaların deneme başındaki grup ortalamalarının veya ortodontik tedavi yöntemleri gruplarına tahsis edilen hastaların deneme başındaki ortalamalarının eşit olması halinde daha net bir şekilde ortaya konulabilmektedir. İşte bu tip denemelerde, grup ortalamalarının birbirine eşit olabilmesi, ancak deney ünitelerinin ortalamaları dengelenmiş dağıtım ile gruplara tahsis edilmesi ile mümkün olabilmektedir (Searle 1987).

Bu çalışmada, deney ünitelerinin gruplara dengelenmiş olarak ve rasgele dağıtılması ile I. Tip hatanın, testin gücünün ve örnek genişliklerinin, karşılaştırılan grup sayısı iki ve grupların ortalamalar arasındaki farklar da  $\delta=0.0$ ,  $\delta=1.0$ ,  $\delta=1.5$  ve  $\delta=2.0$  standart sapma olduğunda nasıl etkilendiği ele alınmıştır. Her örnek genişliği ve  $\delta$  farkı için,

dengelenmiş ve rasgele tahsis edilmiş 100 000'er simülasyon denemesi ile sonuçlar, ampirik olarak elde edilmiştir.

#### Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini simülasyonla üretilmiş sayısal değerler oluşturmuştur. Rasgele sayı üretme fonksiyonu kullanılarak elde edilen Uniform tesadüf sayıları  $N(0,1)$  olan normal dağılıma (Z-Dağılımına) dönüştürülmüş ve bunlar gruplara (iki gruba) değişik örnek genişliklerinde olmak üzere iki farklı şekilde tahsis edilmiştir. Bu tahsis etme şekillerinden birincisi, elde edilen normal (Z) değerlerin gruplara rasgele tahsis edilmesi, ikincisi ise önce elde edilen normal (Z) değerleri küçükten büyüğe doğru sıraya dizilir, sonra sıralanan bu Z değerlerinin en küçüğü 1. gruba, sonraki 2. gruba, 3.sırada olan tekrar 2. gruba, 4. sırada olan 1. gruba ... tahsis edilmesiyle gerçekleştirilir. Bu işleme elde değer kalmayınca kadar devam edilmiştir. Bu ikinci tahsis etme şekline zigzag dağıtım adı da verilmektedir ve grup ortalamalarını eşitlemekte (dengelemede) kullanılmaktadır (Finney 1957). Bu tahsis etme işlemi, toplam olarak sekiz değer (deney ünitesinin) olduğu bir örnekte şematik olarak aşağıdaki gibidir.



<sup>1</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü-Ankara

Gruplar, gözlemlerin yukarıdaki gibi tahsis edilmesi ile oluşturulmuştur. Daha sonra, gruplardan birindeki gözlem değerlerine, iki grup ortalaması arasındaki fark  $\delta=0.0$ ,  $\delta=1.0$ ,  $\delta=1.5$  ve  $\delta=2.0$  olacak şekilde sabit bir sayı ilave edilmiştir ( $\delta=0.0$  için herhangi bir ilave yapılmamış, diğer farklar için sırasıyla 1.0, 1.5 ve 2.0 ilave edilmiştir). Böylece, gözlemlerin rasgele ve zigzag tahsis edilmesi ile oluşturulmuş iki deney düzeni elde edilmiştir. Her bir deney düzeni için, gözlem (deney ünitesi) sayıları  $n=2,3,\dots,50$  olarak düşünülmüştür. Her deney düzeni ve deney ünitesi kombinasyonu için 100 000 simülasyon yapılmış ve elde edilen I. Tip hata olasılıkları, gruplar arası varyans ( $\sigma^2_{ara}$ ) ve gruplar içi varyans ( $\sigma^2_{iç}$ ) ampirik olarak elde edilmiştir.

Her iki deneme düzeninde grupların ortalamaları arasındaki fark;

1.  $\delta=0.0$  için,  $E(\alpha)=0.05$ ,  $E(\sigma^2_{ara})=0.0$ ,  $E(\sigma^2_{iç})=1.0$ ,
2.  $\delta=1.0$  için,  $E(1-\beta)=0.95$ ,  $E(\sigma^2_{ara})=0.50$ ,  $E(\sigma^2_{iç})=1.0$ ,
3.  $\delta=1.5$  için,  $E(1-\beta)=0.95$ ,  $E(\sigma^2_{ara})=1.125$ ,  $E(\sigma^2_{iç})=1.0$ ,
4.  $\delta=2.0$  için,  $E(1-\beta)=0.95$ ,  $E(\sigma^2_{ara})=2.0$  ve  $E(\sigma^2_{iç})=1.0$

olarak beklenir (Snedecor ve Cochran, 1980, Düzyünes ve ark. 1987, Searle 1987, Sokal ve Rohlf 1995).

Bu beklenenlerin 100 000 simülasyon denemesi sonunda gerçekleşip gerçekleşmediği göz önüne alınarak iki deneme düzeni karşılaştırılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Çalışmada ele alınan deneme düzenlerinde, grup ortalamaları arasındaki farklar ve her gruptaki deney ünitesi sayılarına göre ampirik olarak elde edilen I. Tip hata olasılıkları, testin gücü, grup arası ve grup içi varyanslar Çizelge 1, Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 1'de deney ünitelerinin gruplara rasgele dağıtılması ile 100 000 hipotez kontrolü sonunda grup ortalamaları arasındaki farkın  $\delta=0.0$  olmasına rağmen yaklaşık %5'inde hipotezin ret edildiği, yani I. Tip hatanın  $E(\alpha)=0.05$ , gruplar arası varyansın  $E(\sigma^2_{ara})=0.0$  ve grup içi varyansın da  $E(\sigma^2_{iç})=1.0$  olarak gerçekleştiği görülmektedir. Buna karşılık deney ünitelerinin gruplara zigzag dağıtılması halinde, 100 000 hipotez kontrolü sonunda hiç bir hipotezin ret edilmediğini, yani  $E(\alpha)=0.0$ , grup arası varyansın ve grup içi varyansın ise ancak asimtotik olarak beklenen değerlere yaklaştığı görülmektedir.  $\delta=0.0$  olması halinde "Grup ortalamaları arasındaki fark tesadüfen ileri gelmektedir." şeklindeki  $H_0$  hipotezinin  $\alpha=0.05$  olarak karşılaştırılmasına rağmen, deney ünitelerinin gruplara zigzag dağıtımı ile hemen hiç bir zaman ret edilemeyeceğini söylemek mümkündür.

Çizelge 2'de deney ünitelerinin rasgele dağıtılması ile, testin beklenen güce ( $E(1-\beta)=0.95$ ) her grupta 26 gözlem bulunmasından itibaren ulaştığı, gruplardaki birey sayısından bağımsız olarak gruplar arası varyansın  $E(\sigma^2_{ara})=0.50$  ve grup içi varyansın da  $E(\sigma^2_{iç})=1.0$  olarak gerçekleşmesine karşılık, deney ünitelerinin zigzag dağıtılması ile testin beklenen güce her grupta 13 gözlem bulunmasından itibaren ulaştığı, gruplar arası ve grup içi varyansın ise ancak asimtotik olarak beklenen değerlerine yaklaşılabileceği görülmektedir. Bu durumda testin gücü

bakımından zigzag dağıtımın rasgele dağıtıma göre daha etkin olduğu söylenebilir. Gruplar arası ve gruplar içi varyansın beklenen değerlerini alması bakımından ise rasgele dağıtımın zigzag dağıtımdan daha etkin olduğu söylenebilir.

Çizelge 3'de deney ünitelerinin rasgele dağıtılması ile, testin beklenen güce ( $E(1-\beta)=0.95$ ) her grupta 12 gözlem bulunmasından itibaren ulaştığı, gruplardaki birey sayısından bağımsız olarak gruplar arası varyansın  $E(\sigma^2_{ara})=0.125$  ve grup içi varyansın da  $E(\sigma^2_{iç})=1.0$  olarak gerçekleşmesine karşılık, deney ünitelerinin zigzag dağıtılması ile testin beklenen güce her grupta 7 gözlem bulunmasından itibaren ulaştığı, gruplar arası ve grup içi varyansın ise ancak asimtotik olarak beklenen değerlerine yaklaşılabileceği görülmektedir. Bu durumda testin gücü bakımından zigzag dağıtımın rasgele dağıtıma göre daha etkin olduğu söylenebilir. Gruplar arası ve gruplar içi varyansın beklenen değerlerini alması bakımından ise rasgele dağıtımın zigzag dağıtımdan daha etkin olduğu söylenebilir.

Çizelge 1.  $\delta=0.00$  olan iki grupta elde edilen sonuçlar

n	Rasgele			Zigzag		
	$\alpha$ (%)	$\sigma^2_{ara}$	$\sigma^2_{iç}$	$\alpha$ (%)	$\sigma^2_{ara}$	$\sigma^2_{iç}$
2	4.95	-0.0004	1.000	0.00	-0.6069	1.405
3	4.99	-0.0011	1.002	0.00	-0.3170	1.192
4	5.07	-0.0001	0.999	0.00	-0.2666	1.151
5	5.04	-0.0014	0.998	0.00	-0.1971	1.107
6	5.01	-0.0002	1.002	0.00	-0.1743	1.097
7	5.02	0.0001	0.999	0.00	-0.1425	1.076
8	5.00	0.0002	1.003	0.00	-0.1295	1.072
9	4.91	0.0001	0.998	0.00	-0.1111	1.057
10	5.04	0.0006	0.999	0.00	-0.1028	1.054
11	4.93	-0.0004	1.001	0.00	-0.0914	1.048
12	5.03	0.0000	0.999	0.00	-0.0852	1.043
13	5.02	0.0001	0.999	0.00	-0.0773	1.040
14	4.94	-0.0008	0.999	0.00	-0.0729	1.038
15	4.99	0.0004	0.999	0.00	-0.0670	1.035
16	4.92	-0.0002	1.000	0.00	-0.0636	1.032
17	4.98	0.0000	1.000	0.00	-0.0592	1.030
18	5.11	0.0005	1.001	0.00	-0.0565	1.030
19	4.87	-0.0003	1.001	0.00	-0.0530	1.028
20	5.03	0.0000	1.001	0.00	-0.0508	1.027
21	4.93	-0.0003	1.000	0.00	-0.0479	1.024
22	4.98	0.0001	1.001	0.00	-0.0461	1.025
23	4.93	-0.0002	1.000	0.00	-0.0437	1.022
24	5.10	0.0003	1.000	0.00	-0.0422	1.022
25	5.02	0.0000	1.000	0.00	-0.0402	1.020
26	4.92	-0.0003	1.000	0.00	-0.0389	1.020
27	5.14	0.0003	1.000	0.00	-0.0372	1.019
28	5.09	0.0000	1.000	0.00	-0.0361	1.019
29	5.06	0.0001	0.999	0.00	-0.0346	1.017
30	4.96	-0.0000	1.000	0.00	-0.0337	1.017
31	4.92	-0.0000	1.001	0.00	-0.0324	1.017
32	4.93	-0.0000	0.999	0.00	-0.0315	1.015
33	4.99	-0.0001	1.001	0.00	-0.0305	1.016
34	4.97	-0.0000	1.000	0.00	-0.0297	1.015
35	5.00	-0.0000	0.999	0.00	-0.0287	1.014
36	4.93	-0.0001	1.000	0.00	-0.0280	1.015
37	5.04	-0.0001	1.000	0.00	-0.0271	1.013
38	4.93	-0.0001	1.000	0.00	-0.0265	1.013
39	4.91	-0.0002	1.000	0.00	-0.0258	1.013
40	5.09	0.0001	0.999	0.00	-0.0252	1.012
41	4.98	0.0000	0.999	0.00	-0.0245	1.012
42	5.00	-0.0000	1.000	0.00	-0.0240	1.013
43	5.01	-0.0000	1.000	0.00	-0.0234	1.012
44	5.07	0.0000	0.999	0.00	-0.0229	1.011
45	4.99	-0.0000	1.000	0.00	-0.0223	1.011
46	4.96	0.0000	1.000	0.00	-0.0219	1.011
47	4.98	-0.0000	1.000	0.00	-0.0214	1.010
48	5.13	0.0001	0.999	0.00	-0.0210	1.010
49	4.97	-0.0000	1.000	0.00	-0.0205	1.010
50	5.12	0.0001	1.000	0.00	-0.0201	1.010

Çizelge 4'de deney ünitelerinin rasgele dağıtılması ile, testin beklenen güce ( $E(1-\beta)=0.95$ ) her grupta 8 gözlem bulunmasından itibaren ulaştığı, gruplardaki birey sayısından bağımsız olarak gruplar arası varyansın  $E(\sigma_{\text{ara}}^2)=2.0$  ve grup içi varyansın da  $E(\sigma_{\text{iç}}^2)=1.0$  olarak gerçekleşmesine karşılık, deney ünitelerinin zigzag dağıtılması ile testin beklenen güce her grupta 5 gözlem bulunmasından itibaren ulaştığı, gruplar arası ve grup içi varyansın ise ancak asimtotik olarak beklenen değerlerine yaklaşacakları görülmektedir. Bu durumda testin gücü bakımından zigzag dağıtımın rasgele dağıtıma göre daha etkin olduğu söylenebilir. Gruplar arası ve gruplar içi varyansın beklenen değerlerini alması bakımından ise rasgele dağıtımın zigzag dağıtımdan daha etkin olduğu söylenebilir.

Çizelge 2.  $\delta=1.00$  olan iki grupta elde edilen sonuçlar

n	Rasgele			Zigzag		
	1- $\beta$ (%)	$\sigma_{\text{ara}}^2$	$\sigma_{\text{iç}}^2$	1- $\beta$ (%)	$\sigma_{\text{ara}}^2$	$\sigma_{\text{iç}}^2$
2	9.49	0.494	1.006	1.14	-0.108	1.409
3	15.88	0.501	1.000	5.38	0.466	1.190
4	22.04	0.498	1.004	5.18	0.234	1.157
5	28.59	0.500	0.999	17.54	0.455	1.109
6	34.94	0.501	1.000	15.66	0.324	1.095
7	40.38	0.497	1.001	38.27	0.459	1.078
8	46.18	0.501	0.998	36.18	0.371	1.067
9	51.23	0.500	1.000	65.04	0.464	1.059
10	56.07	0.499	1.001	62.44	0.397	1.056
11	60.91	0.500	0.999	86.36	0.469	1.046
12	64.41	0.497	1.000	84.71	0.415	1.044
13	68.78	0.502	1.000	96.50	0.472	1.040
14	71.99	0.500	1.001	95.93	0.427	1.039
15	75.28	0.499	0.999	99.49	0.475	1.034
16	78.02	0.500	1.000	99.32	0.436	1.034
17	80.75	0.500	0.999	99.95	0.477	1.030
18	83.03	0.499	1.000	99.95	0.443	1.028
19	84.98	0.499	1.000	100.0	0.479	1.027
20	86.97	0.500	1.000	99.99	0.449	1.026
21	88.56	0.498	0.999	100.0	0.481	1.024
22	90.04	0.500	1.001	100.0	0.454	1.025
23	91.34	0.501	0.999	100.0	0.482	1.021
24	92.48	0.499	0.999	100.0	0.458	1.020
25	93.32	0.500	1.000	100.0	0.483	1.020
26	94.28	0.500	1.000	100.0	0.461	1.020
27	95.04	0.499	1.000	100.0	0.484	1.019
28	95.70	0.500	0.999	100.0	0.464	1.018
29	96.28	0.500	1.000	100.0	0.485	1.018
30	96.83	0.500	1.001	100.0	0.466	1.018

Çizelge 3.  $\delta=1.50$  olan iki grupta elde edilen sonuçlar

n	Rasgele			Zigzag		
	1- $\beta$ (%)	$\sigma_{\text{ara}}^2$	$\sigma_{\text{iç}}^2$	1- $\beta$ (%)	$\sigma_{\text{ara}}^2$	$\sigma_{\text{iç}}^2$
2	14.88	1.120	1.007	3.50	0.516	1.408
3	29.43	1.130	1.005	23.63	1.231	1.195
4	43.07	1.126	1.000	30.91	0.857	1.152
5	55.11	1.129	0.998	68.84	1.155	1.108
6	64.83	1.124	0.999	73.55	0.951	1.094
7	72.98	1.122	0.999	94.86	1.136	1.076
8	79.49	1.125	1.002	95.80	0.995	1.072
9	84.77	1.126	0.999	99.74	1.127	1.058
10	88.69	1.125	1.000	99.80	1.022	1.054
11	91.70	1.124	1.000	99.99	1.124	1.049
12	94.07	1.128	1.000	99.99	1.040	1.045
13	95.57	1.122	1.001	100.0	1.122	1.041
14	96.89	1.125	1.001	100.0	1.052	1.039
15	97.77	1.126	0.998	100.0	1.121	1.033

Çizelge 4.  $\delta=2.00$  olan iki grupta elde edilen sonuçlar

n	Rasgele			Zigzag		
	1- $\beta$ (%)	$\sigma_{\text{ara}}^2$	$\sigma_{\text{iç}}^2$	1- $\beta$ (%)	$\sigma_{\text{ara}}^2$	$\sigma_{\text{iç}}^2$
2	21.89	1.993	0.999	7.77	1.395	1.405
3	46.20	2.002	1.003	50.09	1.249	1.192
4	65.90	2.007	0.999	67.28	1.733	1.153
5	79.02	1.997	0.999	95.55	2.107	1.108
6	87.57	1.997	0.999	97.79	1.827	1.093
7	92.86	1.999	1.000	99.96	2.061	1.077
8	96.07	1.999	1.000	99.96	1.871	1.069
9	97.68	1.999	1.002	100.0	2.041	1.062
10	98.78	1.998	1.000	100.0	1.898	1.054

### Sonuç

Bu çalışmada sonuç olarak, dengelenmiş (zigzag) denemelerde, muamele ortalamaları arasındaki varyansların beklenenden ciddi sayılabilecek ölçüde farklı tahmin edildikleri, ancak, grup ortalamaları arasındaki farkı ortaya koyabilmek amacıyla (testin gücü) gerekli deney ünitesi sayısı bakımından dengelenmemiş (rasgele) denemelerden daha az sayıda deney ünitesine gerek olduğu söylenebilir.

### Kaynaklar

- Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu ve F. Gürbüz, 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). A.Ü.Zir.Fak. Yayınları :1021, Ders Kitabı: 295, Ankara. 381 S.
- Finney, D. J. 1957. Stratification, Balance and Covariance. Biometrics, 13 (3), 373-386.
- Searle, S. R. 1987. Linear Models for Unbalanced Data. John Wiley & Sons, New York, USA. 536 S.
- Snedecor, G. W. and W. G. Cochran, 1980. Statistical Methods. Seventh Ed. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. 507 S.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf, 1995. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. Third Ed. W.H. Freeman and Co., New York. 887 S.