

## ARAŞTIRICI ve İSTATİSTİKÇİ İŞBİRLİĞİNİN ÖNEMİ

Doç. Dr. Zehra MULUK (\*)

### ÖZET

İstatistik her türlü bilimsel çalışmada, kullanılan bir bilimdir. Bilimsel çalışmalarda istatistiksel yardımın etkili olabilmesi için, istatistikçinin çok dikkatli olup, kendisini olaya vermesi gerekmektedir. Bir bilimsel çalışmada her aşama birbirini etkiler böyle olunca çalışmanın başında başlayıp sürekli katkıda bulunacak bir istatistikçinin meslekdaşına çok iyi sorular sorması gerekmektedir. Çalışmanın temeli sağlam kurulmalıdır. Bu yazıda özellikle biyoloji ve tıp dallarındaki araştırmacılar ile istatistikçi işbirliğinde sorulacak sorular üzerinde durulmuştur.

### 1. GİRİŞ

Meslek hayatımızın başından bu yana, araştırmacılar ile olan ilişkilerimizin bir kısmı veriler toplandıktan sonra olmuştur. Araştırmacı elindeki rakamlara göre önemli ya da önemsizdir kararının verilmesini istemektedir. Bu davranış tamamıyla yanlıştır. Ancak bu yanlış tutum yalnız ülkemize özgü de değildir. Diğer ülkelerde de bu yanlışlık yapılmaktadır. (Finney 1982). Herhangi bir

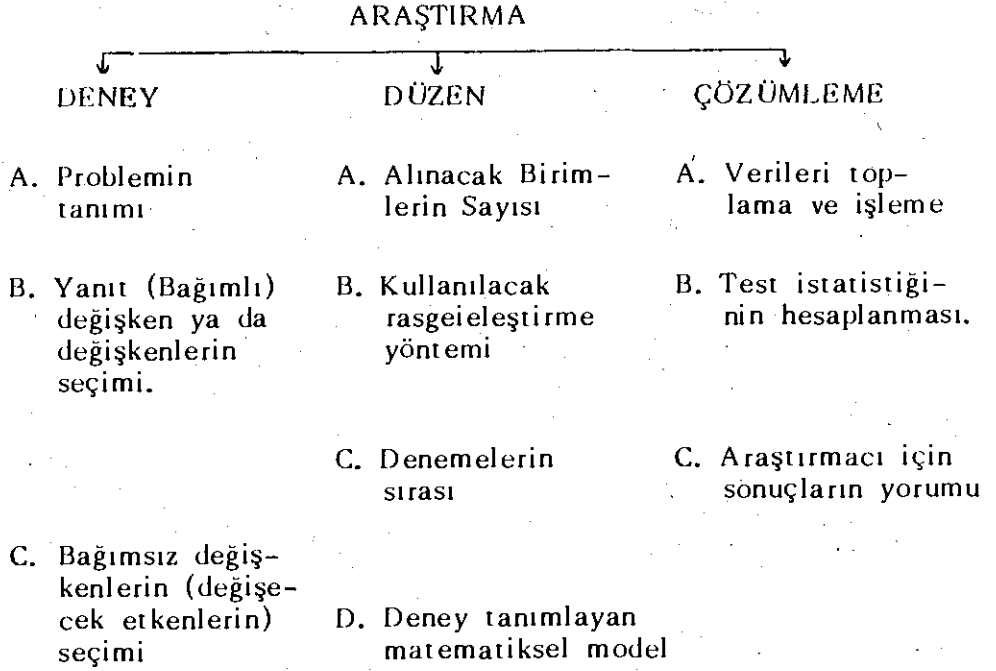
(\*) Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü.

araştırmada istatistikçinin etkili olabilmesi için araştırmacının bütün devrelerine bazen araştırmacı ile işbirliği yaparak, bazen danışman olarak, bazen de meraklı bir gözlemci olarak katılması şarttır. Eğer diğer araştırmacılar ile çalışmanın başından sonuna kadar beraber değil ise yararlı katkılarda bulunamayacak işbirliği azlığından gözden kaçırıldığı önemli noktalar olacaktır.

Bir istatistikçinin yardımcı olduğu konu ile ilgilenmesi araştırmada sonuca etki edecek tüm parametreleri görüp, bunlara göre özel yöntemler uygulaması, konunun özüne inmesi kolay değildir. Bu zorluk dikkate alınarak uygulamacı istatistikçiler çoğunlukla konularına göre uzmanlaşmışlardır. Uygulama alanı Tıp ve biyolojik bilimler olanlar, Ekonomi olanlar, Psikoloji vb. olanlar gibi. Ülkemizde, on, onbeş yıl öncesinde uygulama her meslek kuruluşunun kendi elemanları ile istatistiksel değerlendirmelerin yapılması şeklinde idi. Ancak verilerin değerlendirilmesindeki çok değişik yöntemler, istatistik biliminin derinleşmesi, aynı anda iki konuda uzmanlaşma eğilimini kaldırmış, değişik meslekteki araştırmacılar araştırmaları için bir istatistikçi yardımını benimsemişlerdir.

Yukarıda belirtildiği gibi bir istatistikçinin her konuda yardımcı olması zordur. Bu nokta da dikkate alınarak bu yazımızda daha çok deneysel çalışma yapılan biyolojik konularda istatistikçi, araştırmacı işbirliğinde dikkat edilecek konular üzerinde durulacaktır.

Deneysel çalışmayı deney, düzen, çözümlenme olarak üç ana bölümde incelemek daha uygun bulunmuştur. Araştırmacı ile işbirliğinde bu üç ana bölümü oluşturabilmek için bazı sorular sormak yararlı olur. Soruların istatistikçiden gelmesi uygundur. Çok değişik ve karmaşık konularla çok karşılaşan istatistikçinin konuyu düzenleyecek sorular yöneltmesi daha kolaydır. Bu soruların esnek ve tartışmaya açık olması gerekir. İlk sorularda aranan başka bir özellik de araştırmacıyı etraflı ve geniş düşünmeye yöneltmesidir. Araştırmacı ile işbirliğinde izlenilecek yolu Şekil 1 ile özetleyebiliriz. (Hicks 1973). Biz kendi deneyimlerimiz ve Finney'in (1982) önerilerini dikkate alarak bu soruları düzenledik. Bu sorulara diğer meslektaşlarımız başka sorular ekleyebilirler, bazı soruları gereksiz görebilirler.



Şekil 1. Araştırma aşamaları

## 2. DENEY

Deney bir gözlemdir. Ancak deneyde doğa olayları kendi akışına bırakılmaz amacı doğrultusunda yapay olarak olayları üretme yoluna gidilir. Durum böyle olunca, amacın belirlenmesi (problemin tanımı) bağımlı değişken ya da değişkenlerin seçimi; değişecek etkenlerin (bağımsız değişkenlerin) seçimi ve bunların düzenlenmesi önemlidir. Bu üç hususu ayrı ayrı ele alalım ve bu aşamada istatistikçinin ne gibi sorularla konuyu açığa çıkarabileceği üzerinde duralım.

### 2.1. Problemin Tanımı (Amaç)

Araştırmacılar için problemin tanımı çok açık gibi görülmekle birlikte üzerinde uzun ve titiz düşünülmediği için bazı aksak-

lıklar çıkarmaktadır. Örneğin, tuzlu koşulların kötü şartların hormon ile düzeltip, düzeltemeyeceğini araştıran bir bilim adamı, hangi hormonu deneyeceğini, hangi bitkilerde ve nasıl bir ortamda deneyeceğini başta belirlemez ise çalışma bir kargaşa içine düşecektir. Bir istatistikçi bu aşamada araştırmacıya şu soruları yöneltebilir.

Soru 1. Planlanan çalışma gerçekten deneysel bir çalışmadır mı?

Başta da belirtildiği gibi deneysel çalışmanın bütün şartları araştırmacı tarafından oluşturulur. Örneğin bir ilacın anestezi etkisi kobaylar üzerinde denenecek ise ilacın hangi dozlarının kullanılacağı, hangi dozun hangi kobayda uygulanacağı araştırmacı tarafından kararlaştırılır. Oysa belli bir hastalığın bir toplumda bulunma sıklığını konu alan bir çalışma gözlemseldir. Olan durumu kontrol etme, geriye dönük bilgi edinme çalışmalarına sahha araştırması diyoruz. Önce çalışmada bu ayrımın kesinleşmesi şarttır.

Soru 2. Niçin deney yapıyorsunuz?

Deney yapmanın nedenlerini Finney (1982) dört grupta toplamaktadır.

- "A) Alışılmış durumları değiştirirsek ne olur?
- B) Yeni geliştirilmiş bir ilacın kontrole göre bir grup kobay hayvanlarında etkisi ne olur?
- C) B'de elde edilen sonucun değişik gruplara örneğin memelilere uygulanması ne gibi sonuçlar verir?
- D) Kullanılacak maddenin değişik dozlarının değişik materyallerde etkisi ne olur?"

Soru 3. Öncelikle araştırdığınız şey nedir?

Örneğin değişik gübrelerin verime etkisi mi? Yoksa bir gübrenin dozlarının verime etkisi mi? İncelenen değişken nedir? Verim mi? Yoksa gelişim mi? Bunlar ve buna benzer sorunlar başta halledilmelidir.

Yukarıdaki soruların cevaplanması problemin tanımı açıklayabilir.

## 2.2. Bağımlı Değişken Ya da Değişkenlerin Seçimi

DeneySEL bir çalışmada genellikle iki değişken söz konusudur. Bağımlı değişken, bağımsız değişken. Bir deneyin sonucunu belirleyen etkenlere "bağımsız" değişkenler, sonuca "bağımlı" değişken adı verilir. Deneycinin gözlemek istediği, bağımlı değişken ya da bağımlı değişkenlerdir. (C. Yıldırım. 1979).

İstatistikçi kendisine danışıldığında aşağıdaki sorular ile bu noktayı aydınlatılabilir.

Soru 4. Deneyde hangi değişkenler ölçülecektir?

İncelenilen konu yalnız bir değişkenlemi aydınlatılabilir? Yoksa birden fazla değişkeni ölçmek mi gerekecektir. Örneğin fosfor gübresinin belli dozlarının verime olan etkisi inceleniyor ise burada bağımlı değişken sadece dekara kg. olarak ölçülecek verim midir? Yoksa bitkideki renk, tane sayısı, kuru ve yaş ağırlıklarda bağımlı değişken olarak alınmalı mıdır? Bu soruların başta çözümlenmesi gerekecektir. Bazı durumlarda değişkenler arasında bir ilişki olup değişkenlerden birini incelemek diğerini de incelemişiz gibi bir sonuç verebilir mi? Bu değişkenleri ölçmede kullanılacak teknik ne olacaktır.

Soru 5. Hangi değişkenler analiz edilmelidir?

Birden fazla bağımlı değişken alınmış ise bu değişkenlerin hepsi ayrı ayrı analiz edilmeli midir? Yoksa bazıları için basit tablolar vermek yeterli olur mu? Değişkenlerin yapısı, yüzde, oran, indeks düzeltilmiş değerler gibi değerlerden hangisini kullanmayı gerektirmektedir. Bağımlı değişkenimize etki eden bir başlangıç değeri var mıdır?

Çok değişkenli bir araştırmada hangi değişkenlerin alınacağı başta belirlenmelidir. Bazı araştırmalarda çalışmanın ortasında bir değişken dikkati çekmekte ve incelemeye alınmaktadır. Başta programı yapılmış bir çalışma için bu tür sonradan eklemeler araştırmacıyı amacından uzaklaştırabilir. Çalışmayı dağıtır. En iyi yol, değişkenlerin başta belirlenmesi, yukarıda belirtilen sorulara verilen cevaplar doğrultusunda gerekli bilgi işlem hazırlıklarının yapılmasıdır.

### 2.3. Bağımsız Değişkenlerin Seçimi

Bir deneyde deneyin koşullarını belirleyen etkenler bağımsız değişkenlerdir. Bu değişkenlerden bir kısmı sabit tutulabilir. Bir kısmının sistematik değişmesinde bağımlı değişkende gözlenecek farklılık araştırmacıyı esas ilgilendiren konu olabilir.

#### Soru 6. Bağımsız değişkenleriniz nelerdir?

Bir araştırmada bağımlı değişkeni etkileyecek çok değişken olabilir. Örneğin laboratuvar şartlarında yetiştirilen bir bitkinin gelişiminde ısı, ışıklandırma, nemlilik gibi etkenler bağımlı değişkeni etkileyecek değişkenlerdir. Ancak bu tür değişkenlerin etkisi aranmıyor ise sabit yapılabilir. Şu halde deneyde tüm etkenler düşünülmeli bunların içinden ilgilenmediklerimiz sabit tutulmaya çalışılmalıdır. Eğer sabitleştiremiyor isek deney düzenimizi seçerken dikkatli olmamız gerekecektir.

#### Soru 7. Bağımsız değişkenlerimizin yapıları nasıldır?

Bağımsız değişkenin değişmesi ya da düzeylerinin farklı alınması bağımlı değişkeni nasıl etkilemektedir, özde aranan konu budur. Buna göre bağımsız değişkeni tanımak bir araştırmada önemlidir. Bağımsız değişkenlerimiz nitel midir? Nicel midir? Nitel ise düzeyleri özel ya da rasgele seçimli midir? Örneğin bir ilacın etkisi üç farklı ırktan hayvan üzerinde denenmiş ise bağımsız değişken olan ırklar nitel özelliktedir. Ama bu ırklar bir yığın içinden rasgele mi seçilmiştir? Yoksa bu üç ırk özellikle mi seçilmiştir? Bağımsız etken ısı, basınç, bir ilacın dozları gibi nicel midir? Bu etkenlerin düzeyleri özel seçilmiş ya da en düşük ve en yüksek düzey aralığı içinden rasgele seçilmiş olabilir. Bu sorularında belirlenmesi yararlı olacaktır.

#### Soru 8. Bağımsız değişkenlerin düzeyleri birleştirilebilir mi?

Bağımsız değişkenin düzeyleri ne kadar çok alınır ise bağımlı değişkende olan farklılığı sistematik olarak gözlemek o kadar iyi olur. Ancak bağımsız değişkenin düzeylerinin artması araştırmanın boyutunu çok büyütür. Tabii bu durum, zaman, maliyet vb. şartları zorlar. Bu nedenle, örneğin bir fırınlama işleminde fırın ısısını 350° C'den 550° C'ya kadar değiştirebiliyor isek bu arada 10 farklı ısı düzeyi almak yerine aralarında önemli bir

fark olmayacağını ön bilgilerimizle hissettiğimiz yakın düzeyleri birlikte alır düzey sayısını 5'e düşürebiliriz.

### 3. DÜZEN

Bir araştırmanın en önemli bölümünü düzenleme oluşturur. Materyalimizin yapısı ve olanaklarımız seçeceğimiz deney düzeyine ışık tutacaktır. İstatistikçinin bu aşamadaki en önemli görevi seçilecek deney düzenini saptamak ve deneyi kurmaktır. Bu bölümü Şekil 1'de belirtildiği gibi dört parçada incelemenin yararlı olacağı görüşüdeyiz.

#### 3.1. Alınacak Birimlerin Sayısı

Soru 9. Hangi deneysel birimler kullanılabilir?

Önce birimin açık bir tanımını vermek gerekir. Birimin yanlış tanımlanması çalışmada büyük yanlışlıklar ortaya çıkarır.

Bir deneyde her bir deneme için farklı alınabilen parçalara birim denilmektedir. Biyolojik deneylerde bu parçalara genellikle parsel adı verilir. Parsel homojen bir tarlanın bir parçası, tek bir insan, ya da bir sınıftaki öğrencilerin tümü, bir koğuştaki hastalar, bir kobay ya da bir grup kobay, bir sinir parçası, bir bakteri türü ya da aynı denemenin uygulandığı canlı bir organizma olabilir.

Soru 10. Birimler eşit büyüklükte midir?

Deneyimizde kullanacağımız birimlerin eşit ya da farklı büyüklükte olmalarını bilmek bilgi işlem programlarını saptamak uygun istatistiksel yöntemleri seçmek açısından yararlıdır. Daha önce birim olarak kabul edebileceğimiz büyüklükler belirtildi. Bu birimlerin farklı büyüklükte olması uygulamada rastlanabilen bir olaydır.

Soru 11. Gruplarda eşit miktarda birey var mıdır?

İstatistiksel çalışmalarda genellikle gruplarda eşit sayıda birey olması istenir. İstatistiksel yöntemlerin çoğu eşit birey sayılı gruplar için geliştirilmiştir. Ancak farklı birey sayısı içeren

gruplar için geliştirilmiş yaklaşık çözüm yöntemleri de vardır. Çalışmanın başında bu durumu belirtmek yararlı olur.

Soru 12. Yapacağımız deneyle ilgili ön bilgilerimiz var mı?

Bilindiği gibi deneye alınacak birim sayısı sonuçta elde edeceğimiz bilginin kesinliğini etkileyecektir. Yukarıda sorulan 9, 10, 11'nci sorulara yeterli cevap aldıktan sonra yapacağımız deney ile ilgili varyans ve kabul edilebilir risk önceki bilgilerimizden bilinebiliyor ise örneklem bilginizi kullanarak büyüklük için bir değer bulabiliriz. Kabul edilebilir risk değeri kararlaştırılırken elimizdeki olanaklarımızın değerlendirilmesi gerekir. Çoketkenli deneylerde hata terimini hesaplayabilmek için gruptaki tekrar sayısını en az iki almak gerekir. Ancak 4 ve daha çok etkenli deneylerde yüksek dereceden etkileşimler toplanıp hata terimi olarak kullanılabilir.

Araştırmacının çalışması ile ilgili bir ön bilgisi yok ise çalışmanın büyüklüğünü belirtmek zor olur. Bu durumda bazı çalışmalarda bir ön deney yapmak ve sonuçlarından yararlanmak, ekonomik olanaklarımızı dikkate alıp bir değer belirlemek uygundur.

### 3.2. Kullanılacak Rasgeleleştirme Yöntemi ve Denemelerin Sırası

DeneySEL araştırmalarda, saha araştırmalarında rasgelelik istenilen ve bilimsel ahlaka uygun bir yöntemdir. DeneySEL çalışmalarda deney gruplarının hazırlanmasında, Saha araştırmalarında ise belirlenen kitleyi tanımlayabilecek örneklem birimlerinin seçilmesinde rasgelelik istenir. Ancak ekolojik çalışmalarda, salgın hastalık taramalarında, astronomi ile ilgili çalışmalarda rasgelelik kurallarının uygulanması zordur. Böyle durumlarda hiç çalışma yapmamak yerine özel örneklemlemler ile değerler vermek ancak sonucunda aldığımız özel örneklemlemler için olduğunu belirtmek gerekir. Cochran (1968), Finney (1982) bu konuda aynı fikirde olduklarını belirtmişlerdir.

DeneySEL çalışmada rasgelelik yöntemini ve deney düzenini materyalin yapısı belirler. Deneyin yapıldığı ortam uygulama şartları materyal yapısı olarak kabul edilecektir. Bu nedenle araştırmacıya materyali tanıttacak sorular yöneltilmelidir.



Soru 13. Deneyde kullanacağımız materyal gruplandırılabilir mi?

Deneyde kullandığımız materyal aynı yumurta ikizleri, bir batında doğan yavrular, aynı hayvandan alınan sinir uçları, bir tarlada homojen kabul edilebilecek bir bölge olabilir. Böyle gruplara blok adı verilmektedir. Bu gruplar kendi içlerinde homojendir. Uygulanacak deney düzeni rasgele bloklardır. Bazı durumlarda materyali iki özellik yönünden gruplamak mümkündür. Bu durumdaki deneyde Latin kare deneyi uygulanması uygun olabilir.

Soru 14. Uygulanacak deneme yapısı nasıldır?

A - Basit yapıli deneyler, bu deneyler iki ya da daha çok etkenin birbirleri ile karşılaştırıldığı deneylerdir.

B - Doğrusal yapıli deneyler, bu tür deneylerde tek etken vardır. Bu etkenin değişik dozları karşılaştırılır. Bu tür deneylerde etken nicel olup sonuçta bağımlı değişken (cevap değişkeni) ile etkenin düzeyleri arasında fonksiyonel ilişki kurulabilir.

C - Çoketkenli Deneyler. Bu tür deneyler A ve B şikkındaki deneylerin bir birleşimidir. Burada çapraz deneyler kurulabilir. Etkileşim hesaplanabilir.

Soru 15. Deneyde uygulanacak rasgeleleştirme üzerinde herhangi bir zorlama sözkonusu mu?

Onüçüncü ve öndördüncü sorularda kesin bir karara varılmış ise deneydeki rasgeleleştirme yöntemi belirlenmiştir. Bu sonuç bizi deney düzenine götürür. Nasıl bir deney düzeni seçildiği belirlenmiş olur. Rasgele blok yönteminde çoketkenli bir deney uygulamak isteyelim, bloklarda etkenin bütün düzeylerinin rasgele bir sırada uygulanması gerekir. Ancak deneyin uygulanabilmesi tam rasgelelik üzerine bir kısıt getirmiş olabilir. Örneğin sulamalar ile azotlu gübre düzeylerinin denendiği bir çalışmada tüm çaprazlar bloklarda rasgele bir sırada uygulanmalıdır. Oysa sulama etkeni daha büyük bir alanda uygulandığı zaman güvenli olur. Bu takdirde büyük parsellere önce sulama türleri rasgele sonra gübre düzeyleri rasgele uygulanarak rasgelelik üzerine bir kısıt konulmuş olabilir. (Bölünmüş parseller düzeni).

### 3.3. Deneyi Tanımlayan Matematiksel Model

Yukarıda yöneltlen sorular ve araştırmacı ile yapılan ortak çalışmalar kullanacağımız deney düzenleme yöntemini ve yönte-

me ait matematiksel modeli belirlemiş olur. Modeli belirlenmiş bir çalışmada bir çok sorun çözümlenmiş ve kesin karar alınmış demektir.

#### 4. ÇÖZÜMLEME

Araştırma şemasında da belirtildiği gibi çözümleme üç bölümde ele alınacaktır. Verileri toplama ve işleme, test istatistiğinin hesaplanması ve sonucun yorumu.

##### 4.1. Verileri Toplama ve İşleme

Verilerin toplanması araştırmacının kontrolünde gerçekleşir. Bu aşamada istatistikçi belki bir gözlemci olarak bulunabilir. Ancak toplama işleminde uyulacak kurallar, makina kullanılacak ise kodlama ve düzenleme başta istatistikçi ile yapılır. Bunun için, aşağıdaki üç soru cevaplanmalıdır.

Soru 16. Deney süresince araştırmacı yardımcı kullanacak mı?

Araştırma sonucuna doğrudan etki eden bu konuda araştırmacı deneyi tümü ile kendisi yürütemeyecek ise yardımcıları çok iyi yetiştirmesi gerekecektir. Her deneme kombinasyonuna ayrı uygulamaların yapılması önemlidir.

Soru 17. Sonuçlar nasıl kaydedilecektir?

Bilgiler nasıl kaydedilecektir? Yapılan gözlemlerden ve sayımlardan doğrudan kaydederek mi? Yoksa kullanılan bir aletten sonucu okuyarak mı? Eğer gözlemlerden ve sayımlardan elde ediliyor ise toptan saymama, yuvariaklaştırmalarda birlik, konularına dikkat edilmelidir. Aletten okunuyor ise aletin iyi kullanılmaması, iyi yerleştirilmemesi etkili olur. Raporlar açık havada kaydediliyor ise okunaklı saklanabilecek mi? Kayıtlardan birer kopya istatistikçiye hemen ulaştırılacak mı?

Soru 18. Verilerin özetlenmesi ve deney düzenine uygun hesaplamaların yapılmasında bilgi işlem makinaları kullanılacak mı?

Eğer çözümler bilgi işlem makinalarında yapılacak ise eldeki programların yeterli olup olmadıkları kontrol edilmeli ve gerekiyorsa yeni program yazılmalıdır.

## 4.2. Test İstatistiğinin Hesaplanması ve Sonuçların Yorumlanması

Bu bölüm istatistikçiyi doğrudan ilgilendirir. Yukarıda belirtilen düzende gelişmiş bir araştırmada bu bölüm güç olmayacaktır. Yorumların verilmesinde fazla istatistik hesaplar ve deyimlerden kaçınmak faydalıdır. Sonucun anlaşılır olması gerekir. İstatistik dayanaklar kaynak olarak, ek olarak verilmeli konunun akıcılığı kaybedilmemelidir. Gerekliyse grafik ve şekiller sonucu vermede yararlı olur.

Gerekli hipotezleri test ederken etkenlerin düzeylerinin özel ya da rasgele seçimli olup olmadıklarına dikkat etmek gerekir. Bu, hata teriminin seçiminde ve sonuçların yorumunda önemlidir.

## 5. SONUÇ

Şüphesiz hocalarımızın bu konuda deneyimleri daha çoktur. Ancak genç arkadaşlara ışık tutacak bir yazının olmaması bize böyle bir yazı hazırlama cesareti verdi. Araştırmadaki uzun yıllar edindiğimiz deneyim yukarıda sunduğumuz soruları oluşturmamızı sağladı. Ancak, hiç bir zaman bu soruların her şeyi çözeceğini savunamayız. Önerilen bu sorularda fazlalıklar ya da eksiklikler bulunabilir. Meslek arkadaşlarımız bunlara yenilerini katabilirler ya da bazılarını çıkarabilirler. Şunu kesinlikle vurgulamak yerinde olur görüşünderiz. İstatistikçi bir hizmet veren değil bir işbirlikçi olarak araştırmaya katıldığında daha yararlı olur. Bazı araştırmalarda deney planlarının hazırlanmasından raporların yayınına kadar tüm aşamalarda sorumluluğu paylaşan, deneyimlerini kullanan bir ortak olmalıdır.

Araştırmacının da deneyine başlamadan, istatistikçi ile görüşmeden önce konusunu çok iyi bilmesi eski ve yeni kaynak taramasını yapmış olması gerekir.

#### KAYNAKLAR

- 1) Cochran, W.G., The Planning of Observational Studies of Human Populations, Journal of the Royal Statistical Society, A 128, 234-265, 1965.
- 2) Finney, D.J., The Questioning Statistician, Statistics in Medicine, Vol. 1.5. 13, 1982.
- 3) Hicks, C.R., Fundamental Concepts in the Design of Experiments, Holt Rinehart and Winston, New York, 1973.
- 4) Yıldırım, C., Bilim Felsefesi, Remzi Kitabevi, İstanbul, 1979.