

Bir Deney Tasarımı Türü: Rasgele Blok Düzeni

[An Experimental Design Technique: Randomized Block Design]

Ergun Karaağaoğlu

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik
Anabilim Dalı

Yazışma Adresi

[Correspondence Address]

Dr. Ergun Karaağaoğlu

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik
Anabilim Dalı
Tel. 03123051467
Faks. 03123051459
E-mail. ekaraaga@hacettepe.edu.tr

Kayıt tarihi: 6 Aralık 2012

[Date registered: 6 December 2012]

ÖZET

Bir deneyde ölçülen bir değişken üzerinde, etkisini incelemek istediğimiz etkenin yanı sıra başka etkenler de etkili olabilir. En yaygın olarak kullanılan ve tam rasgele düzen olarak bilinen deney tasarımında, k ($k \geq 2$) gruptan rasgele seçilmiş deneklerden elde edilen ölçüm değerlerinin karşılaştırılması ile gruplar arasında farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı araştırılır. Böyle bir düzende, rasgele seçime bağlı olarak, etkisi araştırılan etken dışında kalan ve ölçülen değişkene etki edebileceği düşünülen diğer etkenlerin etkilerinin gruplar arasında benzer olması beklenir. Ancak bunu sağlamak her zaman olanaklı olmayabilir. Bunun üstesinden gelebilmek amacıyla, blok olarak adlandırılan homojen yapılar oluşturup, her deneme (grup) bu bloklarda denenirse, incelenen etkenin etkisini net olarak incelemek olanaklı olabilir. Her denemenin tüm bloklarda denenebildiği bu deney düzenine rasgele blok düzeni adı verilir. Ziraat, endüstri ve sağlık alanında geniş uygulama alanı bulan bu yöntem sayesinde, hem örnek büyüklüğünde tasarruf sağlanabilir hem de daha doğru sonuçlara ulaşılabilir. **Siyah Çay Demlerinin Mineral İçeriklerine Demleme Kaplarının Etkisi** başlıklı yazıda, demleme kabı türünün, çay deminin mineral içeriğine etkisi araştırılmaktadır. Etken, demleme kabı türüdür (porselen, cam, çelik ve alüminyum). Çay markaları blok olarak alınıp her marka tüm demleme kapları ile demlenirse ortaya rasgele blok düzeni çıkacaktır. Rasgele blok düzeni çözülmesi, değişik çay markalarının demindeki mineral içeriklerinin olası farklılığını, demlik etkisinden ayırmış olacak, varsa demlikten kaynaklanan farklılıkları doğru bir şekilde gösterilebilecektir. Deneysel hatanın azaltılmasını sağlayan bu yöntemin, her blokta tüm denemelerin uygulanmasının olanaklı olmadığı durumlar için geliştirilmiş türleri de vardır.

Anahtar Kelimeler: Deney planlama, tam rasgele düzen, rasgele blok düzeni, deneysel hata

ABSTRACT

On a response variable in an experiment, as well as the factor whose effect is being investigated, there may be many other factors which may also influence it. The most widely used and well known method, named as completely randomized design, help us to investigate whether there is a statistically significant difference between the groups by comparing the responses obtained from subjects which were randomly selected from the k ($k \geq 2$) groups. In such a design, other than the factor being investigated, all other factors which may influence the response variable, are expected to be similar between the groups due to random selection of the subjects. However, this may not always be provided. In order to overcome this situation, if homogeneous experimental units, so called the blocks are formed and each trial (group) is run on these blocks, then it may be possible to examine the effect of the factor more precisely. This design, where all the trials are tested on each block is named as randomized block design. By means of randomized block design it is possible to decrease the sample size to achieve the same power with completely randomized design and hence to reach more accurate results. This feature made this method very popular in agriculture, industry and health sciences. In the manuscript titled as “**Influence of brewing pots on mineral content of black tea infusions**”, the authors investigate the effect of brewing pots on the mineral content of different black tea infusions. Here, the factor being investigated is the brewing pot type (porcelain, glass, steel and aluminum). When the black tea brands are considered as blocks and each brand of black tea is brewed in all types of pots then randomized block design can be applicable. With this method it will be possible to draw the effect produced by the probable differences in the mineral contents of different brands of black tea infusions from brewing pot effect, thus will display the differences, if any, arising from pots more accurately. This method allows reducing the experimental error and has some different modifications which are applicable in situations where it is not possible to test all treatments in each block.

Key Words: Experimental design, completely randomized design, randomized block design, experimental error

Giriş

Bir deneyde amaç çoğunlukla ölçülen Y gibi bir değişken üzerinde bir ya da birden çok etkenin etkisini incelemektir. Etkisi incelenmek istenen etken dışında birçok başka etken de ölçülen Y değişkeni üzerinde etkili olabilir. Örneğin, kan basıncı (Y) üzerinde günlük yapılan aktivite süresinin (etken) etkisinin araştırıldığını düşünelim. Bunun için kurulabilecek en basit düzen, aktivite süresini örneğin üç grupta, “az”, “orta” ve “çok” gibi üç grupta gruplamak ve her gruptan rasgele seçilen sırasıyla n_1 , n_2 ve n_3 kişinin kan basıncı değerlerini kaydetmektir. Bu durumda ortaya Tablo 1’deki gibi bir veri seti çıkar.

Tablo 1. Rasgele Düzen İçin Veri Tablosu

Aktivite Düzeyi		
Az	Orta	Çok
Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}
Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}
Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}
:	:	:
:	:	:
Y_{1n_1}	Y_{2n_2}	Y_{3n_3}

Bu gösterimde ölçülen değişken Y_{ij} olup i indisi grubu, j indisi de i . gruptaki j . bireyi tanımlar. Böyle bir deney tasarımı, her gruptaki bireylerin ait oldukları kitleden rasgele seçildikleri varsayımı altında “*rasgele düzen*” olarak adlandırılır. Aktivite düzeyinin, kan basıncı üzerinde etkili olup olmadığını, başka bir değişle üç grup arasında kan basıncı düzeyleri arasında fark olup olmadığını, koşulların sağlanıp sağlanamamasına göre varyans analizi ya da Kruskal Wallis varyans analizi yöntemi ile test edebiliriz. Kan basıncı üzerine etki edebilecek, günlük aktivite düzeyi dışında daha birçok etken olabilir. Ancak rasgele seçim yapıldığından kan basıncına etki edebilecek diğer etkenlerin, örneğin yaş, yeme ve içme alışkanlıkları, şişman olup olmama, sigara içip içmeme v.b. gruplar arasında benzer dağıldığı varsayılır. Ancak diğer etkenlerin gruplarda benzer dağıldığını garanti etmek olanaklı değildir. Başka bir değişle gruplar, asıl etkisini incelediğimiz etken (Aktivite Düzeyi) dışındaki, ölçtüğümüz değişkene (kan basıncı) etki edebilecek diğer etkenler açısından homojen olabilir. Rasgeleliğe bağlı olarak bir grubun yaş ortalaması diğerlerinden daha farklı olabilir, ya da bir grupta obezlerin oranı diğer gruplara göre çok daha fazla olabilir. Böyle bir durumda aktivite düzeyleri arasında kan basıncı bakımından fark bulunması ya da bulunmaması durumunda, grupların yaş dağılımları benzer olmadığından ya da gruplardaki obez oranlarının farklı olmasından mı gruplar arasında farklılık bulundu ya da bulunmadı sonucuna varıldığı net olarak anlaşılamaz. Yaş, obezite gibi kan basıncına etki eden diğer etkenlerin etkisi, asıl ilgilendiğimiz aktivite düzeyinin etkisi ile karıştığından varılacak sonucun doğruluğu tartışılır ola-

caktır. Bu nedenle denemeyi homojen birimler üzerinde uygulamak sonuçların güvenilirliğini artırıcı bir yoldur.

Rasgele Blok Düzeni

Ölçülen değişken üzerinde etkili olabilecek diğer etkenler bakımından homojen yapılar oluşturup, her homojen yapıda asıl ilgilendiğimiz etkenin etkisini test edersek daha doğru bir sonuca ulaşabiliriz, başka bir değişle deneysel hatayı azaltabiliriz. Deney düzenleme tekniğinde bu homojen yapılar *blok* olarak adlandırılır ve her bloktan denemelere rasgele atama yapıldığında ortaya çıkan deney tasarımına da *rasgele blok düzeni* denir. Rasgele blok düzeni önceleri tarım alanında uygulanmış, daha sonra sanayide, tıp alanında geniş uygulama alanı bulmuştur. Tarımsal uygulamalarda, farklı gübre türlerinin ya da farklı tohum cinslerinin verim üzerindeki etkisinin araştırıldığı denemelerde, her farklı gübre ya da tohum cinsi farklı tarlalarda denendiğinde, tarlaların toprak yapısı, coğrafi özellikleri farklı olabileceğinden, sonuçta elde edilen gübre ya da tohum etkisi tarla özellikleri ile karışacaktır. Tarlalar verimi etkileyebilecek diğer özellikler açısından homojen olamayabilir. Bu durumda her tarla, denenecek gübre ya da tohum sayısı kadar parçaya (parcele) ayrılıp, her parçasında bir tür gübre ya da tohum denenirse, tarlaların farklılığının verim üzerinde yaratmış olduğu etki giderilebilir ve gübre ya da tohum etkisi daha net olarak ölçülebilir. İlk olarak tarla denemelerinde kullanıldığından bu yöntem ziraat alanında *rasgele parseller düzeni* adı verilmiştir. Burada parsel daha homojen bir yapıyı temsil etmektedir yani bir blok olarak düşünülmektedir. Daha sonra tıp alanındaki uygulamalarda da benzer insan grupları birer blok olarak düşünülmüş, uygun olduğunda bir kişi bir blok olarak alınmıştır. Her bir blokta tüm denemeler deneneceği için deneme etkisini daha net olarak görmek olanaklı olacaktır. Örneğin iki ilacın etkisinin karşılaştırılacağı bir denemede, bir grup hastaya bir ilacı, diğer bir gruba da diğer ilacı vermek yerine aynı grup hastaya hem birinci hem de ikinci ilacı vermek kişilerden kaynaklanacak farklılığı ortadan kaldıracaktır. Böyle bir düzen birçok kronik hastalık için uygulanabilir bir yöntemdir. Örneğin migren, hipertansiyon gibi hastalıklarda aynı kişi (blok) her tedaviyi alabilecektir. Her ilaç için farklı hastaların kullanılmasından doğan deneysel hata ortadan kaldırılmış olacaktır. Varyans analizi yönteminde, incelenen etkenin ölçüm değişkeninde yarattığı değişkenliğin, deneysel hata olarak adlandırılan, denemenin yapıldığı birimlerden ve ele alamadığımız, düşünemediğimiz daha birçok etkenden kaynaklanan değişkenliğe oranlanması ile karar verildiğinden, deneysel hatanın büyük olması etkenin etkisini istatistiksel olarak göstermeyi zorlaştıracaktır. Bu nedenle rasgele düzenden ayrılıp, olanaklı olduğu takdirde blok düzenine geçmek, denemenin yapıldığı birimlerden kaynaklanan değişkenliğin deneysel hata içerisinde çıkarılmasına ve ayrı bir değişkenlik kaynağı olarak ele alınabilmesine ve istatistiksel olarak da test edilebilmesine olanak sağlar. Bu şekilde deneysel hata

azaltılmış olduğundan, incelenen etkenin etkisi daha net olarak elde edilebilir. Amaç, etkenin etkisini test etmek olmakla birlikte, istendiği takdirde birimlerden kaynaklanan değişkenliğin önemli olup olmadığını da test edilebilir. Birimlerden (bloklardan) kaynaklanan değişkenlik önemsiz bulunursa, rasgele düzen kullanılmış olsaydı da sonucun fazla değişmeyeceği yorumu çıkarılabilir. Birimlerden (bloklardan) kaynaklanan değişkenlik önemli ise, rasgele blok düzeninin kullanılmış olmasının doğru bir yaklaşım olduğu, aksi takdirde blok etkisi de deneysel hata içerisinde olacağından, etkenin etkisinin ortaya çıkarılmasının güçleşeceği yorumu yapılır.

Siyah Çay Demlerinin Mineral İçeriklerine Demleme Kaplarının Etkisi başlıklı yazıda, demleme kabı türünün, çay deminin mineral içeriğine etkisi araştırılmaktadır. Etken demleme kabı türüdür (porselen, cam, çelik ve alüminyum). Rasgele düzen mantığı içerisinde düşünüldüğü, her demleme kabında rasgele olarak farklı markalar denenmiş olsaydı, çay türlerinden kaynaklanan değişkenlik (çay markasının, demin mineral içeriğinde yaratabileceği değişkenlik) deneysel hata içerisinde yer alacaktı ve deneysel hata büyük olacaktı. Çay markalarını A, B, C, D, E, F, G ve H olarak gösterecek olursak, bunların denemelere dağıtımını rasgele yapılacak ve aşağıdaki tabloda olduğu gibi bir düzen elde edilebilecekti.

Tablo 2. Rasgele Düzen İçin Fe Ölçümünün Yapıldığı Bir Örnek

Demleme Kabı			
Porselen	Cam	Çelik	Alüminyum
C (Fe)	F (Fe)	A (Fe)	C (Fe)
D (Fe)	A (Fe)	B (Fe)	H (Fe)
C (Fe)	G (Fe)	D (Fe)	A (Fe)
:	:	:	:
:	:	:	:
B (Fe)	D (Fe)	A (Fe)	F (Fe)

Burada rasgeleliğe bağlı olarak her demleme kabında her marka çay eşit sayıda denenemeyecek, belki de bir marka bir tür kapta hiç yer almayabilecekti. Bunun yerine çay markaları blok olarak alınıp her marka tüm demleme kapları ile demlenirse ortaya rasgele blok düzeni çıkacaktır.

Tablo 3. Rasgele Blok Düzeni İçin Fe Ölçümünün Yapıldığı Bir Örnek

Blok (Marka)	Demleme Kabı			
	Porselen	Cam	Çelik	Alüminyum
A	(Fe)	(Fe)	(Fe)	(Fe)
B	(Fe)	(Fe)	(Fe)	(Fe)
C	:	:	:	:
D	:	:	:	:
E				
F				
G				
H	(Fe)	(Fe)	(Fe)	(Fe)

Rasgele blok düzeni çözümlemesi, değişik çay markalarının demindeki mineral içeriklerinin olası farklılığını, demlik etkisinden ayırmış olacak, varsa demlikten kaynaklanan farklılıkları doğru bir şekilde gösterilebilecektir.

Rasgele blok düzeni değişik şekillerde kullanılabilir. Yukarıda verilen örneklerle ilişkilendirecek olursak, aktivite düzeyinin kan basıncına etkisinin incelendiği örnekte her kişiyi bir blok olarak düşünmek olanaklı değildir. Aynı kişinin yaşam tarzına bağlı olarak günlük aktivite düzeyi hem "Az", hem "Orta" hem de "Çok" olamayacaktır. Böyle bir durumda kan basıncı ile ilişkili ve gruplarda rasgele seçime bağlı olarak dengeli dağılmayabilecek bir faktöre göre, örneğin yaşa göre bloklaşma yapılabilir. Her bir dekat bir blok olarak düşünülürse, aynı yaş bandında günlük aktivite düzeyi "Az", "Orta" ve "Çok" olan birer, ikişer vb. kişi seçilip kan basınçları ölçülürse, yaş dağılımı bakımından üç grup benzer olacağından yaşın etkisi deneysel hatadan çıkarılmış olacaktır. Böyle bir durumda günlük aktivite düzeyinin kan basıncı üzerindeki etkisi daha net olarak ortaya koyulabilecektir.

Dört farklı yöntemin, hastaların kan pıhtılaşma süresini değiştirip değiştirilmediğinin incelendiği bir çalışmada, hastalar dört yöntemle rasgele dağıtılıp, her grupta kan pıhtılaşma süresi ölçülebilir (Tablo 4).

Tablo 4. Dört Grup (Yöntem) Olduğunda Rasgele Düzen Verisi

YÖNTEM			
Y1	Y2	Y3	Y4
Y ₁₁	Y ₂₁	Y ₃₁	Y ₄₁
Y ₁₂	Y ₂₂	Y ₃₂	Y ₄₂
Y ₁₃	Y ₂₃	Y ₃₃	Y ₄₃
:	:	:	:
:	:	:	:
Y _{1n1}	Y _{2n2}	Y _{3n3}	Y _{4n4}

Bu tabloda her bir Y_{ij} değeri, bir hastaya ilişkin kanın pıhtılaşma süresini göstermektedir. Birinci yöntemle atanan n_1 kişi, ikinci yöntemle n_2 kişi, ..., dördüncü yöntemle atanan n_4 kişi vardır. Böyle bir düzende varyans analizi ya da Kruskal Wallis varyans analizi kullanılarak farklı yöntemlerin kan pıhtılaşma süresini değiştirip değiştirmediği incelenebilir. Oysaki böyle bir düzende kan pıhtılaşma süresine etki edebilecek, yöntem dışında başka etkenler (kişilerin başka özellikleri gibi) daha olabilir. Bu etkenlerin etkisini yöntem etkisinden ayırmak olanaklı değildir. Kişilerden kaynaklanan değişkenliği yöntem etkisinden arındırmanın yolu deneyi rasgele blok düzeni kullanarak kurgulamaktan geçer. Eğer, deney böyle kurgulansaydı, her bir hastadan (toplam n hasta), dört yöntemle de denenebilecek kadar kan alınıp, aynı hastanın kan örneği dört değişik yöntemle de pıhtılaştırılabilir ve zaman ölçümü yapılabilirdi. Bu durum-

da rasgele blok düzeni çözümlemesi için aşağıdaki tablo (Tablo 5) elde edilirdi.

Tablo 5. Dört Grup (Yöntem) Olduğunda Rasgele Blok Düzeni Verisi

YÖNTEM				
HASTA	Y1	Y2	Y3	Y4
1	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	Y_{41}
2	Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	Y_{42}
3	Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}	Y_{43}
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
n	Y_{1n}	Y_{2n}	Y_{3n}	Y_{4n}

Bu düzen kullanıldığında kişilerin kan pıhtılaşma sürelerindeki farklılık yöntemden ayrılmış olacak ve yöntemler arasında fark olup olmadığı daha sağlıklı bir şekilde bulunabilecektir.

Sonuç

İncelenen etkenin etkisini daha doğru bir şekilde test etme olanağı sağladığından rasgele blok düzeni değişik alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Rasgele blok düzeninin sağladığı bir diğer avantaj da örnek genişliğinde sağladığı tasarruftur. Rasgele düzene göre daha küçük örnekleme aynı doğrulukta (aynı güçte) etken etkisini test etmek olanaklıdır. Aynı blok üzerinde tüm denenecek denemeleri denemek her zaman olanaklı olmadığından rasgele blok düzeninin kullanımı bir miktar kısıtlanmış olsa da *tamamlanmamış rasgele blok düzeni* adı verilen bir yöntemle bu sorunun üstesinden gelinmektedir.

Kaynaklar

1. Montgomery DC., Design and Analysis of Experiments. 8th Ed. John Wiley & Sons Inc. NJ 2012.
2. Mason RL., Gunst RF., Hess JL., Statistical Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons Inc. New York. 1989.
3. Muluk FZ., Karaağaoğlu E., Toktamış Ö., Kurt S., Deney Düzenleme İstatistiksel Yöntemler. Çev. Charles Hicks. Gazi Kitabevi, Ankara. 2009.