

**İSTATİSTİKSEL GÜÇ ANALİZİ:  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER DERGİSİ  
ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

**Mehmet Suphi ÖZÇOMAK\***  
**Kübranur ÇEBİ\*\***

**Alınış Tarihi: 10 Şubat 2017**

**Kabul Tarihi: 10 Nisan 2017**

**Öz:** Bir istatistiksel anlamlılık testi yapıldığı zaman örneklem hacmi, anlamlılık düzeyi, etki büyüklüğü ve istatistiksel güç göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerdir. İstatistiksel güç en basit haliyle bir istatistiksel anlamlılık testinin sıfır hipotezini reddedebilme olasılığıdır ve anlamlılık seviyesi, örneklem hacmi ve etki büyüklüğünün doğrusal bir fonksiyonudur. Bu çalışmanın temel amacı, istatistiksel anlamlılık testleri yapılan araştırmaların başarılı bir şekilde yürütülmesi hususunda önem arz eden istatistiksel güç analizinin ele alınıp istatistiksel güç analizi türlerinden deneysel güç analizi uygulamasının yapılmasıdır.

Çalışmada 2010-2015 yılları arasında Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde yayınlanmış olan makalelere deneysel güç analizi uygulaması yapılmıştır. Uygulama sonucunda dergide söz konusu yıllar arasında yayınlanmış olan makalelerin ortalama istatistiksel gücü, küçük ve orta seviyedeki etki büyüklükleri için Cohen'in tavsiye ettiği istatistiksel güç seviyesinin altında olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İstatistiksel Güç Analizi, Deneysel Güç Analizi, İstatistiksel Anlamlılık Testleri.

**STATISTICAL POWER ANALYSIS: AN APPLICATION ON  
ATATURK UNIVERSITY JOURNAL OF ECONOMICS AND  
ADMINISTRATIVE SCIENCES**

**Abstract:** Once it is made a statistical significance test; sample size, significance of level, effect size and statistical power are to think over. Statistical power is a probability that a statistical significance test can refuse null hypothesis. Statistical power is a linear function to sample size, significance of level and effect size. The main propose of this study is that statistical power analysis which studies used statistical significance test provide carrying out accurate is to explain and post hoc power analysis is to carry out.

This study were applied post hoc power analysis to articles in Journal of Economics and Administrative Sciences published between 2010-2015 years. According to result of post hoc power analysis, the average statistical power of the article for small and medium effect size is below the power level recommended by Cohen.

**Keywords:** Statistical Power Analysis, Post-hoc power analysis Statistical Significance Tests

---

\*Not: Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalında yapılmış ve aynı adı taşıyan yüksek lisans tezinin özeti'dir.

\*Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümü.

\*\*Arş. Gör., Erzurum Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümü.

**I. Giriş**

İstatistiksel analizler, bilimsel bilgi üretme hususunda araştırmacılara önemli kolaylıklar sağlamanın yanında araştırmacılara, veri setleri hakkında doğru bilgiye ulaşarak araştırma sonuçlarını yorumlayabilme imkânı sunmaktadırlar. İstatistiksel analizler yapılırken; içinde istatistiksel anlamlılık testi barındıran çalışmalar için en az istatistiksel anlamlılık kadar yahut anlamlı sonuçlar elde etmek kadar önemli bir başka husus ise istatistiksel güç analizidir.

İstatistiksel güç kavramı ilk kez Neyman-Pearson (1928) tarafından ortaya atılmış ve daha sonraki dönemlerde Jacob Cohen (1962) tarafından geliştirilmiştir. İstatistiksel güç kavramı en yalın haliyle sıfır hipotezinin reddedilme olasılığıdır. Belirli parametreler ışığında istatistiksel gücü hesaplama sürecine ise istatistiksel güç analizi denilmektedir. İstatistiksel güç analizi hem araştırmanın tasarım aşamasında araştırmanın başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için gerekli olan örneklem hacminin belirlenmesi hususunda hem de anlamsız çıkan sonuçların doğru yorumlanması hususunda önem arz etmektedir. Genellikle bir çalışmanın hazırlanma aşamasında teorik güç analizinin uygulanması uygun iken, tamamlanmış çalışmalarda deneysel güç analizinin uygulanması daha uygun olmaktadır. Bu kadar öneme sahip iken, literatür incelendiğinde istatistiksel güç analizine istatistiksel anlamlılık kadar önem verilmediği görülmektedir.

**II. İstatistiksel Güç Kavramı**

Cohen (1970) istatistiksel gücü, yanlış olan bir sıfır hipotezinin ret edilme olasılığı olarak tanımlamıştır. Adı geçen araştırmacı, 1988 yılında bu tanımlı genişleterek; istatistiksel gücü, istatistiksel olarak önemli sonuçlar verebilme olasılığı olarak ifade etmiştir (Cohen, 1988: 4). Neyman-Pearson teorisinde ise istatistiksel gücün matematiksel tanımı  $1-\beta$  olarak ifade edilmiştir. Bu ifadeden anlaşılacağı üzere istatistiksel güç arttıkça ikinci tip hata yapma olasılığı azalmaktadır. İkinci tip hata 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Bunun doğal sonucu olarak da; istatistiksel güç değeri de 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır (Sedlmeier ve Gigerenzer, 1989: 309).

Gerçek etkiyi ortaya çıkarma yeteneği olarak da ifade edilen istatistiksel güç, sıfır hipotezinin yanlış olduğu zaman reddedilmesine ve araştırma hipotezinin kabul edilmesine imkan vermektedir. Zira bir araştırmacı, çalışmanın istatistiksel gücünü arttırdıkça, hem doğru etkiyi bulma şansını hem de sıfır hipotezini reddetme şansını arttırmaktadır. Öte yandan bir araştırmacı yeterli istatistiksel güç konusunu ihmal ederse, hem doğru etkiyi bulma şansını hem de sıfır hipotezini reddetme şansını azaltmış olacaktır (Tener, 2000: 25-26).

İstatistiksel güç kavramı, önceden yapılmış bir çalışmanın sonuçlarını yeniden üretebilme yeteneğine de sahiptir. Örneğin bir araştırmacı çalışmasının istatistiksel gücünü 0.50 olarak bulduğu takdirde, araştırmacı sıfır hipotezini reddetmek için %50 şansa sahip olacaktır. Bir başka ifade ile eğer çalışma 100 defa tekrar edildiğinde; araştırmacı 50 çalışmada yanlış olan sıfır hipotezini

reddederken, geri kalan 50 çalışmada ise yanlış olan sıfır hipotezini kabul edecektir. (Tener, 2000: 26-27). Örnekten de anlaşıldığı üzere istatistiksel güç kavramı daha güvenilir analizler yapabilmek adına son derece önem arz etmektedir. İstatistiksel güç kavramı, araştırmancının sonuçlarının güvenilirliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

### III. İstatistiksel Gücü Etkileyen Faktörler

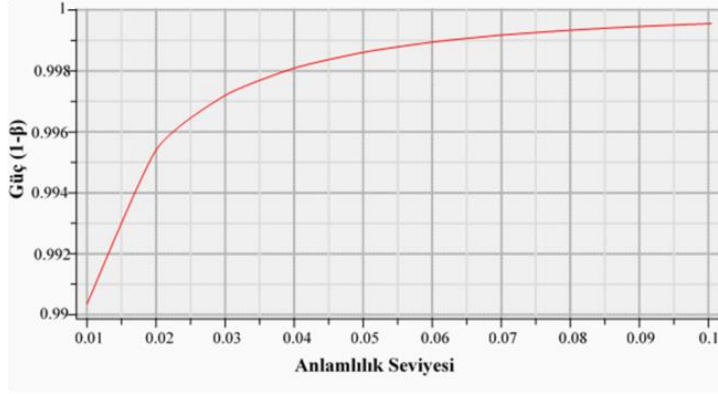
İstatistiksel gücü etkileyen üç parametre bulunmaktadır. Bu parametreler; anlamlılık seviyesi ( $\alpha$ ), örneklem hacmi ( $n$ ) ve etki büyüklüğüdür (EB). İstatistiksel güç bu üç parametrenin bir fonksiyonu olarak karşımıza çıkmaktadır (Verma ve Goodale, 1995: 142). Bu durumda istatistiksel güç;

$$\text{İstatistiksel güç} = f(\alpha, n, EB) \quad (1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Eşitlikten anlaşıldığı üzere; istatistiksel güç ile söz konusu üç parametre arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Bir araştırmacı ideal olarak bir çalışma için, birinci ve ikinci tip hataların uygun seviyesine karar vermeli ve etki büyüklüğünü tahmin etmelidir. Daha sonra da gerekli örneklem hacmini belirlemelidir. Ancak bu kullanıma ilaveten birinci tip hata ve istatistiksel güç değeri diğer üç parametrenin bir fonksiyonu olarak onlardan sonra da hesaplanabilmektedir. Diğer parametreler sabit tutulduğu zaman anlamlılık seviyesi, örneklem hacmi ve etki büyüklüğü parametrelerinin artması, istatistiksel gücü arttıracaktır. Bu noktadan hareketle istatistiksel güç ile onu en çok etkileyen bu üç parametre arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır (Mazen vd., 1987: 370).

#### A. Anlamlılık Seviyesi

Sıfır hipotezinin, doğru olduğu halde ret edilme olasılığına, bir başka ifade ile birinci tip hata yapmanın kabul edilebilirlik olasılığına “*anlamlılık seviyesi*” denilmektedir (Maguire, 1991: 17). İngiliz istatistikçi Ronald Fisher tarafından kavramlaştırılmış istatistiksel bir terim olan anlamlılık seviyesi 0 ile 1 arasında değer almaktadır ve “ $\alpha$ ” sembolü ile gösterilmektedir. Anlamlılık seviyesinin “0” olması demek; birinci tip hata yapmanın hiçbir olasılığı olmadığı anlamına gelirken, “1” olması demek; birinci tip hata yapmaktan kaçınılamayacağı anlamına gelmektedir (Ellis, 2010: 49-50). Anlamlılık seviyesi ile istatistiksel güç arasındaki ilişki Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1: Anlamlılık Seviyesi ile İstatistiksel Güç Arasındaki İlişki

Şekil 1'de görüldüğü üzere anlamlılık seviyesinin istatistiksel güç seviyesi üzerinde pozitif yönlü bir etkisi mevcuttur, bir başka ifade ile anlamlılık seviyesindeki bir artış istatistiksel güç seviyesini de arttırmaktadır.

#### B. Etki Büyüklüğü

İstatistiki olarak etki büyüklüğü; iki değişken arasındaki istatistiksel ilişkinin gücünün ölçüsüdür ve sıfır hipotezinin yanlış olmasının derecesidir. Verilerden hesaplanan etki büyüklüğü tanımlayıcı bir istatistiktir. Etki büyüklükleri, veriler arasında mevcut olan bir ilişkinin anakütledeki doğru bir ilişkiyi yansıtıp yansıtmadığı hakkında herhangi bir bilgi vermeyip, ilişkinin tahmin edilen boyutunu verir. Böylece etki büyüklüğü p değeri gibi çıkarımsal bir istatistiğin tamamlayıcısı olmaktadır. Etki büyüklüğü terimi gruplar arasındaki farkın boyutunu (*Cohen'in d istatistiği*), bir ilişkinin gücünü (Pearson Korelasyon için  $r$ , Ki-kare için *Cramér'in V* ve  $w$ ) ve bağımsız değişkenler tarafından açıklanan bağımlı değişkendeki değişimin oranını ( $R^2$ ,  $\eta^2$ ,  $\omega^2$ ) ifade etmektedir.  $p$  değeri bir bulgunun istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını açıklarken, etki büyüklüğü indeksleri; bağımsız değişkenin açıklama gücü, ilişkinin gücü veya farklılığın boyutu hakkında bilgi sağlamaktadır. Bu yüzden etki büyüklüğü indeksleri pratiksel anlamlılığın ya da önemliliğin ölçüleridir (Parks vd., 1999: 140-141).

Uygulamada gerçek bir etki büyüklüğü genellikle bilinmemektedir. Etki büyüklüğünün belirlenmesiyle ilgili sorunları gidermek için Cohen, etki büyüklüklerini; küçük, orta ve büyük olmak üzere üç sınıfa ayırmıştır. Bu üç sınıfın kullanılan istatistiksel teste göre aldıkları değerler Tablo 1'de verilmiştir. Cohen, bağımsız ortalamaların karşılaştırılmasında  $d$  istatistiğini kullanmıştır.  $d$  istatistiği 0.20 ise küçük bir etki, 0.50 ise orta bir etki, 0.80 ise büyük bir etkiyi ifade ederken, değişkenler arasındaki ilişkinin ölçüsü olarak ifade edilen  $r$

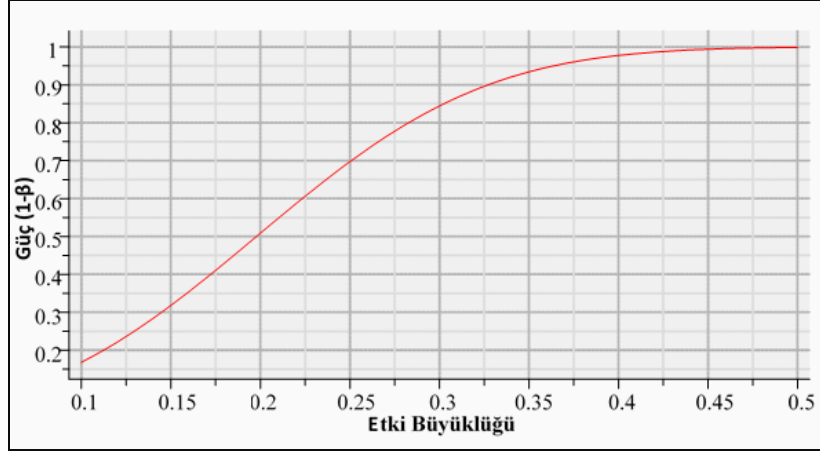
istatistikinde ise küçük bir etki 0.10, orta bir etki 0.30 ve büyük bir etki ise 0.50 olarak ifade edilmektedir.

Tablo 1: Cohen Tarafından Belirlenen Etki Büyüklüğü Aralıkları

İstatistiksel Testler	İlgili Etki Büyüklüğü	Etki Büyüklüğü Değeri		
		Küçük	Orta	Büyük
Bağımsız Ortalamaların Karşılaştırılması	$d, \Delta, Hedges' \text{nin } g \text{ istatistiği}$	0.20	0.50	0.80
Korelasyon Karşılaştırılması	$q$	0.10	0.30	0.50
Oranlar Arasındaki Fark Testi	$Cohen' \text{in } g \text{ istatistiği}$	0.05	0.15	0.25
Korelasyon Analizi	$r$	0.10	0.30	0.50
	$r^2$	0.01	0.09	0.25
Ki-kare Testi	$w, \phi, V, C$	0.10	0.30	0.50
Varyans Analizi	$f$	0.10	0.25	0.40
	$\eta^2$	0.01	0.06	0.14
Çoklu Regresyon Analizi	$R^2$	0.02	0.13	0.26
	$f^2$	0.02	0.15	0.35

Cohen, Tablo 1'deki değerlerin etki büyüklüğü değerlerinin daha iyi bir tahmin yöntemi olmadığı durumlarda kullanılmasını tavsiye etmiştir. Bazı değişiklikler olmasına karşın Cohen tarafından yapılmış olan etki büyüklüğü seviyeleri özellikle 1977 yılından bu yana bir standart olarak kabul edilerek, araştırmacılar tarafından kullanılmıştır. Eğer örneklem hacmi ve anlamlılık seviyesi biliniyorsa Cohen'in etki büyüklükleri değerleri kullanılarak istatistiksel gücü belirlemek mümkün olmaktadır (Ellis, 2010: 41).

İstatistiksel gücün ve gerekli olan örneklem hacminin en önemli belirleyicilerinden biri olan etki büyüklüğü, anlamlılık seviyesi ve örneklem hacminin sabit olması şartıyla ne kadar yüksek olursa, testin gücü o kadar yüksek olmaktadır. Yani, etki büyüklüğü ne kadar büyük olursa sıfır hipotezinin reddedilme olasılığı o kadar büyük olmaktadır. (Mazen vd., 1987: 370; Abraham ve Russell, 2004: 285). Etki büyüklüğü ile istatistiksel güç arasındaki ilişki Şekil 2'de verilmiştir.

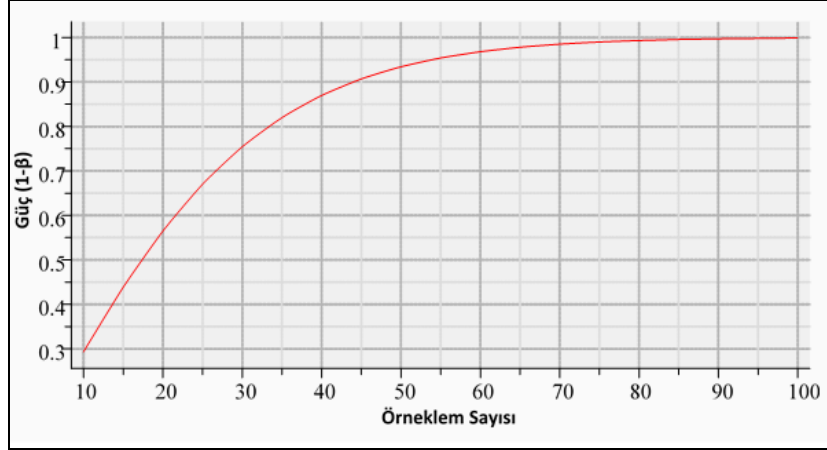


Şekil 2: Etki Büyüklüğü ile İstatistiksel Güç Arasındaki İlişki

Şekil 2'den de anlaşıldığı üzere etki büyüklüğü ile istatistiksel güç arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Sonuç olarak, diğer faktörler sabit kalmak koşuluyla etki büyüklüğü arttıkça istatistiksel güç artmaktadır.

### C. Örneklem Hacmi

Hipotez test etme sürecinin en önemli gerekliliklerinden biri, yeterli sayıda örneklem hacminin belirlenmesidir. Çünkü yeterli sayıda örneklem hacmi, araştırmacının hatalarını minimize ederken aynı zamanda yanlış bir sıfır hipotezinin ret edilme olasılığını artırmaktadır. Bu yüzden bir araştırmacı çalışmasına başlamadan önce önsel etki büyüklüğünü, istatistiksel gücü ve anlamlılık seviyesini dikkatli bir şekilde tespit edip, daha sonra örneklem hacmini belirlemelidir. Zira bir araştırmacı ilk olarak örneklem hacmini belirlediği takdirde; etki büyüklüğünü, anlamlılık seviyesini ve ikinci tip hata yapma olasılığını istediği seviyede belirleme özgürlüğüne sahip olmayacaktır. Bu durumda araştırmacı en fazla iki değeri kendi istediği seviyede belirleyebilecektir. Üçüncü değer ise bu değerler arasındaki matematiksel ilişkiler sonucu kendiliğinden belirlenecektir (Asraf ve Brewer, 2004: 87-88). Örneklem hacmi arzu edilen istatistiksel güç seviyesindeki bir artışla, etki büyüklüğündeki bir azalışla ve anlamlılık seviyesindeki bir azalışla artmaktadır (Cohen, 1992: 156). Örneklem hacmi ile istatistiksel güç arasındaki ilişki Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Örneklem Hacmi ile İstatistiksel Güç Arasındaki İlişki

Şekil 3'de görüldüğü üzere örneklem hacminin istatistiksel güç üzerinde bir etkisi mevcuttur. Diğer parametreler sabitken örneklem hacmi arttıkça istatistiksel güç seviyesi de artmaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gerek bir husus da örneklem hacminin gereğinden fazla artırılmasından sakınmaktır. Zira örneklem hacminin gereğinden fazla arttırmak çok küçük farklılıkları bile istatistiksel olarak anlamlı kılabilmektedir.

#### IV. İstatistiksel Gücü Etkileyen Diğer Faktörler

İstatistiksel gücü; anlamlılık seviyesi, örneklem hacmi ve etki büyüklüğü doğrudan etkileyen faktörler iken istatistiksel gücü dolaylı olarak etkileyen faktörler de mevcuttur. İstatistiksel gücü dolaylı olarak etkileyen faktörlerden ilki istatistiksel testin yönüdür. Çift yönlü test sıfır hipotezinden sapmaları iki yönde değerlendirir ve bu yüzden tek yönlü teste nazaran daha az istatistiksel güce sahip olmaktadır. Çünkü tek yönlü test sıfır hipotezinden sapmaları sadece tek bir yönde değerlendirir. Ancak tek yönlü testin istatistiksel gücü daha fazla olmasına rağmen, tek yönlü test araştırma hipotezi tarafından ifade edilen yönün tersindeki etkileri ortaya çıkarmak için istatistiksel güce sahip değildir. Bu nedenle uygulamalarda çoğunlukla çift yönlü test kullanılmaktadır (Antcliffe, 1999: 35).

İstatistiksel güç ayrıca verilerin istatistiksel testin varsayımlarını karşılama boyutundan da etkilenmektedir. Bu yüzden araştırmacılar, varsayım ihlallerinin testin istatistiksel gücünü nasıl etkileyeceği hususunu da dikkate almalıdır. Örneğin, parametrik hipotez testlerinde verilerin normal dağılıma uygun olması gerekmektedir. Verilerin normal dağılıma uygun olmaması durumunda istatistiksel güç değeri düşük olacaktır. Parametrik testler, parametrik olmayan testlere nazaran daha çok varsayım gerektirmesine karşın

parametrik testler parametrik olmayan testlere nazaran istatistiksel gücü daha yüksek olan testlerdir. (Antcliff, 1999: 36).

İstatistiksel gücü en olumsuz etkileyen faktörlerden biri de ölçüm hatalarıdır. Güvenilir olmayan ölçümler, veriler üzerinde dalgalanmalar oluşturarak altta yatan etkinin ortaya çıkarılmasını zorlaştırmaktadır. Örneğin X ve Y zayıf bir şekilde ölçülmüşse elde edilen korelasyon değeri ölçüm hatasından dolayı gerçek korelasyondan daha düşük olacaktır (Ellis, 2010: 66).

### **V. İstatistiksel Güç Analizi**

İstatistiksel güç analizi bir çalışmanın ne kadar istatistiksel güce sahip olduğu ve çalışmada ne kadar örneklem hacmine ihtiyaç duyulduğu gibi soruların cevaplarını içinde barındıran bir analizdir (Ellis, 2010: 56). İstatistiksel güç analizi yapmak için anlamlılık seviyesi ( $\alpha$ ), etki büyüklüğü (EB), istatistiksel güç ( $1-\beta$ ) ile örneklem hacmi (n) parametrelerini hesaba katmak gerekmektedir. Bu dört parametre arasındaki ilişkiyi istatistiksel güç analizi açıklamaktadır. Herhangi bir istatistiksel model için bu ilişki her birinin diğer üç tanesinin fonksiyonu olduğu şeklinde ifade edilmektedir (Cohen, 1988: 4).

Bir araştırmanın istatistiksel gücünün bilinmesi, sonuçların daha doğru yorumlanmasına yardımcı olmaktadır. Düşük istatistiksel güce sahip anlamsız bir sonuç pek bir şey ifade etmezken yüksek istatistiksel güce sahip anlamsız bir sonuç incelenen etkinin oldukça küçük olmasını muhtemel kılmaktadır. Diğer taraftan bir araştırma için gerekli olan örneklem hacmini bilmek de, gelecek çalışmaların planlamasına yardımcı olmaktadır (Hallahan ve Rosenthal, 1996: 492-493). Bunlara ilaveten bir çalışma ne kadar çok güce istatistiksel sahipse ikinci tip hata yapma olasılığı o kadar azalmaktadır. Başka bir deyişle istatistiksel güç hata yapmaktan alıkoyan bir engelleyicidir. Örneğin, bir araştırmacı çalışmasında 0.10 istatistiksel güce sahipse ikinci tip hata yapma olasılığı 0.90 olarak ortaya çıkacaktır. Diğer taraftan bir araştırmacı çalışmasında 0.80 istatistiksel güce sahipse ikinci tip hata yapma olasılığı 0.20 olarak ortaya çıkacaktır. İstatistiksel güç ayrıca önemli bir etkiyi ortaya çıkarmanın şansı olarak da addedilmektedir. Bir çalışma ne kadar çok istatistiksel güce sahipse önemli bir etkiyi ortaya çıkarma olasılığı da o kadar yüksek olacaktır. Araştırmanın ne kadar geçerli olduğu hususunda da istatistiksel güç önem arz etmektedir. Zira, bir araştırmacı yüksek istatistiksel güçlü bir çalışmaya sahipse sonuçlarının yanlış olması şansı bir hayli düşük olacaktır.

### **VI. İstatistiksel Güç Analizi Türleri**

Literatürde istatistiksel güç analizi türleri daha çok, teorik güç analizi ve deneysel güç analizi olarak yer almasına karşın üç tür istatistiksel güç analizi mevcuttur. Bunlar teorik güç analizi, karşılaştırmalı güç analizi ve deneysel güç analizi olarak ifade edilmektedir.



#### A. Teorik Güç Analizi

Teorik güç analizi; örneklem hacmi, anlamlılık seviyesi, etki büyüklüğü ve istatistiksel testin gücü arasından herhangi bir parametreyi tahmin etmek için kullanılabilir olmasına karşın genellikle gerekli örneklem hacmini belirlemek için kullanılmaktadır (Ellis, 2010: 57).

Teorik güç analizi yardımıyla optimum örneklem hacmini bulabilmek için; anlamlılık seviyesi, etki büyüklüğü ve arzu edilen istatistiksel güç seviyesi parametrelerinin bilinmesi gerekir. Bu parametreler yardımıyla teorik güç analizi yapılarak güvenilir sonuçlar elde etmek için ne kadar örneklem hacminin gerekli olduğu bilgisine ulaşılabilmektedir. Anakütlenin tamamını incelemek çoğu zaman mümkün olmadığından optimum örneklem hacmini belirlemek güvenilir analizler yapmak açısından önemlidir. Zira, örneklem hacminin anakütleyi yansıtacak düzeyde olmayışı nedeniyle yanlış sonuçlar elde edilebilir. Bu yüzden örneklem hacmine bağlı yanlış sonuçların elde edilmesini önlemek amacıyla, araştırmacılara çalışmalarının tasarım aşamasında teorik güç analizi uygulayarak bu sakıncayı gidermeleri tavsiye edilmektedir.

#### B. Karşılaştırmalı Güç Analizi

Karşılaştırmalı güç analizine literatürde çok karşılaşılmamasına karşın istatistiksel güç analizi türlerinin biridir. Karşılaştırmalı güç analizinde hem anlamlılık seviyesi ( $\alpha$ ) hem de istatistiksel güç; etki büyüklüğü, örneklem hacmi ve hata olasılıkları oranının ( $\beta/\alpha$ ) bir fonksiyonudur. Karşılaştırmalı güç analizi, mantıklı bir anlamlılık seviyesi belirleyebilmek için geliştirilmiş bir istatistiksel güç analizi türüdür. Karşılaştırmalı güç analizinde araştırmacılar etki büyüklüğünü, en büyük olası örneklem hacmini ve  $\beta/\alpha$  oranını belirlemektedir. Bu sayede standart seviyeler haricinde istenilen seviyede  $\alpha$  ve  $\beta$  değerleri hesaplanabilmektedir (Erdfelder vd., 1996: 2).

#### C. Deneysel Güç Analizi

Deneysel güç analizi, çalışmalarda veriler analiz edildikten sonra ve çoğunlukla elde edilen sonuçların istatistiksel olarak anlamsız çıktığı durumlarda kullanılmaktadır. Bir çalışma istatistiksel olarak anlamsız bulunduğu zaman, araştırmacı çalışmada aradığı etkiyi bulmak için yeterli istatistiksel güce sahip olup olmadığı ile ilgili ve örneklem hacminin ne kadar olması gerektiği ile ilgili şüphelere düşmektedir. Bu şüpheler deneysel güç analizi aracılığıyla çalışmanın istatistiksel gücünün kaç olduğu bilgisi elde edilerek giderilebilmektedir. Yapılan çalışmalarda istatistiksel olarak anlamsız bir sonuç, olumsuz bir sonuçtan ziyade; istatistiksel gücün düşük olmasının sonucu olarak, ikinci tip hata yapma olasılığının yüksek oluşundan kaynaklanmış olabilir. Bir başka ifadeyle yapılan anlamlılık testiyle sıfır hipotezi ret edilememiş olsa bile gözden kaçırılan gerçek bir etki olabilir (Hoenig ve Heisey, 2001; Ellis, 2010: 58-59).

Deneyisel güç analizinin mantığında, anlamsız sonuçlar elde edildiği zaman araştırmacının anlamlılık testinin istatistiksel gücünü incelemesi tavsiye edilmektedir. Araştırmalarda yapılan testin istatistiksel gücü düşük olduğu durumlarda sıfır hipotezi ret edilemeyeceği gibi sonucun kesinliği hakkında da tereddüt edilebilir. Bu tür durumlarda istatistiksel gücün artırılarak araştırmanın tekrarlanması tavsiye edilmektedir. Böylece gerçek bir etki varsa sıfır hipotezi ret edilebilecektir. Öte yandan yüksek bir istatistiksel güce rağmen sonuçlar anlamsız çıkmış ise sıfır hipotezi kesinlikle reddedilmelidir (Nakagawa ve Foster, 2004: 105).

Birçok kaynağa göre deneysel güç analizi iki şekilde hesaplanabilmektedir. Hesaplamalardan ilki genellikle 0.05 değerinde seçilen sabit bir anlamlılık seviyesi, çalışmada kullanılan örneklem hacmi ve küçük, orta, büyük etki büyüklükleri için Cohen'in geleneksel etki büyüklükleri olarak ifade edilen "anlamlı" etki büyüklükleri yardımıyla istatistiksel gücün elde edilmesidir. Hesaplamalardan ikincisi ise genellikle 0.05 değerinde seçilen sabit bir anlamlılık seviyesi, çalışmada kullanılan örneklem hacmi ve çalışmada gözlemlenen etki büyüklüğü yardımıyla istatistiksel gücün elde edilmesidir. Bunlara ilaveten yaygın olarak kullanılmayan üçüncü bir hesaplama şekli de bulunmaktadır. Bu hesaplama yönteminde ise genellikle 0.05 değerinde seçilen sabit bir anlamlılık seviyesi, çalışmada kullanılan örneklem hacmi, "anlamlı" standartlaştırılmamış etki büyüklüğü (ortalama fark, standartlaştırılmamış regresyon katsayısı vb.) ve çalışmanın verilerinden elde edilen hata varyansının bir tahmini yardımıyla istatistiksel güç elde edilebilmektedir (Yuan ve Maxwell, 2005: 142-143).

## **VII. Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisinde Yayınlanmış Makalelerin Deneysel Güç Analizi Uygulaması**

Araştırmanın anakütlesini, 2010-2015 yılları arasında Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde yayınlanmış olan 347 adet makale oluşmaktadır. Deneysel güç analizi ile ilgili sınırlamalardan dolayı çalışmaya 95 adet makale dahil edilebilmiştir. Bu makalelerde toplam 2527 adet istatistiksel anlamlılık testi yapılmıştır. Çalışmada incelenen makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testlerinin yıllara göre dağılımı Tablo 2'de verilmiştir.

*Tablo 2: 2010-2015 Yılları Arasında Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde Yayınlanmış Makalelerde Yapılan İstatistiksel Anlamlılık Testlerinin Dağılımları*

Yıllar	Frekans	Yüzde
2010	438	17,33
2011	773	30,59
2012	491	19,43

2013	255	10,09
2014	359	14,21
2015	211	8,35
Toplam	2527	100

Tablo incelendiğinde en fazla istatistiksel anlamlılık testinin 2011 yılında yapılmış olduğu görülmektedir. Çalışmada incelenen makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testlerinin sonuçlarına bakıldığında; istatistiksel olarak 1228 anlamlı test sonucu elde edilirken, 1299 istatistiksel anlamlılık testinin sonucu anlamsız çıkmıştır. Bu noktada akla gelen soru istatistiksel olarak anlamsız çıkan sonuçların elde edildiği makaleler gerçekte var olan bir ilişkiyi ortaya çıkaracak kadar hassas mı değil yoksa gerçekte böyle bir ilişki yok mu olmaktadır. Çalışmada bu sorunun cevabı 2527 teste ayrı ayrı deneysel güç analizi uygulanarak aranmıştır.

Makaleler incelendiğinde en çok uygulanan istatistiksel analiz yönteminin Pearson Korelasyon analizi olduğu tespit edilmiştir. İkinci sırada en çok uygulanan istatistiksel analiz yöntemi Varyans Analizi ve üçüncü sırada en çok uygulanan istatistiksel analiz yönteminin ise Bağımsız Gruplar t-Testi olduğu tespit edilmiştir. İncelenen makalelerde en az uygulanan istatistiksel analiz yöntemi Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi olmuştur. İncelenen makaleler arasında ikinci sırada en az uygulanan istatistiksel analiz yöntemi Mann-Whitney-U testi iken, son olarak en az uygulanan istatistiksel analiz yönteminin Basit Regresyon Analizi olduğu tespit edilmiştir.

#### A. Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada deneysel güç analizi uygulaması yapılmıştır. Deneysel güç analizinin sınırlamaları neticesinde kullanılabilir olan istatistiksel testlere istatistiksel güç analizi yapılabilmesi için gerekli olan; örneklem hacmi, anlamlılık seviyesi ve araştırma hipotezinin yönü belirlenmiştir. Ayrıca test türlerine ait örneğin, çoklu regresyon analizi için bağımsız değişken sayısı, varyans analizi için grup sayısı gibi bilgiler de tespit edilmiştir. Daha sonra bu değerler kullanılarak Cohen'in tanımlamış olduğu küçük, orta ve büyük seviyedeki etki büyüklükleri için her bir anlamlılık testine deneysel güç analizi uygulanmıştır. Deneysel güç analizi uygulaması yapılırken her bir istatistiksel anlamlılık testi için istatistiksel güç değerleri G\*POWER programı yardımıyla elde edilmiştir. Böylece, 2527 adet istatistiksel anlamlılık testi için 7581 adet istatistiksel güç seviyesi elde edilmiştir. Öncelikle yıllar itibarıyla istatistiksel anlamlılık testlerinin ortalama istatistiksel güç seviyeleri hesaplanmıştır. Daha sonra makalelerde kullanılan anlamlılık testlerinin istatistiksel güç hususundaki durumlarını ortaya koymak adına genel ortalama istatistiksel güçler; küçük, orta ve büyük etki büyüklükleri için hesaplanmıştır.

### B. Bulgular

Öncelikli olarak yıllara göre istatistiksel güç incelemesi yapılmıştır. 2010 yılında yayınlanan makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testleri ile ilgili bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: 2010 Yılında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde Yayınlanan Makalelerdeki İstatistiksel Anlamlılık Testlerinin Sonuç Dağılımları

İstatistiksel Anlamlılık Testi	Anlamlı Sonuç Sayısı	Anlamsız Sonuç Sayısı	Toplam
Bağımsız Gruplar t-Testi	15	39	54
Basit Regresyon Analizi	1	-	1
Çoklu Regresyon Analizi	27	-	27
Ki-kare Testi	4	1	5
Kruskal Wallis Testi	14	27	41
Mann-Whitney U Testi	1	3	4
Pearson Korelasyon Analizi	218	62	280
Varyans Analizi	19	7	26
Toplam	299	139	438

2010 yılında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde yayınlanan makalelerin ortalama istatistiksel güçleri; küçük, orta ve büyük etki büyüklükleri için sırasıyla 0.1744, 0.6555 ve 0.8791 olarak tespit edilmiştir. Bu yılda yayınlanan makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testlerinin istatistiksel güçleri incelendiği zaman küçük ve orta etki büyüklüğünde gerçek etkiyi ortaya çıkarma konusunda zayıf kaldıkları ve 0.80 olan istatistiksel güç seviyesi kriterini karşılayamadıkları belirlenmiştir. 2011 yılına ait makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testleri ile ilgili bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: 2011 Yılında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde Yayınlanan Makalelerin İstatistiksel Anlamlılık Testlerinin Sonuç Dağılımları

İstatistiksel Anlamlılık Testi	Anlamlı Sonuç Sayısı	Anlamsız Sonuç Sayısı	Toplam
Bağımsız Gruplar t-Testi	19	45	64
Basit Regresyon Analizi	9	-	9
Çoklu Regresyon Analizi	8	-	8
Pearson Korelasyon Analizi	276	260	536
Varyans Analizi	32	124	156
Toplam	344	429	773

2011 yılında yayınlanan makalelerin ortalama istatistiksel güçleri; küçük, orta ve büyük etki büyüklükleri için sırasıyla 0.2972, 0.8558 ve 0.9781 olarak tespit edilmiştir. Bu yılda yayınlanan makalelerdeki istatistiksel

anlamlılık testlerinin istatistiksel güçleri incelendiği zaman sadece küçük etki büyüklüğünde gerçek etkiyi ortaya çıkarma konusunda zayıf kaldıkları belirlenmiştir. Ancak 2010 yılına kıyasla orta ve büyük etki büyüklüğündeki istatistiksel güçte bir iyileşmenin olduğu tespit edilmiştir. 2012 yılına ait makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testleri ile ilgili bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: 2012 Yılında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde Yayınlanan Makalelerin İstatistiksel Anlamlılık Testlerinin Sonuç Dağılımları

İstatistiksel Anlamlılık Testi	Anlamlı Sonuç Sayısı	Anlamsız Sonuç Sayısı	Toplam
Bağımsız Gruplar t-Testi	6	24	30
Basit Regresyon Analizi	3	4	7
Çoklu Regresyon Analizi	4	-	4
Ki-kare Testi	44	8	52
Kruskal Wallis Testi	16	-	16
Pearson Korelasyon Analizi	88	103	191
Varyans Analizi	19	172	191
Toplam	180	311	491

2012 yılında yayınlanan makalelerin ortalama istatistiksel güçleri; küçük, orta ve büyük etki büyüklükleri için sırasıyla 0.3240, 0.6916 ve 0.9258 olarak tespit edilmiştir. Bu yılda yayınlanan makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testlerinin istatistiksel güçleri incelendiği zaman küçük ve orta etki büyüklüğünde gerçek etkiyi ortaya çıkarma konusunda zayıf kaldıkları tespit edilmiştir. 2013 yılına ait makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testleri ile ilgili bulgular Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: 2013 Yılında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde Yayınlanan Makalelerin İstatistiksel Anlamlılık Testlerinin Sonuç Dağılımları

İstatistiksel Anlamlılık Testi	Anlamlı Sonuç Sayısı	Anlamsız Sonuç Sayısı	Toplam
Bağımsız Gruplar t-Testi	13	34	47
Basit Regresyon Analizi	1	15	16
Çoklu Regresyon Analizi	5	6	11
Pearson Korelasyon Analizi	113	30	143
Varyans Analizi	1	34	35
Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi	3	-	3
Toplam	136	119	255

2013 yılında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde yayınlanan makalelerin ortalama istatistiksel güçleri; küçük, orta ve büyük etki büyüklükleri için sırasıyla 0.2053, 0.7051 ve 0.8400 olarak tespit edilmiştir. Bu yılda yayınlanan makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testlerinin istatistiksel güçleri incelendiği zaman küçük ve orta etki büyüklüğünde gerçek etkiyi ortaya çıkarma konusunda zayıf kaldıkları belirlenmiştir. 2014 yılına ait makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testleri ile ilgili bulgular Tablo 7’da verilmiştir.

*Tablo 7: 2014 Yılında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde Yayınlanan Makalelerin İstatistiksel Anlamlılık Testlerinin Sonuç Dağılımları*

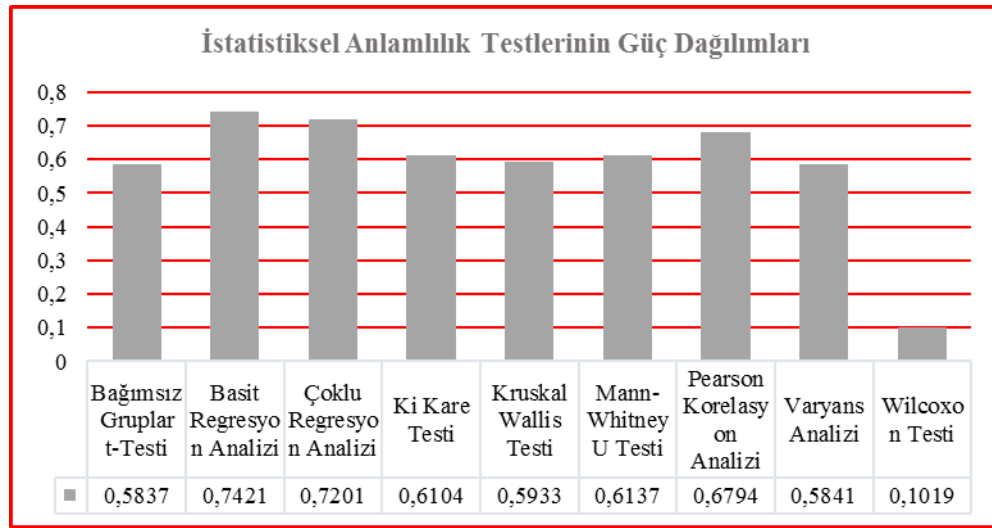
İstatistiksel Anlamlılık Testi	Anlamlı Sonuç Sayısı	Anlamsız Sonuç Sayısı	Toplam
Bağımsız Gruplar t-Testi	31	62	93
Basit Regresyon Analizi	6	-	6
Çoklu Regresyon Analizi	13	-	13
Ki-kare Testi	14	4	18
Kruskal Wallis Testi	5	5	10
Mann-Whitney U Testi	4	6	10
Pearson Korelasyon Analizi	109	23	132
Varyans Analizi	17	60	77
Toplam	199	160	359

2014 yılında yayınlanan makalelerin ortalama istatistiksel güçleri; küçük, orta, büyük etki büyüklükleri için sırasıyla 0.2108, 0.8236 ve 0.9681 olarak tespit edilmiştir. Bu yılda yayınlanan makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testlerinin istatistiksel güçleri incelendiği zaman küçük etki büyüklüğünde gerçek etkiyi ortaya çıkarma konusunda zayıf kaldıkları belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde bir önceki yıla nazaran az da olsa bir iyileşme eğilimi olduğu tespit edilmiştir. 2015 yılına ait makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testleri ile ilgili bulgular Tablo 8’da verilmiştir.

*Tablo 8: 2015 Yılında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde Yayınlanan Makalelerin İstatistiksel Anlamlılık Testlerinin Sonuç Dağılımları*

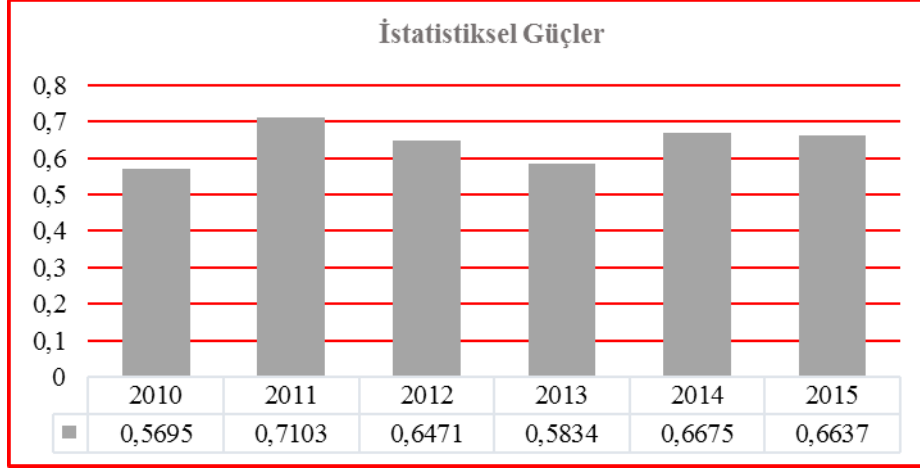
İstatistiksel Anlamlılık Testi	Anlamlı Sonuç Sayısı	Anlamsız Sonuç Sayısı	Toplam
Bağımsız Gruplar t-Testi	11	41	52
Basit Regresyon Analizi	5	-	5
Çoklu Regresyon Analizi	6	-	6
Pearson Korelasyon Analizi	53	28	81
Varyans Analizi	11	56	67
Toplam	86	125	211

2015 yılında yayınlanan makalelerin ortalama istatistiksel güçleri; küçük, orta ve büyük etki büyüklükleri için sırasıyla 0.2778, 0.7813 ve 0.9320 olarak tespit edilmiştir. Bu yılda yayınlanan makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testlerinin istatistiksel güçleri incelendiği zaman küçük ve orta etki büyüklüklerinde gerçek etkiyi ortaya çıkarma konusunda zayıf kaldıkları, sadece büyük etki büyüklüğünde 0.80 olan istatistiksel güç seviyesini kriterini karşıladıkları belirlenmiştir. 2010-2015 yılları arasında Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde yayınlanmış olan makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testlerinin ortalama istatistiksel güç dağılımları Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. 2010-2015 Yılları Arasında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde Yayınlanmış Olan Makalelerdeki Anlamlılık Testlerinin İstatistiksel Güç Dağılımları

İstatistiksel anlamlılık testleri arasından en yüksek ortalama istatistiksel güce sahip test; basit regresyon analizi iken en düşük ortalama istatistiksel güce sahip test wilcoxon işaretli sıralar testi olmuştur. 2010-2015 yılları arasında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde yayınlanmış olan makalelerin anlamlılık testlerinin yıllar itibariyle istatistiksel güç dağılımları Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. 2010-2015 Yılları Arasında İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde Yayınlanmış Olan Makalelerin Anlamlılık Testlerinin Yıllar İtibariyle İstatistiksel Güç Dağılımları

Yıl bazında ortalama istatistiksel güçler incelendiğinde en yüksek istatistiksel güce sahip yılın 2011 yılı olduğu; en düşük ortalama istatistiksel güce sahip olan yılın 2010 yılı olduğu tespit edilmiştir.

Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergilerinin son 6 yıldaki araştırmaya dahil edilen tüm makalelerin ortalama istatistiksel güçleri; küçük, orta, büyük etki büyüklükleri için sırasıyla 0.2176, 0.6765 ve 0.8488 olarak tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere sadece büyük etki büyüklüğü söz konusu olduğu zaman doğru tespitler yapılabilmektedir. Söz konusu bulgular incelendiğinde; bir araştırmacı çalışmada küçük, orta, büyük bir etkiyi belirlemek istediğinde, yanlış bir sıfır hipotezini doğru bir şekilde reddedebilmek için yaklaşık olarak sırasıyla %22, %68 ve %85 şansa sahip olacaktır. Bulgular sonucunda Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde yayınlanmış olan makalelerdeki istatistiksel anlamlılık testlerinin ortalama istatistiksel güç değerleri incelendiğinde küçük ve orta etki boyutları için istatistiksel güçlerin yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Çalışmalarda uygulanan istatistiksel anlamlılık testlerinin yaklaşık olarak %52'sinin anlamsız çıkması istatistiksel gücün öneminin bir göstergesi olmaktadır. Çünkü küçük ve orta etki büyüklüklerinde istatistiksel güç düzeyleri düşük olduğu için gerçekte mevcut olan bir etkinin bulunamaması muhtemel olmaktadır.

### VIII. Sonuç

İstatistiksel güç analizi ile ilgili türkçe literatür incelendiğinde özellikle sosyal bilimler alanında nadir olarak istatistiksel güç analizi içeren bilimsel çalışma bulunmuştur. Çalışmada 2010-2015 yılları arasında Atatürk



Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde yayınlanmış olan 347 adet makale incelenmiştir. Ancak deneysel güç analizinin doğası gereği çeşitli sınırlamalar akabinde 95 adet makale araştırmaya dahil edilmiştir. 95 adet makalenin hiçbirinde istatistiksel güç analizine ve istatistiksel güç analizi aracılığıyla optimum örneklem hacminin hesaplanmasına rastlanmamıştır.

İstatistiksel anlamlılık testleri için elde edilen güç değerleri açısından değerlendirme yapıldığı zaman incelenen yıllarda yayınlanmış olan makalelerde uygulanmış olan Bağımsız Gruplar t-Testi, Ki-kare Testi, Kruskal Wallis testi, Mann-Whitney-U testi ve Varyans Analizi için elde edilen istatistiksel güç değerleri incelendiğinde; büyük etki büyüklüğü için yeterli düzeyde istatistiksel güce sahip oldukları tespit edilirken, küçük ve orta etki büyüklüğü için düşük istatistiksel güce sahip oldukları tespit edilmiştir. Makalelerde uygulanmış olan Basit Regresyon Analizi, Çoklu Regresyon Analizi ve Pearson Korelasyon Analizi için elde edilen istatistiksel güç değerleri incelendiğinde; orta ve büyük etki büyüklüğü için yeterli düzeyde istatistiksel güce sahip oldukları tespit edilirken, küçük etki büyüklüğü için düşük istatistiksel güce sahip oldukları tespit edilmiştir.

Yıllara göre değerlendirme yapıldığında; 2010, 2012, 2013 yıllarında yayınlanmış olan makalelerde elde edilen istatistiksel güç değerleri incelendiğinde; büyük etki büyüklüğü için yeterli düzeyde istatistiksel güce sahip oldukları tespit edilirken, küçük ve orta etki büyüklüğü için düşük istatistiksel güce sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu durumda; araştırmacıların makalelerinde aradıkları etki küçük veya orta büyüklükteyse, bu etkiyi ortaya çıkarma ihtimallerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Bir başka ifade ile araştırmacıların makalelerinde elde ettikleri sonuçların istatistiksel olarak anlamsız olduğu söylenebilir. 2011, 2014, 2015 yıllarında yayınlanmış olan dergilerdeki makalelerde elde edilen istatistiksel güç değerleri incelendiğinde ise; orta ve büyük etki büyüklüğü için yeterli düzeyde istatistiksel güce sahip oldukları tespit edilirken, küçük etki büyüklüğü için düşük istatistiksel güce sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu durumda araştırmacıların makalelerinde aradıkları etki küçük ise bu etkiyi ortaya çıkarma ihtimalleri düşük olmuştur. Bir başka ifade ile araştırmacıların makalelerinde elde ettikleri sonuçların istatistiksel olarak anlamsız olduğu ifade edilebilir.

Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinin son altı yıldaki yayınlanmış olan dergilerdeki makalelerin ortalama istatistiksel güçleri küçük ve orta etki büyüklükleri için düşük bir değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, bir makale yazarı çalışmada küçük ve orta büyüklükteki bir etkiyi belirleyebilmek istediye, yanlış bir sıfır hipotezini doğru bir şekilde reddedebilmek için düşük bir şansa sahip olmuştur. Çalışmaya dahil edilen istatistiksel anlamlılık testlerinin yarısından çoğunun istatistiki olarak anlamsız çıkması bu durumun bir göstergesi olmuştur. Çünkü küçük etki ve orta etki büyüklüklerinde istatistiksel güç düzeyleri düşük olduğu için gerçekte mevcut olan bir etkinin bulunamaması muhtemeldir.

Bulgulardan anlaşıldığı üzere, istatistiksel gücü en yüksek olan yılda bile küçük etki büyüklüğünde yeterli istatistiksel güç düzeyi sağlanamamıştır. Elde edilen sonuçların Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde yayınlanmış olan tüm makalelere genelleştirilmesi doğru olmayacaktır. Fakat çalışmaya dahil edilen makalelerden elde edilen sonuçlar ışığında; istatistiksel güç analizinin yayınlanan makalelerde ihmal edildiği tespit edilmiştir.

#### Kaynaklar

- Abraham, W. T., & Russell, D. W. (2008) "Statistical Power Analysis in Psychological Research". *Social and Personality Psychology Compass*, 2 (1), ss. 283 301.
- Asraf, R. M., & Brewer, J. K. (2004) "Conducting Tests of Hypotheses: The Need for an Adequate Sample Size". *The Australian Educational Researcher*, 31 (1), ss. 79 94.
- Antcliffe, B. L. (1999) "Environmental Impact Assessment and Monitoring: The Role of Statistical Power Analysis". *Impact Assessment and Project Appraisal*, 17 (1), ss. 33 43.
- Cohen, J. (1988), *Statistical Power Analysis for The Behavioral Science*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ellis, P. D. (2010), *The Essential Guide to Effect Size, Statistical Power, Meta-Analysis and Interpretation Research Results*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Erdfelder, E., Faul, F., & Buchner, A. (1996) "GPower: A General Power Analysis Program". *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 28 (1), ss. 1 11.
- Hallahan, M., & Rosenthal, R. (1996) "Statistical Power: Concepts, Procedures and Applications". *Behaviour Research and Therapy*, 34 (5), ss. 489 499.
- Hoenig, J. M., & Heisey, D. M. (2001) "The Abuse of Power: The Pervasive Fallacy of Power Calculations for Data Analysis". *The American Statistician*, 55 (1), ss. 19 24.
- Maguire, D. E. (1998). *Combining Simulation Modelling and Statistical Power Analysis to Evaluate and Optimize Contaminant Monitoring Programs in Lake Ontario*. (Master). Canada: Simon Fraser University.
- Mazen, A. M., Graf, L. A., Kellogg, C. E., & Hemmasi, M. (1987) "Statistical Power in Contemporary Management Research". *Academy of Management Journal*, 30 (2), ss. 369 380.
- Nakagawa, S., & Foster, T. M. (2004) "The Case against Retrospective Statistical Power Analyses with An Introduction to Power Analysis". *Acta Ethologica*, 7 (2), ss. 103 108.

- Parks, J. B., Shewokis, P. A., & Costa, C. A. (1999) "Using Statistical Power Analysis in Sport Management Research". *Journal of Sport Management*, 13 (2), ss. 139 147.
- Sedlmeier, P., & Gigerenzer, G. (1989) "Do Studies of Statistical Power Have an Effect on the Power of Studies?". *Psychological Bulletin*, 105 (2), ss. 309 316.
- Snyder, P., & Lawson, S. (1993) "Evaluating Results Using Corrected and Uncorrected Effect Size Estimates". *The Journal of Experimental Education*, 61 (4), ss. 334 349.
- Tener, A. M. (2000). *A Post Hoc Statistical Power Analysis a Survey of the Research Published in the Journal of Athletic Training*. (Doctoral Dissertation). USA: Middle Tennessee State University.
- Verma, R., & Goodale, J. C. (1995) "Statistical Power in Operations Management Research". *Journal of Operations Management*, 13 (2), ss. 139 152.