

**PROF. DR. AZİZ AKGÜL**

Kara Harp Okulu İşletme Bölümü mezunudur. Orta Doğu Teknik Üniversitesi İşletme bölümünde MBA ve ABD Naval Postgraduate School'da MS yaptı. Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi İşletme Bölümünde doktorasını yaptı.

Başbakan Başmüşavirliği, KOSGEB Başkanlığı ve Milletvekilliği yaptı. Halen kurucusu olduğu Türkiye İsrافی Önleme Vakfı Mütevelli Heyeti Başkanı olarak yoksullara yönelik mikrokredi veren Türkiye Grameen Mikrofinans Programına öncülük etmektedir. İşletme, Yöneylem Araştırması, İstatistik, Savunma Sanayi, Hepitalizm (Türkçe) ve Happytalism (İngilizce) üzerine 18 kitap ve çok sayıda makale yayımlamıştır.

tamadres.com

***İstatistiksel Analiz Teknikleri: SPSS'te İşletme Yönetimi ve İktisat Uygulamaları***

© 2021, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Kitabın tüm yayın hakları Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti.'ne aittir. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında, yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir elektronik veya mekanik araçla çoğaltılamaz. Eser sahiplerinin manevi ve mali hakları saklıdır.

**Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni** M. Faruk Bayrak

**Genel Müdür** Vedat Bayrak

**Yayın Yönetmeni** Mustafa Küpüşoğlu

**Kapak Tasarımı** Doğuş Yüksel

**Sayfa Tasarımı** Ebru Aydın

1-2. Basım 2003-2005 yıllarında yapılmıştır.

ISBN 978-625-449-527-4

Alfa Yayınlarında 1. Basım: Şubat 2022

tamadres.com

Baskı ve Cilt

**Melisa Matbaacılık**

Çiftelavuzlar Yolu Acar Sanayi Sitesi No: 8 Bayrampaşa-İstanbul

Tel: 0(212) 674 97 23 Faks: 0(212) 674 97 29

Sertifika no: 45099

**Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.**

Alemdar Mahallesi Ticarethane Sokak No: 15 34110 Cağaloğlu-İstanbul

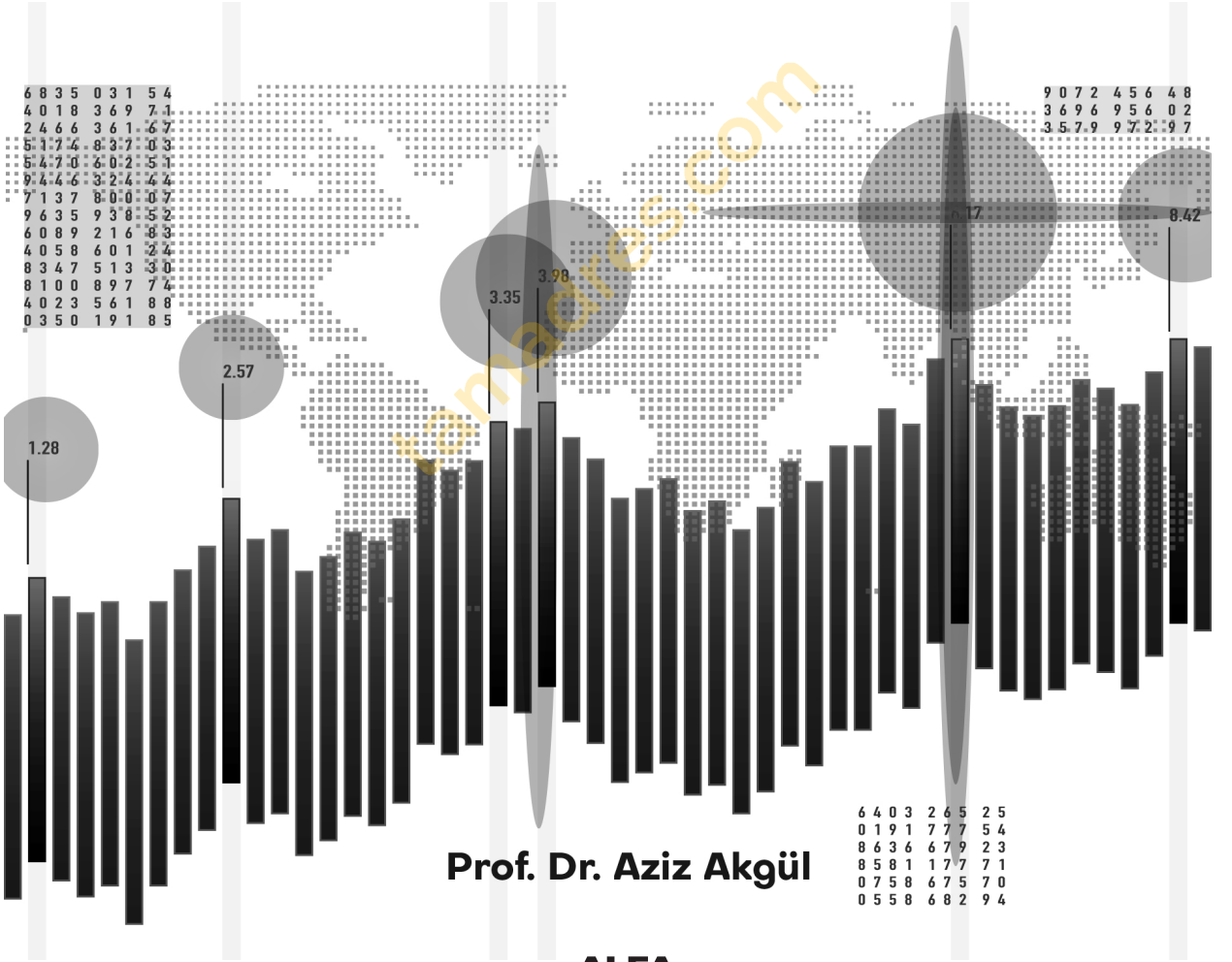
Tel: 0(212) 511 53 03 (pbx) Faks: 0(212) 519 33 00

www.alfakitap.com info@alfakitap.com

Sertifika no: 43949

# İSTATİSTİKSEL ANALİZ TEKNİKLERİ "SPSS'TE İŞLETME YÖNETİMİ VE İKTİSAT UYGULAMALARI"

OSTİM Teknik Üniversitesi ve Alfa Basım Yayıncılık San. ve Tic. Ltd. Şti. ortak yayımıdır.





# ÖNSÖZ

Günümüzde işletme ve iktisat gibi sosyal bilimler alanındaki verilerin değerlendirilmesi, karşılaşılan problemleri çözmeye ve ileriye yönelik stratejik faaliyetlerin planlanmasında işletme yöneticilerine önemli katkılar sağlamaktadır.

İşletme yönetiminde ve iktisat uygulamalarında doğru karar verebilmek, birtakım verilerin doğru biçimde toplanması ve analiz edilmesine bağlıdır. Karar öncesi yapılan araştırmalarda hangi verilerin toplanacağı ve bu verilerin hangi istatistiksel tekniklerle analiz edileceğinin belirlenmesi önemlidir. Araştırmalardaki hataların pek çoğu, istatistiksel sürecin yanlış uygulanması veya bulguların yanlış tekniklerle analiz edilerek hatalı yorumlanmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum da vahim hatalara sebebiyet vermektedir. Bu sebeple araştırmacı, her çeşit hatayı en aza indirmenin yollarını araştırmak durumundadır. Günümüzde, veriye dayalı analizlerde istatistiksel bilgisayar programlarının kullanılması önemli hale gelmiştir.

Oluşan talep sebebiyle, “İstatistiksel Analiz Teknikleri: SPSS’te İşletme Yönetimi Uygulamaları” kitabı, 1997 yılında yazdığım “Tıbbi Araştırmalarda İstatistiksel Analiz Teknikleri: SPSS Uygulamaları” adlı kitabımdan hareketle Yrd. Doç. Osman Çevik ile ilave bir bölüm eklenerek işletme problemlerine uyarlandı.

Daha sonra, OSTİM Teknik Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Murat Yülek’in teşvik edici, çok değerli yaklaşımı ve sağladığı imkânlar sayesinde bir önceki çalışmaya bazı iktisat örnekleri de dâhil edildi. Bu vesileyle, Sayın Murat Yüleğe şükranlarımı sunarım.

Kitabın elinizdeki genişletilmiş yeni baskısı, artırılmış okuma maksadıyla kare kodu yaklaşımı da kullanılarak hazırlandı. Çalışmanın başta işletme yönetimi ve iktisat olmak üzere bütün sosyal bilimler alanında çalışan araştırmacılar olmak üzere; akademisyenler, öğrenciler ve konuya ilgi duyan tüm kesimlere katkı sağlamasını ümit ederim.

Kitabın güncellenmesi sırasında değerli destekleriyle katkı sağlayan Halil Orhan, Elif Turgut, Uğurcan Gökcan, Amine Malik, Altay Elçin, Tutku Gü-

ner, Esra Yılmaz, Filiz Gül, Handan Öztürk, Berkay Sünbül, Aslıhan Köksal ve Buse Nur Dölarısları, kitabın basımında titiz bir çalışma yapan Alfa Yayınevi çalışanlarına ve OSTİM Teknik Üniversitesi Yayın Komisyonuna en içten teşekkürlerimi sunarım.

Prof. Dr. Aziz Akgül  
OSTİM Teknik Üniversitesi, Öğretim Üyesi

tamadres.com

tamadres.com

*Halil Fatih'im  
ve  
Ayşenur'uma*





# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	V
<b>1. BÖLÜM .....</b>	<b>1</b>
<b>ARAŞTIRMANIN TASARIMI VE PLANLANMASI .....</b>	<b>1</b>
Amaçlar .....	1
1.1 Giriş .....	1
1.2 Amaçların Tanımlanması .....	1
1.3 Araştırma Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar .....	2
1.4 Araştırmanın Amacını Belirlemek .....	3
1.5 Araştırmada Hipotezin Belirlenmesi .....	3
1.6 Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	5
1.6.1 Önemlilik Seviyesi.....	6
1.6.2 Etki Büyüklüğü.....	9
1.6.3 Testin Gücü .....	9
1.7 Değişik Araştırmalarda Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	10
1.7.1 t-Testinin Uygulandığı Deneysel Araştırmalarda Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	11
1.7.2 t-Testinin Uygulandığı Vaka-Kontrol Çalışmalarında Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	12
1.7.3 z-İstatistiğinin Kullanıldığı Kohort Çalışmalarında Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	13
1.7.4 z-İstatistiğinin Kullanıldığı Vaka-Kontrol Çalışmalarında Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi .....	15
1.7.5 Korelasyon Katsayısının Kullanıldığı	

Kesitsel Çalışmalarda Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi .....	16
1.7.6 Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesinde Özel Durumlar .....	17
1.7.7 Tanımlayıcı Çalışmalarda Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	17
1.7.7.1 Sürekli Değişkeni Olan Tanımlayıcı Araştırmaların	
Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi .....	17
1.7.7.2 İkili (Dikotom) Değişkeni Olan Tanımlayıcı	
Araştırmaların Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	18
1.7.8 Tekrarlı Ölçümlerde Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	20
<b>2. BÖLÜM .....</b>	<b>21</b>
<b>ÖRNEKLEM SEÇİMİ .....</b>	<b>21</b>
Amaçlar .....	21
2.1 Uygun Örnekleme Yöntemini Seçmek.....	21
2.2 Rastgele Örnekleme ve Rastgele Sayılar Tablosu .....	22
2.3 Grupların Rastgele Seçimi .....	24
2.4 Rastgele Örnek Seçim Varsayımına Alternatif Olarak Rastgeleleştirme .....	26
<b>3. BÖLÜM .....</b>	<b>29</b>
<b>VERİLERİN ORGANİZASYONU VE GÖSTERİMİ .....</b>	<b>29</b>
Amaçlar .....	29
3.1 Değişkenlerin Ölçüm Birimi .....	29
3.2 Sayımla Belirtilen Karakterlerde Ölçekler .....	29
3.2.1 İsimsel Ölçek .....	29
3.2.2 Sıralı Ölçek .....	30
3.3 Ölçümlerle Belirtilen Karakterlerde Ölçekler .....	30
3.3.1 Aralık Ölçek .....	30
3.3.2 Oransal Ölçek .....	31
3.4 Verilerin Organizasyonu .....	31
3.5 Frekans Tabloları .....	32
3.5.1 Nominal ve Ordinal Değişkenler İçin Frekans Tablosu .....	32
3.5.1.1 SPSS'e Veri Giriş Biçimi ve Frekans Tablolarının Elde Edilmesi .....	33
3.5.2 Aralık ve Oransal Değişkenler İçin Frekans Tablosu .....	41
3.5.3 Araştırma Raporları İçin Tabloların	
Yapımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar .....	48
3.6 Grafikler .....	49
3.6.1 Çubuk Grafik .....	49
3.6.2 Histogram .....	59

3.6.3 Dal ve Yaprak Grafiği.....	60
3.6.4 Basit Serpme Grafiği.....	62
3.6.5 Saplı Kutu Grafiği.....	64
<b>4. BÖLÜM .....</b>	<b>67</b>
<b>TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER .....</b>	<b>67</b>
Amaçlar .....	67
4.1 Tanımlayıcı İstatistikler.....	67
4.2 Merkezi Eğilim Ölçüleri.....	70
4.2.1 Aritmetik Ortalama .....	70
4.2.2 Ortanca (Medyan).....	70
4.2.3 Tepe Değeri (Mod).....	71
4.2.4 Geometrik Ortalama.....	71
4.2.5 Düzeltilmiş Ortalama ve M-Tahminciler.....	71
4.3 Yaygınlık Ölçüleri .....	73
4.3.1 Standart Sapma.....	74
4.3.2 Standart Hata .....	74
4.3.3 Genişlik (Range).....	74
4.3.4 Çeyrek ve Yüzdelikler .....	75
4.3.5 Çeyrekler Arası Genişlik (IQR).....	75
4.3.6 Değişim Katsayısı .....	76
<b>5. BÖLÜM .....</b>	<b>77</b>
<b>NORMALİK ANALİZİ VE VARSAYIMLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ .....</b>	<b>77</b>
Amaçlar .....	77
5.1 Rastgele Değişken .....	77
5.2 Bir Grupta Rastgelelik Testi (Wald-Wolfowitz Runs Test) .....	78
5.2.1 Sürekli Değişkenlerde Rastgelelik Testi.....	78
5.2.2 Kesikli Değişkenlerde Rastgelelik Testi .....	79
5.2.3 Bağımsızlık.....	80
5.3 Normal Dağılım.....	81
5.4 Merkezi Limit Teoremi.....	85
5.5 Simetri ve Çarpıklık (Skewness) .....	94
5.6 Normal Dağılım Kullanarak İhtimalin Hesaplanması.....	97
5.7 SPSS Bilgisayar Programında Normallik Analizi .....	98
5.7.1 Aritmetik Ortalama ve Standart Sapmanın Dikkate Alınması.....	103
5.7.2 Çarpıklığın veya Simetrinin Belirlenmesi (Skewness) .....	104

5.7.3 Dikliğin Belirlenmesi (Kurtosis) .....	105
5.8 Dağılımlarla İlgili Diğer Hipotez Testleri .....	112
5.8.1 Bir Grupta Kolmogorov-Smirnov Uyum İyiliği Testi.....	113
5.8.2 Binomiyal Dağılım .....	114
5.8.3 Binomiyal Test .....	115
5.8.4 Poisson Dağılımı .....	116
<b>6. BÖLÜM .....</b>	<b>119</b>
<b>GÜVEN ARALIĞI TAHMİNLERİ .....</b>	<b>119</b>
Amaçlar .....	119
6.1 Giriş .....	119
6.2 Evren Oranları İçin Güven Aralığı .....	120
6.3 Bağımsız Gözlemlerde Evren Oranları .....	122
Arasındaki Farklarla İlgili Güven Aralığı.....	122
6.4 Evren Ortalaması İçin Güven Aralığı.....	125
6.5 Evren Ortalamaları Arasındaki Farkın Güven Aralığı .....	128
6.5.1 Bağımsız Gruplarda Eşit Varyanslı	
Evren Ortalamaları Farkının Güven Aralığı.....	129
6.5.2 Bağımsız Gruplarda Farklı Varyanslı	
Evren Ortalamaları Farkının Güven Aralığı .....	133
6.5.3 Eşleştirilmiş Örneklerde Evren Ortalamaları	
Arasındaki Farkın Güven Aralığı .....	137
<b>7. BÖLÜM .....</b>	<b>143</b>
<b>BİR GRUPTA UYGULANAN HİPOTEZ TESTLERİ .....</b>	<b>143</b>
Amaçlar .....	143
7.1 Giriş .....	143
7.2 Parametrik ve Parametrik Olmayan Testler .....	143
7.3 Bir Grupta Wald-Wolfowitz Diziler Testi (Rastgelelik Testi).....	144
7.3.1 Sürekli Değişkenlerde Rastgelelik Testi.....	144
7.3.2 Kesikli Değişkenlerde Rastgelelik Testi .....	145
7.4 Bir Grupta Kolmogorov-Smirnov Uyum İyiliği Testi .....	146
7.5 Binomiyal Test.....	149
7.6 Bir Grupta Ki-Kare Testi.....	150
7.7 Evren Oranı İçin Hipotez Testi .....	155
7.8 Evren Ortalaması İçin Hipotez Testi .....	158
7.9 Bir Grupta Evren Medyanının Test Edilmesi .....	161

7.9.1 Bir Grupta Wilcoxon İşaretli Sıra Testi .....	162
7.9.2 Bir Grupta İşaret Testi .....	164
7.10 Bir Grupta Ki-Kare Uyum İyiliği Testi.....	166
7.11 Araştırma Sonucunda Belirtilen P Değeri.....	166
7.12 İstatistiksel Önemliliğe Karşılık İşlevsel Önemlilik .....	167
7.13 Yayımlamak Maksadıyla İstatistiksel Sonuçların Özetlenmesi.....	168
<b>8. BÖLÜM .....</b>	<b>169</b>
<b>İKİ GRUPTA UYGULANAN HİPOTEZ TESTLERİ .....</b>	<b>169</b>
Amaçlar .....	169
8.1 Bağımsız İki Grupta Wald-Wolfowitz Diziler Testi.....	169
8.2 Bağımsız İki Grupta Kolmogorov-Smirnov Testi.....	171
8.3 Bağımsız İki Grupta Medyan Testi .....	172
8.4 Bağımsız Gözlemlerde İki Evren Oranı Arasındaki Farkın Hipotez Testleri ...	174
8.4.1 İki Grupta z -Testi .....	174
8.4.2 Bağımsız İki Evren Oranını Karşılaştırmak İçin Ki-Kare Testi.....	176
8.5 İki Değişken Arasında Dört Gözlu Ki-Kare İlişki Testi .....	179
8.6 Eşleştirilmiş İki Evren Oranı Arasındaki Farkın Hipotez Testi.....	186
8.7 Evren Ortalamaları Arasındaki Farkın Hipotez Testleri .....	189
8.7.1 Bağımsız İki Grupta Eşit Varyanslı t-Testi.....	190
8.7.2 Bağımsız İki Grupta Farklı Varyanslı t-Testi .....	196
8.7.3 Mann-Whitney Testi.....	202
8.7.4 Eşleştirilmiş İki Grup Arasındaki Farkın t-Testi.....	205
8.7.5 Eşleştirilmiş İki Grupta Wilcoxon İşaretli Sıra Testi .....	208
8.7.6 Eşleştirilmiş İki Grupta İşaret Testi .....	211
<b>9. BÖLÜM .....</b>	<b>217</b>
<b>ÜÇ VEYA DAHA FAZLA GRUPTA UYGULANAN HİPOTEZ TESTLERİ ....</b>	<b>217</b>
Amaçlar .....	217
9.1 Giriş .....	217
9.2 Niçin Varyans Analizi Uygulanmalıdır?.....	217
9.3. Tek Yönlü Varyans Analizi.....	218
9.4 Verilerin Dönüştürülmesi.....	224
9.4.1 Dönüştürmenin Yapılmamasının Tavsiye Edildiği Durumlar .....	225
9.4.2 Dönüştürmenin Yapılmasının Tavsiye Edildiği Durumlar .....	225
9.5 Normal Dağılmayan Üç veya Daha Fazla	
Bağımsız Evren Arasındaki Farklarla İlgili Test: Kruskal-Wallis Testi.....	233

9.6. Bağımsız Örneklerde İki Yönlü Varyans Analizi .....	240
9.6.1 Verilerin Tanımlanması .....	245
9.6.2 Varyansların Değerlendirilmesi .....	247
9.6.3 Varyansların Hata Terimlerini Kullanarak Değerlendirilmesi .....	249
9.6.4 Hipotez Analizi .....	251
9.6.5 Çoklu Karşılaştırma .....	253
9.7 Tekrarlı Ölçümlerde Tek Faktörlü Varyans Analizi .....	257
9.7.1 Çoklu Karşılaştırma .....	264
9.8 Normal Dağılımı Olmayan Tekrarlı Ölçümlerde .....	270
Üç veya Daha Fazla Evren Arasındaki Farkların Hipotez Analizi:	
Friedman Testi .....	270
9.9 Tekrarlı Ölçümlerde İki Faktörlü Varyans Analizi .....	277
9.9.1 Uygulanan Yöntem Grubu Faktörüyle İlgili İleri Analiz .....	287
9.9.2 Zaman Faktörü .....	288
9.10 Bağımsız Üç veya Daha Fazla Grupta Medyan Testi .....	291
9.11 Çok Gözlü Ki-Kare İlişki Testi .....	294
9.12 Mantel-Haenszel Ki-Kare Testi .....	300
9.13 Loglinear Analizi .....	304
9.14 Hiyerarşik Modeller .....	305
<b>10. BÖLÜM .....</b>	<b>313</b>
<b>BASİT REGRESYON .....</b>	<b>313</b>
Amaçlar .....	313
10.1 Giriş .....	313
10.2 Basit Regresyon .....	313
10.3 Regresyon Katsayıları İçin Güven Aralığı .....	322
10.4 Regresyon Hipotezlerini Test Etmek .....	326
10.4.1 Doğrusal Modelin Uyum İyiliği ile İlgili F-testi .....	326
10.4.2 Regresyon Eğimiyle İlgili t-Testi .....	327
10.4.3 Regresyon Kesimi İle İlgili t-Testi .....	330
10.5 Bağımsız Değişken Sayısı ile Örneklem .....	331
10.6 Hata Terimleri Analizi Kullanarak Varyansların Test Edilmesi .....	331
10.6.1 Normal Dağılım .....	333
10.6.2 Doğrusal İlişki .....	333
10.6.3 Sabit Varyans Varsayımı .....	335
10.6.4 Uç Değer Değerlendirmesi .....	336
10.6.4.1 Uç Değerler: Mahalanobis Mesafesi .....	337
10.6.4.2 Etkili Vakalar: Cook Mesafesi .....	338

10.6.5 Otokorelasyon.....	340
10.7 Verilerin Dönüştürülmesi.....	340
10.7.1 Doğrusallığın Sağlanması .....	341
10.7.2 Çarpıklığın Düzeltilmesi .....	341
10.7.3 Varyansın Sabitleştirilmesi.....	341
10.8 Basit Regresyon Analizinde Yapılan Hatalar .....	349
<b>11. BÖLÜM .....</b>	<b>351</b>
<b>ÇOKLU REGRESYON VE EĞRİ TAHMİNİ.....</b>	<b>351</b>
Amaçlar .....	351
11.1 Giriş .....	351
11.2 Çoklu Regresyon .....	351
11.3 Çoklu Regresyona Bağımsız Değişken Seçiminde Kullanılan Metotlar .....	354
11.4 Regresyon Katsayıları İçin Güven Aralığı .....	358
11.5 Regresyon Katsayıları Hipotezlerini Test Etmek .....	362
11.5.1 Regresyon Katsayılarıyla İlgili t-Testi .....	362
11.5.2 Regresyon Kesişimi İle İlgili t-Testi .....	364
11.6 Çoklu Bağlantı.....	365
11.7 Bağımsız Değişken Sayısı İle Örneklem Büyüklüğü Arasındaki İlişki.....	366
11.8 İki Değerli Değişkende Regresyon Analizi.....	366
11.9 Hata Terimi Analizi Kullanarak Varsayımların Test Edilmesi.....	367
11.9.1 Normal Dağılım .....	368
11.9.2 Doğrusal İlişki .....	369
11.9.3 Sabit Varyans Varsayımı.....	370
11.9.4 Uç Değer Değerlendirmesi .....	371
11.9.5 Etkili Vakalar: Kaldıraç ve Kovaryans Oranı.....	372
11.9.6 Otokorelasyon.....	374
11.10 Verilerin Dönüştürülmesi.....	375
11.11 Çoklu Regresyon Analizinde Yapılan Hatalar.....	376
11.12 Eğri Tahmini.....	377
11.13 Kanonik Korelasyon .....	380
<b>12. BÖLÜM .....</b>	<b>383</b>
<b>KORELASYON ANALİZİ.....</b>	<b>383</b>
Amaçlar .....	383
12.1 Giriş .....	383
12.2 Pearson Korelasyon Katsayısı.....	383

12.3 Hipotez Testi.....	386
12.4 Tanımlayıcılık (Belirlilik) Katsayısı.....	387
12.5 Kısmi Korelasyon.....	393
12.5.1 Kısmi Korelasyonda Hipotez Testi.....	394
12.6 Diğer İlişki Ölçütleri.....	399
12.6.1 Phi .....	399
12.6.2 Spearman Sıra Korelasyonu .....	400
12.6.2.1 Hipotez Testi .....	404
12.6.3 Olağanlık Katsayısı.....	406
12.6.4. Eta.....	406
12.7 Basit Korelasyon Analizinde Yapılan Hatalar .....	406
<b>13. BÖLÜM .....</b>	<b>409</b>
<b>KOVARYANS ANALİZİ .....</b>	<b>409</b>
Amaçlar .....	409
13.1 Giriş .....	409
13.2 ANCOVA'nın Kullanıldığı İstatistiksel Problemler.....	410
13.3 İhtiyaç Duyulan Veri Çeşidi .....	411
13.4 Varsayımlar.....	411
13.5 ANOVA, Regresyon ve ANCOVA Arasındaki İlişki.....	412
13.6 Varsayımların Değerlendirilmesi.....	416
13.7 Kovaryans Analizi.....	418
<b>14. BÖLÜM .....</b>	<b>421</b>
<b>LOJİSTİK REGRESYON.....</b>	<b>421</b>
Amaçlar .....	421
14.1 Lojistik Regresyon .....	421
14.2.Odds Oranı.....	422
<b>15. BÖLÜM .....</b>	<b>435</b>
<b>AYIRMA (DISCRIMINANT) ANALİZİ .....</b>	<b>435</b>
Amaçlar .....	435
15.1 Giriş .....	435
15.2 Ayırma Analizi .....	435



<b>16. BÖLÜM</b> .....	<b>455</b>
<b>FAKTÖR ANALİZİ</b> .....	<b>455</b>
Amaçlar .....	455
16.1 Giriş .....	455
16.2 Faktör Analizi Nedir? Ne Zaman Kullanılır? .....	455
16.3 Gerekli Veri Seti ve Varsayımlar .....	457
16.4 Faktör Analizinin Adımları .....	457
16.5 Altı Matris.....	457
16.5.1 Ham Veri Matrisi.....	458
16.5.2 Korelasyon Matrisi .....	459
16.5.3 Rotasyonlu Olamayan Faktör Matrisi .....	460
16.5.4 Rotasyonlu Faktör Matrisi .....	461
16.5.5 Faktör Skor Matrisi .....	461
16.5.6 Faktör Korelasyon Matrisi Faktör Rotasyonu.....	461
16.6 Faktör Analizini Diğer Yaklaşımlarla Birleştirmek .....	462
<b>17. BÖLÜM</b> .....	<b>473</b>
<b>GÜVENİLİRLİK ANALİZİ</b> .....	<b>473</b>
Amaçlar .....	473
17.1 Giriş .....	473
17.2 Güvenilirlik Analizi .....	474
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>485</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>487</b>
<b>DİZİN</b> .....	<b>501</b>



# 1. BÖLÜM

## ARAŞTIRMANIN TASARIMI VE PLANLANMASI

### Amaçlar

- Çalışmalarınızı doğru olarak tasarlayabilmenize yardımcı olmak
- Araştırmanın amacını belirleyebilmek
- Araştırmanın amacını hipotez haline dönüştürebilmek
- Araştırmanın yapılabilmesi için gerekli örneklem büyüklüğünü belirleyebilmek

### 1.1 Giriş

Hiçbir akıllı insan, matematiğin bilimdeki önemini ve doğruluğu için gerekliliğini inkâr etmez. Ancak, matematik yanlışlardan doğrular üretmez. Matematik, doğrulara uygulandığında doğru sonuçlar, yanlışlara uygulandığında mutlaka yanlış sonuçlar elde edilir.

Kötü tasarlanan araştırmalar, hiçbir istatistiksel yöntemle düzeltilemeyecek problemler oluşturur. **Kötü tasarlanmış bir araştırmaya uygulanan istatistiksel analiz fayda sağlamaz.** Bu bakımdan, bir araştırma için uygun bir çalışma düzeyinin seçimi yapılırken, araştırılacak konunun özellikleri, zaman, maddi kaynaklar ve personel gibi unsurlar dikkate alınarak hatasız planlanması gerekir. Aksi takdirde, kaynakların israfı yanında elde edilen sonuçlara da güvenilmez.

### 1.2 Amaçların Tanımlanması

Bir çalışmanın planlanması veya yapılmış bir araştırmanın okunması sırasında dikkat edilmesi gereken başlangıç noktaları Tablo-1.1'de özetlenmiştir.

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>*Çalışmanın ana amacı nedir?</li><li>*Amaç çok açık ifade edildi mi?</li><li>*Amaç iktisadi olarak önemli midir?</li><li>*Tali amaçlar açık olarak ifade edildi mi?</li></ul> |
|---|

Tablo-1.1

Bir Çalışmanın Planlanmasında Amaçların Belirlenmesi

Böylece herhangi bir çalışma yapılmadan önce, cevaplanması gereken sorular belirlenmelidir. Çoğunlukla sadece bir soru belirlemek zordur. Mesela, yeni yöntemin etkinliğini araştırması istenen bir şahıs şöyle bir soru sorabilir: “Yeni yöntem, bu şartlarda kullanılan mevcut yöntemlerden daha iyi midir?” Bir diğer soru ise istenmeyen durumların olup olmamasıyla ilgili olabilirken, daha başka önemli sorular da oluşturulabilir. Ancak bütün bunlara rağmen, ana amacın incelenmesi arzu edilir. Tali amaçlar, açık ifade edilmeleri yanında mümkün olduğu kadar az olmalıdır.

Üzerinde durulan ana sorunun cevaplanmasının iktisadi öneminin olup olmaması da dikkate alınmalıdır. Mesela test edilen yöntem, standart yöntemden çok az farklı olması durumunda, etkinlikteki herhangi bir fark muhtemelen küçük olacağından, yeni yöntemin **iktisadi önemliliği** olmayabilir. Araştırma sonucunda yeni yöntem, standart yönteme nazaran **istatistiksel olarak önemli derecede** üstün, ancak çok az bir farkla iktisadi üstünlük görülebilir. Böyle bir sonucun uygulamayı değiştirmesi ihtimali azdır.

### 1.3 Araştırma Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Bir araştırmada hata kaynaklarını ortadan kaldırmanın amacı, gruplar arasında bir farklılık tespit edildiğinde bu farklılığın uygulanan etkenden gelmesi, gruplardaki deneklerin heterojen olmasından kaynaklanan bir farklılık olmasını sağlamaktır. Söz konusu etki ortadan kaldırılmadan doğru istatistiksel analiz yapmak mümkün değildir. Güvenilir bir araştırma için Tablo-1.2'deki hususlar özellikle sağlanmalıdır.

- İyi bir araştırma tasarımı yapmak
- Uygun örnekleme yöntemi seçmek
- Taraf tutmamak
- Araştırmaya standart şartlarda yürütmek
- Uygun istatistiksel yöntemler kullanmak
- Uygun ölçü bulmak
- Ölçüm işlemlerini doğru yapmak
- Değişkenler arasındaki ilişkileri tespit etmek
- Doğru, güvenilir ve eksiksiz veri toplamak
- Karşılaştırılabilir durumları karşılaştırmak
- Sonuçları doğru yorumlamak
- Ölçümcüden (görüşmeci, gözlemci) kaynaklanan hataları ortadan kaldırmak
- Ahlaki konular

Tablo-1.2  
Araştırma Tasarımında Dikkat Edilmesi Gerekli Unsurlar

## 1.4 Araştırmanın Amacını Belirlemek

Laboratuvar deneylerinde olduğu gibi işletmeler için yapılan araştırmalarda da ilk adım, temel araştırma sorusunu (amacını) ortaya koymaktır. Söz konusu soruya genel olarak **hipotez** adı verilirken, önemli araştırma **parametrelerinin** (karşılaştırılacak yöntem tipleri, değerlendirilecek sonuçların niteliği, her araştırma grubundaki deneklerin sayısı, araştırmaya alınacak deneklerde bulunması gereken özellikler gibi) belirlenmesine yardımcı olur.

İşletmenin herhangi bir sorunu için yapılan araştırmanın en önemli sorusuna cevap vermek için ölçülen parametre, ulaşılması gereken **temel veya esas hedef noktasıdır**. Temel hedefler belirlenirken araştırmacılar şu soruları dikkate almalıdır:

- Hangi hedefler işletme için önemlidir?
- Bu hedeflerden hangisi makul bir şekilde ölçülebilir?
- Çalışma grubu büyüklüğü, araştırmanın finansal kaynakları veya işletmeleri/personeli uzun vadeli izleme gibi uygulamalarda ne gibi güçlükler bulunmaktadır?

Bir işletmede çalışan personelin daha verimli çalıştırılmasının istenmesinde, A tipi yöntem mi yoksa B tipi yöntem mi daha iyi sonuç almayı sağlar? sorusunun cevaplanması için bir araştırma düzenlenebilir.

## 1.5 Araştırmada Hipotezin Belirlenmesi

Araştırmacının problemi, mahkemedeki dava sürecine çok benzer (Tablo-1.3). Sanığın suçu işleyip işlemediğiyle ilgili mutlak gerçek belirlenemez. Bunun yerine mahkeme, başlangıçta sanığın **masum** olduğu varsayımından hareketle suçu işlemediği noktasından duruşmalara başlar. Mahkeme, daha sonra sanığın suçsuz olduğu varsayımını reddedecek yeterli kanıt olup olmadığına karar verir. Bunu takiben mahkeme masum olan sanığa ceza vererek veya gerçekten suçlu olan bir sanığa ceza vermeyerek hata yapabilir.

Mahkeme Kararı	İstatistiksel Test
<u>Masumiyet</u> : Sanık para gasp etmedi.	<u>Sıfır Hipotezi</u> : Orta kademe yöneticilerde verimli çalışma ile alınan ücret arasında bir ilişki yoktur.
<u>Suç</u> : Sanık para gasp etti.	<u>Alternatif Hipotez</u> : Verimli çalışma ile alınan ücret arasında bir ilişki vardır.
<u>Masumiyetin Reddedilmesinin Standardı</u> : Yeterli kanıtlarla tespit etmek.	<u>Sıfır Hipotezinin Reddedilmesinin Standardı</u> : İstatistiksel anlamlılık seviyesi olan alfa.
<u>Doğru Karar</u> : Para gasp edeni tutuklamak.	<u>Doğru Karar</u> : Gerçekte de olan, verimli çalışma ile alınan ücret arasında bir ilişki olduğu sonucuna varmak.

Tablo-1.3  
İstatistiksel Testler ve Mahkeme Karar Süreci Arasındaki Benzerlik

<u>Doğru Karar</u> : Masum bir şahsın beraat ettirilmesi.	<u>Doğru Karar</u> : Gerçekte de olmayan, verimli çalışma ile alınan ücret arasında bir ilişki olmadığı sonucuna varmak.
<u>Doğru olmayan karar</u> : Masum bir şahsı tutuklamak.	<u>Doğru Olmayan Karar (Tip I)</u> : Gerçekte olmayan, ancak verimli çalışma ile alınan ücret arasında bir ilişki olduğu sonucuna varmak.
<u>Doğru Olmayan Karar</u> : Para gasp edeni serbest bırakmak.	<u>Doğru Olmayan Karar (Tip II)</u> : Gerçekte olan, ancak verimli çalışma ile alınan ücret arasında bir ilişki olmadığı sonucuna varmak.

Tablo-1.3  
(Devamı)

Benzer şekilde, araştırmacı evrendeki tahmin edici ve sonuç değişkenleri arasında bir ilişki olmadığı varsayımıyla işe başlar. Seçtiği örnekteki verilere dayanarak, araştırmacı istatistiksel testler kullanarak, sıfır hipotezini alternatif hipotez lehine reddetmek için, yeterli bir bulgu olup olmadığını belirler. Bu testlerin standardı, **istatistiksel anlamlılık seviyesidir**.

İstatistiksel karar verme sürecinin çoğunluğu, evren parametreleriyle ilgili hipotezlerin testini yapar. **Hipotez**, test edilecek dünyayla ilgili bir ifadedir. Mesela bir beldede yaşayan erkeklerin üniversite mezunu olma evren ortalamasının %99 olduğu hipotezi test edilmek istenebilir. Hipotez, araştırmacının kendi bilgi birikiminden, tahmininden veya daha önce yapılmış gözlemlerden faydalanılarak teklif edilebilir.

Verilerin evren parametresi hakkındaki hipotezin aksine, bir bulgu gösterip göstermediği sürecini araştırmak gerekir. Eğer veriler hipotezin aksine bir bulguyu gösteriyorsa, hipotez reddedilir. Eğer veriler hipotezin aksine bir bulguyu göstermiyorsa, hipotez reddedilmez.

Verilerin, bir hipotezin aksine bulgu gösterip göstermediğine nasıl karar verilir? Hipotezin, geçici olarak doğru olduğu kabul edilerek işe başlanır. Daha sonra veri setinin hipotezin doğru olduğunun ne kadar ihtimal dahilinde olduğunu gösterdiği belirlenir. Eğer veri seti, hipotezin doğru olduğunu çok az bir ihtimalle gösteriyorsa, veriler hipotezin aksine bulguyu gösterir. Eğer veri seti, hipotezin doğru olduğunu belirli bir ihtimal dahilinde gösteriyorsa, veriler hipotezin aksine bir bulgu olmadığını gösterir.

İyi bir hipotez iyi bir araştırma sorusuna dayandırılmalı, basit, açık ve önceden belirtilmelidir. Sıfır hipotezi aşağıdaki gibi sembollerle ifade edilebilir:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Burada  $\mu_1$  ve  $\mu_2$  sırasıyla birinci ve ikinci evren ortalamalarını gösterir. Sıfır hipotezi, ilgilenilen konu açısından iki evren ortalaması arasında fark olmaması şeklinde ifade edilir. Sıfır hipotezi, çalışma grubunun alındığı topluluktaki tahmin edici ve sonuç değişkenler arasında bir ilişki olmadığını belirtir.

İlişki olmaması şeklindeki bir ifadeyle başlanması suretiyle, istatistiksel testler gözlenen ilişkinin şanstın kaynaklandığı ihtimalinin tahminini yapar.

Bu denemelerin amacı, gözlenen sonuçların sıfır hipotezle tutarlı olup olmadığını test edilmesidir. Elde edilen veriler, eğer sıfır hipotezle tutarlı değilse, sıfır hipotez ( $H_0$ ), alternatif hipotezin ( $H_A$ ) lehine reddedilir. Alternatif hipotez de şu şekilde ifade edilebilir:

$$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$$

**Tek yönlü** hipotez ( $\mu_1 < \mu_2$  veya  $\mu_1 > \mu_2$ ), tahmin edici ve sonuç değişkeni arasındaki ilişkinin yönünü belirlerken, **çift yönlü** hipotez sadece ilişkinin olduğunu belirtir, yönünü bildirmez. Daha fazla deneyimli olan yöneticilerin, daha az deneyimli olanlara nazaran daha fazla başarılı olma oranıyla ilgili tahmin, tek yönlü hipotezdir.

Daha fazla deneyimli olan yöneticilerin, daha az deneyimli olanlardan daha fazla veya daha az olacak şekilde, farklı başarı oranıyla ilgili tahmin bir çift yönlü hipotezdir. Tek yönlü hipotezler, daha az sayıdaki denek üzerinde çalışmaya imkân tanırken, tek yönlü hipotezler her zaman uygun değildir.

Tek yönlü test, iki yönlü teste nazaran daha güçlüdür. Çünkü tek yönlü istatistiksel test sonucunda elde edilen değer önemli olarak bulunabilmesi için çok büyük olması gerekmez.

Diğer taraftan,  $p_1$ , A tipi eğitimden sonraki bir yıl içinde başarılı olan kişilerin %'si,  $p_2$  ise, B tipi eğitimden sonraki bir yıl içinde başarılı olan kişilerin %'sini gösterdiğinde, sıfır hipotezi ve alternatif hipotez sembollerle şöyle gösterilebilir:

$$H_0: p_1 = p_2$$

$$H_A: p_1 \neq p_2$$

Alternatif hipotezde, yüzdelerin birbirine eşit olmadığına dikkat ediniz. Bu alternatif hipotez, bir yıllık başarı açısından, bu iki eğitimin birbirinden farklı olacağını ifade eder.

## 1.6 Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Bir araştırma planlanırken ne kadar denek gerektiği sorusu hemen aklı gelmez. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesinin ahlaki ve istatistiksel yönleri vardır. Eğer örneklem büyüklüğü, ilişkiyi veya önemli derecede farklılığı ortaya çıkarmaktan uzak bir biçimde çok küçük veya olması gerekenden çok fazla denegi ihtiva ediyorsa, araştırma için ayrılan kaynaklar ve araştırmacıların maliyeti desteklenemez. **Örneklem büyüklüğü, önemlilik seviyesi, etki büyüklüğü ve güçle ilişkilidir.**

### 1.6.1 Önemlilik Seviyesi

Önemlilik seviyesi, doğru sıfır hipotezinin reddedilmesi (**Tip I hata**) olup, buna alfa ( $\alpha$ ) denir ve genellikle 0.05 olarak alınır.

Araştırmaya alınacak deneklerin sayısı (örneklem genişliği), araştırmanın temel hedefi ile aynı zamanda belirlenmelidir. Herhangi bir araştırmanın sonucunda, veriler analiz edilir ve araştırma hipotezini reddetmek veya kabul etmek için **istatistiksel** bir karara varılır. Bu karar **ihtimallere** dayandığından, doğru veya yanlış olabilir. A ve B tipi eğitim araştırmasının muhtemel bulguları ile **“gerçek”** arasındaki ilişki Tablo-1.4’te gösterilmiştir. Bu tartışmanın amacını, “gerçek” araştırmanın ilgili şartlarını taşıyan bütün çalışan evrenine, doğru olarak uygulanmış eğitimlerin sonuçları olarak da, evrenin herhangi bir örneğini kullanarak ve bu evrenden bazı örneklemeler çekerek, bütün evren hakkında geçerli olabilecek sonuçlara ulaşılması beklenebilir. Ancak sadece bir örneklemin kullanılabilmesi sebebiyle, yanlış sonuçlara ulaşabilme riski de mevcuttur.

Araştırma Sonuçları	“GERÇEK”	
	Eğitimler Farklıdır	Eğitimler Farklı Değildir
Eğitimler Farklıdır	<b>A</b> Doğru (Doğru-Olumlu)	<b>B</b> <b>Tip I hatası</b> (Yanlış-Olumlu)
Eğitimler Farklı Değildir	<b>C</b> <b>Tip II hatası</b> (Yanlış-Olumsuz)	<b>D</b> Doğru (Doğru-Olumsuz)

Tablo-1.4  
Araştırma Sonuçları ve Gerçeğin Karşılaştırılması

Tablo-1.4’ün **A** ve **D** hücrelerinde, araştırma sonuçları “gerçek” le aynıdır. **B** ve **C** hücrelerinde ise araştırma sonuçları “gerçek” le aynı değildir. Bir başka ifadeyle, hatalar vardır. Bu iki tip hata, kaynakları ve sonuçları açısından farklılık gösterir.

Mahkeme kararlarında olduğu gibi, araştırmacının da kararı hatalı olabilir. Bazen sadece şansa bağlı olarak örnek evreni temsil etmeyebilir. Böylece örnek kullanılarak elde edilen sonuçlar evrendeki gerçek durumu yansıtmayarak yanlış bir sonuca ulaşılmasına sebep olur.

Eğer araştırmada eğitimler arasında fark bulunursa ve gerçekte farklılık yoksa (**B** hücresi), o zaman **Tip I** hatası mevcuttur. Bu şartlarda, araştırma sonuçları yanlış olarak olumludur. A ve B tipi eğitim örneğinde, araştırmacı başarı açısından eğitimler arasında fark olduğu sonucuna ulaşırsa ve buna karşılık “gerçeğe” göre başarı ortalamaları arasında bir fark yoksa, **Tip I** hatası yapılmıştır. Araştırmada eğitimler arasında fark bulunmıyorsa, buna karşılık



gerçekte fark varsa (C hücresi), **Tip II** hatasının yapıldığı söylenebilir. Bu şartlarda, araştırma sonuçları yanlış olarak olumsuzdur.

Araştırmacı başarı ortalamaları konusunda eğitimler arasında fark olmadığı sonucuna ulaşırsa ve buna karşılık “gerçeğe” göre eğitimlerden biri daha yüksek bir başarı ortalaması oluşturuyorsa, **Tip II** hatası oluşmuştur.

Hatalı metodolojiden veya şans eseri oluşan her iki sebepten dolayı, yanlış olarak olumlu veya yanlış olarak olumsuz araştırmalar yapılabilir. Araştırma tasarımına özen gösterilerek metodolojik hatalar en aza indirilebildiği halde şans eseri meydana gelen hatalar tam olarak ortadan kaldırılamaz. Fakat bu hatalar tahmin edilebilir veya kestirilebilir. Gruplar arasında gözlenen farklılığın gerçek bir farktan değil de şans eseri meydana gelen **Tip I** hatasından oluştuğunu belirten değere  **$\alpha$  anlamlılık seviyesi** denir. **1- $\alpha$**  ise, testin **güvenilirlik seviyesi** olup, gerçekte doğru olan sıfır hipotezini reddedememe ihtimalidir.

Gerçekte bir fark olduğu halde yapılan araştırma sonucunda bir fark bulunamamasından oluşan **Tip II** hatasının oluşma ihtimalini belirten değere de ( **$\beta$  beta seviyesi**) denir. Araştırmacılar araştırmalarını planlarken **alfa** ve **beta** seviyelerini de belirleyip araştırmalarında gösterirler. **Alfa** seviyesi genel olarak 0.05 olarak belirlenir. Bunun anlamı, araştırmacının **Tip I** hatasını yapma ihtimalini %5 bir riskle kabul etmesidir. Araştırmacı **Tip II** hatasını yapabilme ihtimalini de önceden belirlemelidir. Genel olarak, **beta** seviyesinde hata yapma ihtimali 0.20 olarak kabul edilir. Bir diğer ifadeyle, gruplar arasında gerçekte mevcut olan bir farkı atlama şansını 1/5 oranındadır. 0.20’lik **beta** seviyeli bir araştırmanın istatistiksel gücü 0.80 veya %80 olur. Böyle bir araştırmanın eğitim grupları arasındaki sonuçlarda belirli bir fark bulunmasını ortaya çıkarma şansını %80’dir.

Denek sayısı ne kadar büyük olursa beta o kadar küçülür. Böylece **testin gücü 1- $\beta$**  büyür.

**Alfa** ve **beta** seviyeleri belirlendikten sonra, araştırmacı örneklem genişliğini tespit etmeden önce, araştırmada kullanılacak olan diğer önemli parametreleri de belirlemelidir. Eğitim grupları arasındaki sonuçlarda bulunan farkın büyüklüğü önemli bir parametredir. Karşılaştırılan eğitim planları arasındaki fark önemli olduğundan dolayı, eğitimin bilgi temelinde seçilmesi gerekir. Sonuçlar arasındaki bulunmaya değer farkın ne olduğuna karar verirken araştırmacı aşağıdaki sorulardan birini veya birkaçını dikkate almalıdır:

Bu tip personeli eğitirken, eğitmenler veya yöneticiler için sonuçlardaki hangi fark önemli olur?

Başarısızlığın sonuçlarından yakınan bir yönetici için nasıl bir fark önemli olur?

Daha pahalı veya daha büyük imkanlar gerektirmesine rağmen etkili oluşu sebebiyle, bu eğitim metodunun kullanılmış olmasını, sonuçlardaki ne gibi farklılık uygun olarak gösterebilir?"

Sözü edilen üç etken (**Tip I** ve **Tip II** hatalarının kabul edilebilir seviyeleri ve gruplar arasındaki sonuçlara ilişkin farklılığın beklenen büyüklüğü) gerekli olan örneklem genişliğiyle ters orantılı olarak ilişkili olup kabul edilebilir **Tip I** ve **Tip II** hatasının azaltılabilmesi, gerekli örneklem genişliğini artırıcı etkisi olur.

Birçok çalışmada alfa 0.05 ve beta 0.20 (0.80'lik güç) olarak belirlenir. Bunlar, bir anlamda isteğe göre belirlenen değerler olup, bazen değişik değerler de kullanılabilir. Mesela, **alfa** için 0.01 ile 0.10 aralığındaki değerler kullanılabilirken, **beta** için yaygın olarak kullanılan aralık 0.05 ile 0.20'dir. Genel olarak araştırmacı **Tip I** hatasından kaçınmak için düşük  $\alpha$  seviyesi kullanması gerekirken, **Tip II** hatasından kaçınmak için de düşük  $\beta$  seviyesi kullanılmalıdır.

Eğitim grupları arasındaki sonuçlara (mesela başarı ortalaması) ilişkin beklenen farkın büyüklüğü azaldıkça, fark bulmak için daha büyük örneklem genişliğine ihtiyaç vardır. Buna karşılık, sonuçtaki değişkenlik (mesela başarının standart sapması) küçüldükçe, gruplar arasındaki sonuçlara ilişkin bir fark olduğunu göstermek için daha az deneğe ihtiyaç duyulur.

**Tip I** hatası yapma şansı %5 yerine %1 olarak kabul edildiğinde, araştırmacı tarafından örneklem büyüklüğü artırılmalıdır. Önemlilik seviyesi ne kadar küçükse, o kadar büyük örneklem gereklidir. Benzer şekilde, **Tip II** hatasının seviyesinde istatistiksel gücü arttıran bir düşüş söz konusuysa, araştırmada daha fazla deneğe ihtiyaç vardır.

İdeal olarak alfa ve beta, yanlış-pozitif ve yanlış-negatif sonuçlarının ihtimalini ortadan kaldırmak için sıfır olmalıdır. Bunların küçültülmesi, genellikle daha büyük bir örneklem büyüklüğünü gerektirir. Ancak, çalışma yapılırken, araştırmanın maliyetini çok fazla arttırmadan, alfa ve betayı kabul edilebilir ölçülerde tutacak bir örneklem büyüklüğü seçilmelidir.

**Alfanın, betadan daha fazla dikkate alınmasının sebebi, Alfanın betadan daha ciddi sonuçlar doğurmasıdır. Mesela bilinen ve etkili bir eğitim yönteminden vazgeçerek nispeten bilinmeyen ve gerçekte çok daha iyi olmayan bir eğitim yöntemini seçmek durumunu ifade eden alfa, oldukça daha iyi bir eğitim yöntemini ihmal ederek, mevcut bilinen ve nispeten etkili bir eğitim yöntemini uygulamaya devam etmeyi ifade eden betadan daha ciddi sonuç doğurur.**

İki eğitim yöntemi arasındaki fark yerine benzerliğinin ortaya konması istendiğinde; beta, alfadan daha önemli hale gelir.

### 1.6.2 Etki Büyüklüğü

Etki büyüklüğü, gruplar arasındaki fark veya ilişkinin gücünü gösterir. Eğer X tipi üretim sistemini kullanan işletmelerde hatalı mamul sayısının %90 daha az görülmesi gibi etki büyükse, bunu örnekleme tespit etmek kolayken, ilişkinin büyüklüğü hatalı mamulde %2'lik bir azalma gibi çok küçükse, etkinin örnekleme tespiti zordur.

Genellikle araştırmacı aradaki ilişkinin büyüklüğünü bilmez. Zira araştırmacının amacı bunu tahmin etmektir. Bunun yerine araştırmacı, üzerinde çalışılan örneklemden elde edilebilecek muhtemel ilişki büyüklüğünü kendisi önceden belirleyebilir. Uygun etki büyüklüğünün seçilmesi, örneklem büyüklüğünün belirlenmesinin en zor kısmıdır. Uygun etki büyüklüğünün belirlenmesi için araştırmacılar bazen daha önce yapılmış araştırmalardan veya yaptıkları pilot çalışmalarından faydalanır.

Üzerinde etki büyüklüğünü tahmin edecek veri olmadığı zaman araştırmacı iktisadi olarak anlamlı olan en düşük etki büyüklüğünü seçebilir. Hatalı mamul üretiminde %10'luk azalma buna örnek olarak verilebilir. İşletme açısından hatalı mamul üretimindeki %1'lik bir azalma da önemlidir. Böylece etki büyüklüğünün belirlenmesi tamamen araştırmacının tercihinin kalmıştır. Üzerinde çalışılacak denek sayısının sınırlı olması durumunda araştırmacının söz konusu sınırlı denek üzerinde çalışma yapmasının makul olup olmadığının değerlendirilmesi gerekir.

Genel olarak iki grubun ortalamasını karşılaştıran t-testinde, beklenen küçük etki standart sapmanın 0.2'si, beklenen orta etki standart sapmanın 0.5'i ve beklenen büyük etki standart sapmanın 0.8'i olarak kabul edilmektedir.

### 1.6.3 Testin Gücü

Güç, sıfır hipotezinin reddedilme ihtimalidir. Bir diğer ifadeyle, **Tip II** hatasından kaçınmaktır. Genel olarak %80 yeterli olarak kabul edilmektedir.

Beta gerçekte yanlış olan sıfır hipotezini reddedememe ihtimali olarak tanımlanırken,  $1-\beta$  ise testin gücü olup **gerçekte yanlış olan sıfır hipotezini reddetme ihtimalidir**.

Testin gücünün büyük olması istenir. Aynı sıfır hipotezini test eden iki test tekniğinden, gücü daha fazla olan tercih edilir. Alfa ne kadar küçük olursa, beta o kadar büyür. Böylece testin gücü  $1-\beta$  küçülür. **Güç ne kadar büyükse, o kadar büyük örneklem gereklidir**.

Araştırmacı, önemlilik seviyesini seçmek suretiyle **Tip I** hatayı kontrol eder. **Tip II** hatayı da kontrol altına almak ister. **Tip II** hatayı kontrol etmek,

sadece örneklem büyüklüğünü değiştirmek suretiyle mümkündür. Örneklem büyüklüğü arttıkça **Tip II** hata yapma ihtimali azalır. Ancak örneklem büyüklüğünü arttırmanın zaman alıcı olması yanında maliyeti de arttırdığı unutulmamalıdır. Bu sebepten dolayı, küçük bir **Tip II** hata için gerekli minimumdan büyük bir örneklem büyüklüğü oluşturmaya çalışırız.

Hazırlanan tablolar yardımıyla veya “**Research**” gibi bilgisayar programları kullanılarak gerekli minimum örneklem büyüklüğü belirlenebilir. Gruplarda eşit sayıda denek bulunması, çalışmaya alınan toplam denek açısından en büyük güç değerinin elde edilmesini çoğunlukla sağlar.

## 1.7 Değişik Araştırmalarda Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Analitik araştırmalarda örneklem büyüklüğünü belirlemek için aşağıdaki adımlar takip edilir:

**Sıfır ve alternatif hipotezler tanımlanır.** Alternatif hipotezin tek veya çift yönlü olup olmadığı belirtilir.

Tahmin edici ve sonuç değişkenlerin tipine dayanarak kullanılacak **istatistiksel test seçilir.**

**Ön testler veya daha önceki çalışma sonuçlarından etki büyüklüğü** (çalışma gruplarının sonuç değişkeninin ortalama değerleri arasındaki fark) ve **bunun yaygınlığı** (standart sapması) **tahmin edilir.** z-istatistiği kullanıldığında etki büyüklüğü ve yaygınlığı, bir gruptaki sonucun yüzdesi olan  $p_1$  ve diğer gruptaki sonucun yüzdesi olan  $p_2$  cinsinden ifade edilir. Korelasyon katsayısı kullanıldığında, etki büyüklüğü en küçük korelasyon katsayısının mutlak değeri alınır.

**Tip I ve Tip II** hatalarından kaçınmanın önemine bağlı olarak uygun **alfa** ve **beta** seviyeleri belirlenir.

Tanımlayıcı araştırmalarda durum biraz farklı olup amaç, verilen güven seviyesi ve hassaslığına (genişliğine) dayalı güven aralığı için gerekli denek sayısını tahmin etmektir. Takip edilmesi gereken adımlar şöyledir:

İkili (dikotom) değişkenler için ilgilenilen değişken için deneklerin yüzdesi tahmin edilir. Sürekli değişken için bunun standart sapması tahmin edilir.

Güven aralığı için arzu edilen hassaslık (genişlik) belirlenir.

Güven seviyesi belirlenir. Mesela %95 gibi.

Genel unsurlar belirlendikten sonra şimdi örneklem büyüklüğüyle ilgili örnekleri incelenecektir.