

## **MALİYETLERİN ÇOKLU REGRESYON ANALİZİ İLE İNCELENMESİ \***

Çeviren :

**George J. BESTON**

**Doç. Dr. Semih BÜKER**

Muhasebeciler her zaman maliyetler ile üretilen mal miktarı arasındaki ilişkiyi ölçmek ve raporlarında göstermek isterler. Günümüzde, finansal muhasebe dikkatlerimizin stok maliyetlerine yönelmesini gerektirmiştir. Bununla birlikte karar vermenin önemi, maliyetlerin üretimle ve kararları etkileyen öteki değişkenlerle nasıl değiştiğini incelememizi gerektirmiştir. Bu makalede maliyetlerin saptanmasında yararlı bir alet olan çoklu regresyon analizinin uygulanması, kullanımı ve sınırları üzerinde durulmaktadır.

Geçmişte çoklu regresyon analizine yöneltile eleştiriler hesaplanmasının çok pahalı olması üzerinde toplanıyordu. Fakat bugün yüksek hızlı bilgisayarlar ve hazır programları bu eleştirilerin değerini büyük ölçüde kaybettirmiştir. Birçok regresyon probleminin çözümü 30 Amerikan Dolarından daha ucuza mal edilebilmektedir. Ne yazık ki regresyon analizindeki bu kolaylık ve ucuz-

---

(\*) *The Accounting Review*, October 1966, s. 657-672.

luk bu analizin yanlış kullanımına yol açmaktadır. Analizciler bu tekniği, teknik bilgi gereklerini ve kullanışlarının sınırlarını tam olarak anlamaksızın kullanmak isteyebilirler. Bu makalenin ana amaçlarından birisi bu gerekleri ve sınırları açıkça belirtmek ve bunların nasıl ele alınacağını göstermektir.

Maliyet ölçülmesi ile ilgili genel sorunlar makalenin birinci bölümünde incelenmiştir. Çoklu regresyon analizi ilk olarak maliyet analizinin öteki yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Bundan sonra bunun maliyet kararları ile ilgili sorunlara uygulanabilirliği tartışılmıştır. İkinci olarak çoklu regresyon yöntemi matematiksel olmayan kavramlarla tartışılmış böylece daha kolay anlaşılabilir hale getirilmiştir. Üçüncü bölüm ise makalenin ana bölümü diyebileceğimiz en önemli bölümdür. Bu bölümde çoklu regresyonun teknik gerekleri ana hatları ile gösterilmiş ve bu gereklerin, maliyet bilgilerinin işletmenin muhasebe kayıtlarına geçirilirken ne gibi etkileri olabileceği incelenmiştir. Bundan sonra da regresyon eşitliğinin fonksiyonel biçimi üzerinde durulmuştur. Son bölümde çoklu regresyon analizinin uygulaması incelenmiştir.

## SORUNUN GENEL OLARAK İNCELENMESİ

Yapılacak giderlerde etkili olan faktörleri ve bunların önem derecelerini belirlemek isteyen bir muhasebecinin önemli görevleri vardır. Mühendisler, ustabaşı ve üretim işlemini inceleyen başka ilgililer maliyetleri etkileyen bir takım faktörleri sıralayabilirler. Bu faktörler üretilen birim sayısı, üretimin yapıldığı alanın büyüklüğü gibi faktörler olabilir. Üretimin yapıldığı mevsim, önemli bir faktör olmasına karşın böyle bir faktör üretim faktörlerinden daha önemsizdir. Muhasebeci önemleri değişik dönemlerde değişen faktörleri önemlerine göre ayırmalı ve etkilerini ölçmelidir.

## Maliyet Analizinde En Çok Kullanılan Yöntemler

Maliyet değişkenliğinin analizinde kullanılan en yaygın yöntem maliyetlerin iki veya üç kategoriye ayrılmasıdır. Bunlar: değişken, sabit ve yarı değişken giderler. Fakat bu yöntem aynı anda etkilerini gösteren birçok faktörün her birinin doğurduğu giderleri ölçme sorununa bir çözüm getirmez. Direkt maliyetleme türünde bir prosedürde üretilen mal miktarı maliyetin tek nedeni olarak düşünülür. Bu yönetime karşı ileri sürülen görüşlerden bir

başkası, muhasebecinin giderleri sabit ve değişken olarak ayırması gibi subjektif bir işlemin doğru olup olmadığıdır. Üretilen mal miktarının belirli bir dönem içindeki değişken gider miktarına bölünmesi tek bir rakam verir (bu birim başına değişir giderdir) ve bu rakamın doğruluğu belirlenemez. İşlem bir kaç kez tekrar edecek olursa birbirinden farklı birim başına değişir giderler bulacaktır. Fakat muhasebeci bu rakamların ortalamasının (veya başka bir istatistiki ölçünün) işine yarar bir rakam olup olmadığına karar veremez. Bu yöntemin bir başka, önemli sakıncası gider ve üretim miktarı arasında doğrusallığı varsaymasıdır.

Sabit-değişken yönteminin değişik bir biçimi gider ve üretim miktarı ile ilgili bilginin birçok dönem için iki boyutlu bir grafik üzerine işlenerek elde edilir. Daha sonra grafik üzerindeki bilgiler bir doğru ile birleştirilecek olursa bu doğrunun eğimi bir birimlik üretimin değişir gider olarak kabul edilir. Doğrunun çiziminde en küçük kareler yöntemi kullanılacak olursa bu sabit doğrusal regresyondur. Bilgisayarlardaki son gelişmelerden önce basit regresyon çok çapraşık bir iş olarak kabul ediliyordu. Kompütürün kullanılması üretim miktarı dışındaki faktörlerin maliyeti üzerindeki etkisini ihmal ettiği anlaşılınca hesaplanması çok zor iki veya daha çok değişkenli çoklu regresyonların kullanılması bile ekonomik bakımdan yapılabilir olarak kabul edilmeye başlandı.

### **Çoklu Regresyon**

Çoklu regresyon, muhasebeciye çeşitli maliyet faktörlerinin maliyetleri etkileme derecelerini tahmin etmede yardımcı olur. Bu yöntemi yalın olarak tanımlamak gerekirse bir değişkendeki değişikliğin (örneğin üretimde) öteki değişkenlerin maliyet üzerindeki etkileri sabit tutulurken (örneğin yıl içindeki mevsimlerin etkisi) ölçülmesidir. Örneğin bir departmanlı mağazada gönderme bölümünün maliyetlerinin analiz edildiğini varsayalım. Departman yöneticisi giderlerinin verilen sipariş sayısının fonksiyonu olduğuna inanmaktadır. Bununla birlikte ağır paketlerin işlem görmesi hafif olanlardan daha pahalıya mal olmaktadır. Yönetici aynı zamanda hava durumunu önemli bir fakör olarak kabul etmektedir. Yağmur ve çok soğuk hava siparişlerin gününde teslimine engel olmaktadır. Havanın etkisini ortadan kaldırmak isteyebiliriz çünkü kontrolümüz dışındadır. Fakat her siparişin maliyetini ve ağır paketlerin hafif paketlere göre maliyetini bilmek

isteriz. Bu tahminleri yapabilirsek: 1) Gönderme bölümü için çalışma koşullarındaki değişiklikleri gözönünde tutulan değişir bir bütçe hazırlayabiliriz, 2) Daha iyi fiyatlandırma kararları alabiliriz, 3) Sermaye bütçesini daha etkin duruma getirecek bir plân yapabiliriz. Doğru olarak düşünülmüş çoklu regresyon eşitliği bu koşulların gerçekleşmesini sağlayabilir.

Çoklu regresyona yöneltilen eleştiriler çok karmaşık ve aşağı yönetim ve gözetim düzeyindekiler tarafından anlaşılmasının zorluğu etrafında toplanır. Fakat yöntem gerçeği basit regresyon veya sabit-değişken ikilisine göre daha iyi yansıtır. Çalışmalar, gözetimcilerin gerçek olduğuna inanmadıkları verileri önemsemek istemediklerini göstermiştir. Örneğin gerçekleşen giderlerin sadece üretilen birim miktarına bağlılığını gösteren basitleştirmelere güvenemezler. Bu nedenle çoklu regresyon analizi gözetimciler için gerçeklerin basitleştirilmesine gerek duyulan süreçlere göre daha fazla inandırıcıdır.

Regresyon tekniği muhasebeci'nin yapılan tahminlerin güvenilirliği ile ilgili olarak ithimal hesaplamaları yapmalarını gerektirir. Örneğin ortalama ağırlıkta bir paketi göndermeye hazırlamanın marjinal maliyetinin 0.756 dolar olduğunu hesaplamış olsun ve bu hesaplamada değişik hava koşulları ve öteki etkenler gözönünde tutulmuş olsun. Regresyon analizine konu olan mallarla (aşağıda açıklandığı gibi) karşılaşırsa bir gider tahminlerinin güvenilirliği katsayının (coefficient) standart hatasından bulunabilir (buna da 0.032 dolar diyelim). Buradan muhasebeci her paketin marjinal maliyetinin yüzde 95 ihtimalle 0.692 ile 0.820 dolar arasında olacağını tahmin edebilir ( $0.756 + 0.064$ ).

Bu nedenle çoklu regresyon analizi çok güçlü alettir, fakat bütün maliyet hesaplamalarına uygulanamaz. Kullanılması için en uygun duruma karar verebilmek için, genel olarak maliyet tahmini ve ondan sonra da çoklu regresyon analizi için faydalı olan ikinci derecedeki sorunları üzerinde duralım.

### **Maliyet ile İlgili Karar Sorunlarının Türleri**

Genel olarak maliyet, zaman içinde olmak üzere birçok değişkenin fonksiyonudur. Örneğin, üretilen malın maliyeti üretimin artması veya azalmasına, her defada üretilen birim miktarının az veya çok oluşu, üretim tesislerinin eski veya yeni olmasına, White

Sox (\*) takımının kazanmakta veya kaybetme oluşuna göre artar veya kesilir. Değişik zaman dönemlerindeki koşullarda veya değişik kararları etkileyen etkenlerde ayrı değişiklikler olduğundan, muhasebecinin her karar verilmişinden önce ayrı bir maliyet analizi yapması gerekir.

Fakat ekonomide en yükseğe çıkarma kuralı bilgi toplama teknolojisine de uygulanabilir, bilginin marjinal maliyeti bundan sağlanacak marjinal hasılatı aşmamalıdır. Maliyet bilgisinden marjinal hasılat hata yapmamakla kaçınılan kayıplar veya ek hasılattır. Yapılan hata marjinal hasılatı aşacak marjinal gider doğuracak bir işin kabulü veya marjinal hasılatın marjinal gideri aşacağı bir işin reddedilmesi olabilir. Bilginin marjinal maliyeti bilginin toplanması ve değerlendirilmesi artı gecikmenin fırsat maliyetidir, çünkü ölçme ve değerlendirme bir anda olan işler değildir. Bu giderlerin bilgidan sağlanacak marjinal hasılatı aşacağı tahmin edildiğinde her ayrı karar için değişik giderleri tahmin etmek ekonomik olmaz. Bu nedenle karar problemlerini aynı temel maliyet bilgisine dayanacak biçimde kategorilere ayırmak yerinde olur. Bu iki kategori için teklif edilen bir yol şu olabilir: 1) Tekrar eden sorunlar ve 2) Bir kerelik sorunlar.

Tekrar eden karar sorunları analiz için gerekli verilerin bir düzen içinde olduğu sorunlardır. Örnek olarak bir katalogda basılacak fiyatlar, çıkarılması düşünülen bir mamul için üretime başlama zamanının saptanması, bütçelerin ve üretim maliyet standartlarının hazırlanması ve tahminlerin formüle edilmesidir. Bu kararlar beklenen bir süre için de çeşitli faaliyet düzeylerine bağlı olarak beklenen maliyet miktarlarına ait cetveller biçiminde düzenlenen maliyet verilerini gerektirir.

Bir kerelik sorunlar seyrek ortaya çıkan, önceden tahmin edilemeyen veya ayrı ayrı maliyet tahminleri gerektirecek önemde olan sorunlardır. Bu sorunlara örnek olarak maliyet - kâr - miktar kararları, işletmenin bir kerelik özel siparişi kabul edip etmeme kararları, yapma, satın alma veya donatım kiralama, yeni bir mamul geliştirme veya bir fabrikayı kapatma kararlarıdır. Bu kararlar maliyet tahminlerinin eldeki sorun ile yakından ilgili koşulları yansıtabilecek biçimde yapılmasını gerektirir.

---

(\*) Çevirenin Notu: Birleşik Amerikada çok ünlü bir beyzbol takımı.

Bu kategoriler maliyet tahminleri için değişik koşullara uyulmasını gerektirir. Tekrar eden sorunlar beklenen maliyet ve faaliyetin plânlanması gerektirir. Bu sorunları tekrar eden türden olduğundan her keresinde verileri toplama ve değerleminin marjinal maliyetinin verilerden sağlanacak marjinal hasıllardan büyük olması beklenir. Böylece ilave bir mamulün marjinal maliyeti fazla çalışma gerekip gerekmediğine veya atıl kapasite olup olmasına bağlı olarak değişecektir. Genellikle ilâve mamulün maliyetini ortalama olarak tahmin etmek ayrı ayrı örneklerde ortaya çıkabilecek her özel faktörü tek tek hesaba katmaktan daha kârlıdır.

Bunun aksine bir kerelik sorunlar tek tek maliyet tahminlerinin yapılması ile ekonomik bakımdan istenilir olup olmamaları ile karakterize edilirler. Ortalama marjinal maliyetlere güvenemeyiz çünkü daha doğru bilgi için bu bilginin toplanılmasında bir takım giderler yapılması gerekir. Bu durumla sorun tek olduğunda karşılaşılr ve bu nedenle de ortalama maliyet bilgisi kullanılmaz veya karar yanlış kararlardan kaçınmak için, marjinal hasılları yüksek tutacak kaynaklarla önemli bağlantıları yapılmasını gerektirir.

## ÇOKLU REGRESYON ANALİZİ

Regresyon analizi özellikle tekrar eden kararlarda maliyeti tahmin etmede önem kazanır. Süreç esas olarak maliyetler (bağlı değişken) ile maliyet faktörleri (bağımsız değişken) arasındaki ortalama ilişkiyi matematiksel olarak tahmin etmekten ibarettir. Analiz, muhasebeciye üretim miktarındaki bir birimlik değişmenin beklenen marjinal maliyetini verir (bu arada toplam giderleri etkileyen öteki faktörler de hesaba katılır). Bu bilgiler muhasebecinin tekrar eden kararlarda ihtiyaç duyduğu bilgilerdir.

Maliyetle ilgili tekrar eden kararlardan çoklu regresyon analizinin faydası, tekniğin esasları daha iyi anlaşıldığında ortaya çıkar. En küçük karelerin matematiksel ispatının veya matrislerin çevrilme yöntemlerinin öğrenilmesine gerek yoktur çünkü hazır bilgisayar programları ile bütün işlemler yapılabilmektedir. Bununla beraber çoklu regresyonun dayandığı varsayımlar iyi anlaşılmalı ve bu değerli alet yanlış olarak kullanılmamalıdır.

Çoklu regresyon analizi maliyet faktörleri ile maliyetler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu varsayar. Bu faktörler  $X_1, \dots, X_2, \dots, X_n$  ile maliyet  $C$  arasındaki fonksiyonel ilişkinin çoklu regresyon analizinde aşağıdaki gibi olduğu varsayılır.

$$(1) \quad C_t = \beta_0 X_0 t + \beta_1 X_1 t + \beta_2 X_2 t + \dots + \beta_n X_n t + \mu t$$

burada

$\beta_0$  Sabit terimdir ( $X_0 = 1$  bütün gözlemler ve zaman periyodları için)

$\beta_0$  ler her  $X$ 'inin  $C$ 'ye etkisini gösteren sabit katsayılardır.

$\mu$ , hata terimleri olarak isimlendirilen ve sıfır ortalamasıyla tesadüfi olarak dağıldıkları varsayılan belirlenmemiş faktörlerin toplamıdır.

ve

$t = 1, \dots, 2, \dots, m =$  zaman periyodlarıdır.

$\beta$  katsayıları  $C$ 'ler ve  $X$ 'lerden 1'den  $m$ 'ye kadar olan süre için örnekleme yoluyla tahmin edilir. Örneğin bir hafta içindeki maliyetler  $X_1 =$  üretilen birim,  $X_2 =$  her üretimdeki birim sayısı,  $X_3 =$  toplam üretilen birimler içinde «de luxe» birimlerin oranıdır. Böylece (2) nolu eşitliğin sağ tarafı (1) nolu eşitliğin sağ tarafından elde edilmiştir. Bu yapılırken haftalık gözlemlerden oluşmuş bir örnekten yararlanılmış  $b$ 'lerin  $\beta$ 'lerin tahmini ve  $u$  da hata terimi  $u$  nun tahmini olan artık değer olarak alınmıştır.

$$(2) \quad C_t = b_0 t + b_1 X_1 t + b_2 X_2 t + b_3 X_3 t + u_t$$

üç bağımsız değişken  $X_1$ ,  $X_2$  ve  $X_3$ 'ün tahmini katsayı değerleri  $b_0 = 100$ ,  $b_1 = 30$ ,  $b_2 = -20$  ve  $b_3 = 500$  ise beklenen maliyet  $C$ 'nin herhangi bir hafta ( $t$ ) deki değeri şöyle tahmin edilir.

$$C = 100 + 30 X_1 - 20 X_2 + 500 X_3$$

$\beta$ 'lerin tahmini elde mevcut ise marjinal maliyet tahminleri, belirleyici faktörler ile ilişkili olacaktır. Yukarıdaki örnekte ek bir birim  $X_1$  üretmenin marjinal maliyeti 30 dolar olarak tahmin edilir bu maliyeti her defadaki üretimin maliyeti veya hacmi ( $X_2$ ) ve toplam birimler içinde de luxe birimlerin oranı ( $X_3$ ) de etkiler. Her defadaki üretilen birim sayısını 3 birim arttırmakla toplam

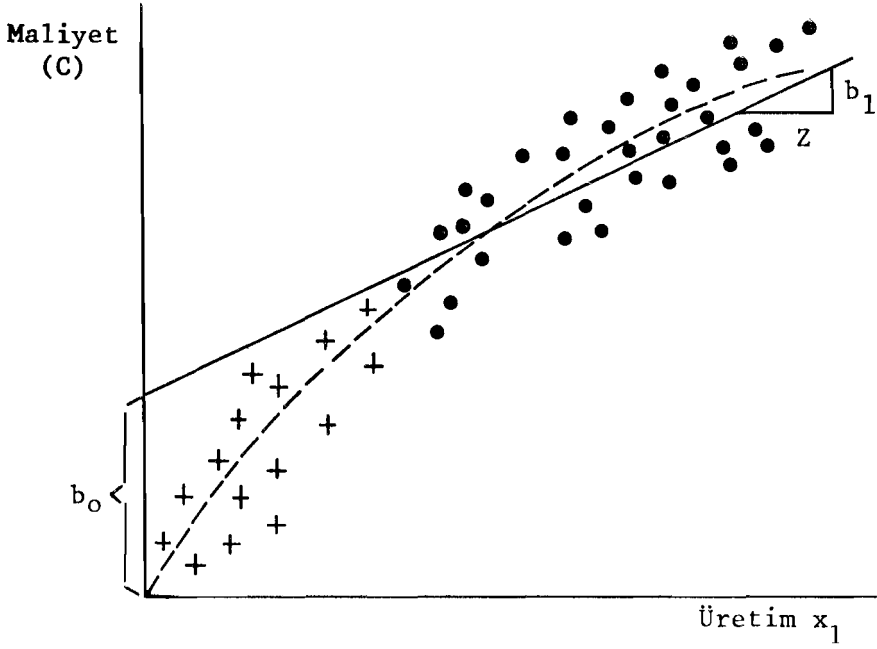
giderlerde marjinal azalış  $\beta_0$ , birim sayısı sabit ise ve üretilen birimler içinde de luxe birimlerin oranı - 60 dolar (-20 dolar X3) olarak tahmin edilir.

Bu, sabit sayı  $b_0$ 'yı sabit gider olarak yorumlamaya teşebbüs etmektir. Fakat bu sıfır üretim miktarına ininceye kadar gözlemlerde doğrusal ilişki bulunmazsa doğrudur. Bu iki boyutlu maliyet üretim miktarı grafiğinde görülebilir.  $C = b_0 + b_1 X_1$  eşitliğine dayanılarak doğru çizilmek istendiğinde bulunan noktalar maliyet ve üretilen miktarına ait gözlemler yardımıyla bulunmuş noktalarlardır. Doğrunun eğimi  $b_1$  katsayısıdır. Bu da üretim miktarı  $X_1$ 'deki birim değişmeler ile bir birimlik değişmenin toplam maliyet (C) de marjinal değişmenin tahminidir. C eksenindeki kesişme  $b_0$  dır ve bu sabit terimdir. Gözlemlere üretim miktarının sıfır olduğu nokta da dahilse bu sabit giderlerin bir tahmini olacaktır ve toplam giderler ile üretim miktarı arasındaki ilişki doğrusal olacaktır. Maliyet ve üretim miktarının (yani X'lerin) daha fazla gözlemi mümkünse kesik çizgili doğru ortaya çıkacak buna göre de  $b_0$  sıfır olacaktır. Bu nedenle sabit terim  $b_0$ 'nın değeri hiç üretim yapılmadığında hiç üretim yapılmazsa ortaya çıkmayacak giderlerdir. Bu da eldeki verilerden hesaplanan regresyon doğrusunun değeridir.

Hesaplamalarda kullanılacak veriler geçmişe ait muhasebe ve üretim kayıtlarından çıkarılmıştır. Katsayıların bu verilerden tahmininde geçmiş tecrübelerden yararlanılır ve onların ortalaması alınır. Bu nedenle b'lerin hesaplanmasına tekrar eden maliyetle ilgili kararlarda gerek duyulur. b'leri geçmişe ait verilerin ortalaması olduğu unutulmamalıdır. Bu verilerin kararlarda kullanılması ile geleceğin geçmişin tekrarı olacağı kabul edilir.

$\beta$  'leri tahmin etmek için kullanılan matematik yöntem en küçük kareler yöntemidir. Bu yöntemin B'lerin en iyi, doğrusal, tarafsız tahminini vereceği kabul edilir. Bu özelliklerin bulunması istenir çünkü en küçük kareler yönteminde bir seri tahminde bulunulur. Bu tahminlerin ortalaması gerçek değere yakın olacak ve bu gerçek değerden sapma herhangi bir tarafsız tahmincinin tahminlerinde görülen sapmadan küçük olacaktır. Bu özellikler her zaman çok önemli olmamakla birlikte tekrar eden sorunlar için gerekli ortalama, beklenen maliyet tahminlerini yapmada önem kazanır.





En küçük kareler tekniğinin bir başka önemli avantajı aşağıda bölüm III-7 de açıklanan  $Mt$  terimi ile ilgili varsayımlarla birleştirildiğinde açıklayıcı değişkenler ve maliyetler arasındaki ilişkilerin güvenilir olmasıdır. İki tür güvenilirlik tahmini hesaplanabilir. Birisi tahmini standart hatasıdır. Bu, eşitliğin verilere ne kadar iyi uyduğunu gösterir. İkincisi, regresyon katsayılarının standart hatasıdır. Bu,  $\beta$  'lerin tahmininin, değer sınırları içinde kalma ihtimalini gösterir. Örneğin, doğrusal bir maliyet fonksiyonu kullanılacak olursa  $X_1$  üretim miktarının  $b_1$  katsayısı üretilen miktarın tahmini marjinal maliyetidir. Katsayının standart hatası  $Sb_1$  tahmini ile gerçek marjinal maliyet  $\beta$  'nin verilen ihtimallere göre  $b_1 \pm Sb_1$  sınırları içinde kalacağı söylenebilir.

### ÇOKLU REGRESYON İÇİN İSTENENLER VE MALİYET KAYITLARININ ETKİLERİ

Çoklu regresyonun tekrar eden maliyetlerin tahmininde eşsiz bir alet olmasına karşın dikkatsiz bir plânlama ile tehlikeli bir şekilde kullanılmaması için birçok şartın yerine getirilmesi gerekir. Çoklu regresyon analizinde verilerle ilgili koşulların birçoğu

maliyet muhasebesi kayıtları ile ilgilidir. Veri bildiğimiz maliyet muhasebesi kayıtlarından sağlanacak olursa regresyon modelinin anlamlı olması beklenemez. Bu nedenle regresyon analizinin başarı ile kullanılması isteniyorsa ilk veri kaynağı muhasebeden alınan bilginin kodlanması ve kaydedilmesi gereklidir. Makalenin bu bölümü temel teknik koşulların tanımlandığı çeşitli alt bölümleri olan 4 bölüme ayrılmıştır. Temel teknik koşulların tanımlandığı alt bölümlerde maliyet sistemlerinin etkileride incelenmektedir. Birinci grup 1) dönemlerin uzunluğu 2) sayısı 3) gözlemlerin aralığı ve 4) maliyet kayıtlarına etkisi incelendikten sonra maliyetle ilgili faktörlerin özellikleri tanımlanmaktadır. İkinci grupta 5) ölçü hataları ve bunların maliyet kayıtlarına etkisi incelenmektedir. Üçüncü grup 6) açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkiler ve muhasebe analizinin bu probleme önemli katkısı incelenmektedir. Son bölümde ise 7) belirlenmemiş faktörlerin dağıtımı için gerekli koşullar gösterilmiştir. Bu koşulların değişkenlerin fonksiyonel biçimlerine etkisi V. bölümde ele alınmıştır.

### **1. Zaman Periyodunun Uzunluğu**

a) Seçilen zaman periyodları (1,2,3,...,m) üretim nedeniyle gerçekleşen giderler ile üretim miktarını karşılaştırabilmek için kayıtlara geçirmeye yetecek kadar uzun olmalıdır. Örneğin günde 500 birim üretilirse fakat üretimde kullanılan materyele ait kayıtlar haftadan haftaya yapılırsa üretime verilen malların maliyet analizleri bir haftadan daha kısa bir süre için yapılamayacak demektir. Maliyet kaydındaki zaman aralığı kısaltılmalıdır. Böylece en direkt işçilik çeklerinin verilmesinden bir hafta sonra kayıtlara geçiyorsa üretim bir hafta sürüyormuş gibi kaydedilmemelidir.

b) Seçilen zaman periyodu, bu süre içinde üretimdeki değişmelerden etkilenmeyecek kadar kısa olmalıdır. Aksi halde bu süre içindeki değişmelerin ortalaması alınacak ve maliyet ile üretim miktarı arasındaki ilişkinin tam olarak görünmesine engel olacaktır.

### **2. Zaman Periyodunun Sayısı (Gözlemler)**

Zaman serileri için her gözlem maliyet ve üretim miktarı ve öteki açıklayıcı değişkenlerin analiz için toplandığı bir süreyi kapsar. En azından regresyon analizini mümkün hale getirecek bağımsız değişkenlerden bir fazla gözlem yapılmalıdır. (Fazla ra-

kama «serbestlik derecesi» denir). Kuşkusuz, örnek sayısı gözlenen ilişkiler arasında gerçeğe yakın, güvenilir bir ilişkiyi verinceye kadar arttırılabilir. Doğru katsayıların bulunduğu aralığın bulunacağı aralığın (hata ihtimali verilerek) tespit edildiği standart hatalar gözlem sayısının karekökü kadar azaltılabilir.

### **3. Gözlemlerin Aralığı**

Maliyet ve üretim miktarı gözlemleri mümkün olduğu kadar geniş bir aralığı kapsamalıdır. Bir dönemden öteki döneme kadar maliyet ve üretim miktarında çok az değişiklik varsa maliyet ve üretim miktarı arasındaki fonksiyonel ilişki regresyon analizi ile etkin olarak tahmin edilemez.

### **4. Maliyet ile İlgili Faktörlerin Tanımlanması**

Maliyeti etkileyen bütün faktörler tanımlanmalı ve analize katılmalıdır. Bu her zaman yerine getirilmesi mümkün olmayan önemli bir şarttır. Örneğin gözlemler, girdi fiyatlarında değişiklikler görülen uzun bir süreyi kapsayabilir. Maliyet ve üretim miktarı arasındaki gerçek ilişki, fiyat düzeyindeki değişimler nedeniyle yüksek girdiye bağlı olarak yüksek satış hasılatı sağlanacaksa, ortaya çıkmayabilir. Yüksek fiyat nedeniyle yüksek maliyet doğarsa bu hesaba katılmaz (fiyat indeksi bağımsız değişken olarak kabul edilir) veya ayarlanmalıdır (bağlı değişken maliyet, sabit fiyatlarla gösterilmelidir). Ek üretim miktarının marjinal maliyetinin tahminlerinde girdi fiyatlarındaki değişiklikler üretim miktarındaki değişikliklere orantılı ise ve öyle kalması bekleniyorsa bir anlamı olacaktır.

### **1,2,3, ve 4'ün Maliyet Kayıtlarına Etkisi**

Genel olarak zaman periyodu ile ilgili koşullar (1a, 1b ve 2) dönemlere ait üretim verilerinin kayıt edilmesinde bir aydan geç kalınmaması ve bu sürenin bir hafta kadar olmasını gerektirir. Süre daha uzun seçilirse analiz için yeterli sayıda gözlem yapılmış olmayabilir çünkü gerekli açıklayıcı değişken sayısından bir fazla gözlem gereklidir. Herhangi bir dönemde maliyet fonksiyonunu açıklamak için tek bir açıklayıcı değişkenin yeterli olacağına inanılıyorsa (üretilen birim sayısı gibi) 4'ncü koşul (maliyetle ilgili bütün faktörlerin açıklanması) (zaman periyodları arasındaki farkların gözönünde tutulmasını gerektirir. Böylece faktör fiyatlarının

daki ve üretim yöntemlerindeki değişiklikler, üretimin artması, azalması, yıldaki mevsimler açıklayıcı değişkenler olarak kabul edilebilir.

Sözünü ettiğimiz, ilgili açıklayıcı değişkenleri tanımlama gereği, değerleri ve bu değişkenlerin belirli zamanlardaki durumlarının kaydedildiği günlük bir defter tutulmakla yerine getirilebilir, Böylece bir kayıt tutulmazsa normal olmayan olayları hatırlamak ve bunları ilgili zaman periyodları ile belirtmek, özellikle kısa zaman periyodları kullanılıyorsa zor olacaktır. Örneğin üretimin her dönemde önemli ölçüde azaltılmış veya arttırılmış olup olmadığına dikkat edilmesi gerekir. Zamanla üretimdeki artış karşılanabilir. Bununla birlikte azalmalar, aylak zaman veya faaliyetlerin yavaşlaması ile birlikte görünebilir. Böylece üretimdeki artışların artan maliyetinin, azalmaların maliyet tasarruflarından yüksek olmasını bekleyebiliriz.

Maliyetleri etkileyen öteki, bilinen faktörler teknolojiye, kapasitede değişimler yeni süreç ve üretim türlerine ayarlama dönemleri ve mevsimlik farklardır. Bu faktörlerin etkisini, değişkenleri regresyon eşitliğine dahil ederek, verilerin özel ayarlanması ile veya doğru olmayan veriyi hesaplamalara katmayarak, gösterebiliriz.

Gözlemlerin geniş bir alanı kapsamaması etkin bir analiz için gereklidir, aynı zamanda gözlem devreleri bir aydan daha uzun olmamalıdır. Uzun dönemlerde üretimdeki değişmelerin kısa dönemlerin kullanılmasında olduğundan daha çok ortalaması alınabilecektir ( bu, 1b koşuluna uymamaktadır). Buna ek olarak koşulların istikrarlı olması üretim miktarı dışındaki açıklayıcı değişkenlerin sayısını sınırlarsa serbestlik derecesi azalacaktır, aynı istikrar regresyon analizinin önemini azaltacaktır çünkü yeterli üretim aralığı vermeyecektir. Böylece hatfalık veya aylık verimin çoklu regresyon analizi için gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

## 5. Ölçü Hataları

Gerçek bir üretim sürecinde elde edilen verimin hatasız olacağını kabul etmek zordur. Hatanın yapısı önemlidir çünkü bazı tür hatalar regresyon analizinin faydasını öteki türlerden çok etkiler. Bağlı değişken maliyetteki hatalar çok önemli değildir, çünkü bunlar hata terimini etkiler. Böylece eşitliğin tahmininde kullanılmak için değeri azalmış olur, fakat marjinal maliyetin tahmini ( $\beta_1$ ) etkilenmemiş olur.

Fakat hata terimi başka bir durumda üretim miktarı veya başka bir bağımsız değişken (X'ler) tahmin için kullanılırken hatalar varsa bağımsız değişkenlerle karşılaştırılmalıdır. Bu durumla karşılaşılırsa en küçük karelerle tahmin edilen örnek marjinal maliyeti gerçektekinin altında tahmin edecektir. Böylece bağımsız değişkenlerin doğru ölçülmesinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Ölçü hataları ihtimali gözlem sayısı ile artar. Kısa gözlem dönemleri dikkatli sınıflandırma ihtiyacını arttırır. Örneğin 1'nci haftadaki üretim giderleri 2'nci haftaya kadar kaydedilmezse bağımlı değişken (maliyet')e ait her iki gözlem yanlış ölçülmüş olacaktır. Bu hata, üretimin gözlemler arasında dalgalanmalar gösterdiği durumlarda özellikle önemlidir. Fakat üretim sabit bir oranda azalıyor veya artıyorsa ölçü hatası sabit kalacak (nisbi veya mutlak olarak) ve bu nedenle sadece sabit terimi etkileyecektir. Tahmin edilen regresyon katsayısı ve buna bağılı olarak da ortalama marjinal maliyet etkilenmeyecektir.

Başka bir önemli ölçme hatası örneği, üretim yapıldığı dönemi gelecek dönemlerde neden olacağı maliyetin hesaplamalara katılmamasıdır. Örneğin üretimde çalışanlar için fazla çalışma ücreti çalışmayı izleyen hafta ödenir. Bu kolaylıkla ayarlanabilir. Fakat gözetimciye fazla çalışma ücreti direkt olarak ödenmeyebilir. Bunun yerine çalışmasından birkaç ay sonra, yıl sonunda prim olarak bir ödeme yapılacak veya ücretinde bir artış olacaktır. Bu giderlerin yapılma nedeni olan üretimle ilgisi kurulamaz, başka bir dönemin gideri olarak kaydedilir, böylece her iki dönemde de maliyetler doğru tespit edilmemiş olacaktır. Bu tür yanlışın düzeltilmesi zordur. Genellikle yapılacak iş prim ödenmesini ödendiği döneme ait veriden ayırmak, az tahmin edilmiş üretim miktarı katsayısına ait doğru rakamı bulmaktır. Böylece ortalama marjinal maliyet olduğundan düşük gösterilmiş olacaktır.

Buna benzer bir durum, doğru kayıt tutmak için girdi faktörlerinin kısa bir sürede maliyetlere yazılması gerektiğinde ortaya çıkar. Bu durumda, bu maliyet kalemleri öteki maliyet kalemlerinden çıkarılmalı ve analize dahil edilmemelidir. Bu gider tutarları büyükse özel bir analiz gerekebilir veya bunları hesaba katmak için verilmiş karar dikkatlice tekrar gözden geçirilmelidir.

Özel maliyet kalemlerinin ayrılması, muhasebecinin bunların zaman periyodlarına yüklemenin üretimle ilgisi olmadığını bildi-

ğinde istenir. Örneğin sigorta veya kira gibi giderler bölümlere aylık temele göre dağıtılabilir. Bu giderleri bağlı değişken saymanın bir anlamı yoktur, çünkü bunlar bağımsız değişkenlerle değişmez. Bunların hesaplamalara alınması sadece sabit terimi arttıracaktır. Bununla birlikte herhangi bir nedenle bağımsız değişkenle karşılaştırılacak olursa yapılan tahmine doğru bir sapma görülecektir (7 a koşuluna göre). Bu tür hata, sabit giderler üretim esasına göre zaman periyodlarına yüklenecek olursa, muhasebe sistemine sokulmuş olacaktır. Örneğin amortisman birim başına hesaplanmış olabilir. Bu maliyetin varyansı muhasebe yönteminin fonksiyonu olabilir ve bu durumda ekonomik ilişkilerin fonksiyonu değildir.

## 6. Bağımsız Değişkenler Arasında İlişkiler

Bağımsız değişkenlerin birbiri ile ilişkisi fazla ise bağlı değişkenlerin herbirinin ayrı ilişkisini tahmin etmek çok zor ve bazen olanaksızdır. Bu duruma çoklu doğrusal bağıntılı denir ve maliyet çalışmalarında önemli bir sorundur. Marjinal maliyeti hesapladığımızda birden çok mal üreten işletmelerde değişik türde ürünün marjinal maliyetini tahmin etmek isteriz. Fakat bu her zaman mümkün değildir. Örneğin buzdolapları, buz makineleri, çamaşır makineleri ve öteki ev aletlerini yapan bir imalatçıyı ele alalım. Ev aletleri için talep korelasyonu yüksekse buzdolapları, buz makineleri üretimi birlikte artacak veya azalacaktır. Bu durumda buzdolabı üretiminin marjinal maliyetini buzdolapları ve çamaşır makineleri üretiminin marjinal maliyetinden çoklu regresyon yardımıyla bulmak mümkün değildir.

Bu üreticinin sorununa benzer sorunlar toplam giderlerin birbirinden bağımsız çeşitli alt gruplara ayrılması ile azaltılabilir. Maliyet ve üretim miktarı ön analizi ve ön dağıtımı bu ayrılmaya yardımcı edebilir. Bu, regresyon analizi yapabilecek muhasebeciye en büyük yardımdır.

Bütün işletmeye ait toplam maliyet ile değişik türdeki ürünler arasındaki ilişki araştırılacak olursa hesaplanan katsayıların standart hatasının büyük olduğu görülecek, bunun sonucu olarak da güvenilir olmama ihtimali vardır. Bu durumdan maliyetlerin tek bir ürünün üretildiği gider yerlerine dağıtılması ile sakınılabılır. Bu uygulama her gider yeri için bir seri çoklu regresyon he-

saplanmasına izin verir. Bu prosedür (Stok maliyetini bulmak içinde uygulanabilir) herhangi bir regresyonda bir özelliği belirtmek için gerekli bağımsız, değişkenlerin sayısını azaltabilir. Giderlerin gider yerlerine dağıtılmasının rastgele ve üretim miktarı ile ilgisiz olmamasına özen göstermek gerekir. Örneğin elektrik veya kiranın metrekare esasına göre dağıtılmasında bir yarar yoktur. Bununla birlikte ustabaşılar değişik gider yerlerinde gözetim için değişik süreler harcarsalrsa ücretlerinin zaman esasına göre dağıtılması gereklidir.

Gider yerlerinde değişik ürünler üretiliyorsa daha başka karışıklıklar ortaya çıkar. Örneğin montaj departmanı aynı anda değişik modelde televizyonlar üzerinde çalışabilir. Birçok halde ne gider yerlerinin giderlerini her bir ürüne dağıtımını mümkündür ne de bu istenir. Bu nedenle maliyetin çeşitli üretim değişkenleri ile ilgisi araştırılmalı ne bunlardan biri her türdeki ürünün miktarıdır. Bu bağımsız değişkenler çoklu doğrusal bağıntılı ise, regresyon katsayılarının standart hatası katsayılara oranla o kadar büyük olacaktır ki buna göre tahmin yapılması faydasızdır. Bu durumda değişik türdeki ürünün maliyetle ilişkisinin bir faktör (işçilik saati gibi) ile gösterildiği bir ürün indenksi yapılmalıdır. Maliyet bundan sonra bu ağırlıklı indekse göre karşılaştırılacaktır. Hesaplanan regresyon katsayısı üretim miktarı ile maliyet arasındaki ilişkiyi bulmak için bozulamaz. Fakat geçmişte ürünler doğrusal bağıntılı olduğundan gelecekte de doğrusal bağıntılı olması beklenebilir, bu nedenle üretim miktarının maliyeti hakkındaki bilgi yeterlidir.

Maliyetin gider yerlerine dağıtılmasına bir itiraz şudur: dağıtımın doğru yapıldığından emin olunamaz. Bununla birlikte çoklu doğrusal bağıntıyı etkisiz bırakmak için bazı dağıtımların yapılması gereklidir. Bu nedenle istatistik yöntemi kullanmak muhasebecinin subjektif yargısının etkisi altındadır, gerçekte ona dayanmaktadır.

Maliyetin gider yerlerine göre analizinde bir sınırda şudur: gider yerleri arasında gider yabancılıkları gözönünde tutulmamış olur. Örneğin öğütme departmanının dolaysız olarak yüklenebilecek giderleri öteki departmanların fonksiyonu olabilir. Özel bir gider yerinin dışında faaliyetlerin varlığı ve bu faaliyetlerin önemli olması gider yeri regresyonuna bağımsız bir değişkenin dahil edil-

mesi tahmini kolaylaştırır. Toplam üretim indeksi yani toplam satışlarda toplam dolaysız işçilik saati böyle bir değişkendir veya bir maliyet elemanı iki gider yeri arasında bölünmüşse bu gider yerinin üretimi bağımsız değişken olarak öteki gider yerlerinin regresyonuna dahil edilebilir. Bu gider yerleri arası elemanın varlığı ve bu elemanın etkisi katsayının standart hatası ile ortaya çıkarılabilir.

Faaliyet düzeyi değişen bazı tür giderler belirli gider yerlerine yüklenemez, çünkü anlamlı dağıtımlar yapmak olanağı yoktur veya defter tutma ile ilgili sorunlar ortaya çıkar. Bu durumda bu giderlerin tek tek regresyon analizinin yapılmasının gereği ortaya çıkar. Örneğin elektrik gideri makine saati ile değişmesine karşın gider yerlerine ayrılması zordur. Bir regresyon aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$(3) E = b_0 + b_1M + b_2S_1 + b_3S_2 + b_4S_3$$

burada

E = Elektrik gideri

M = fabrikada toplam makina saati

S = mevsimlik etkisiz (aslında sabit) değişkenler

S<sub>1</sub> = yaz için 1, öteki mevsimler için 0

S<sub>2</sub> = ilkbahar için 1, öteki mevsimler için 0

S<sub>3</sub> = kış için 1, öteki mevsimler için 0 ise

b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub> ve b<sub>4</sub> hesaplanan sabit sayılardır. Regresyon tam olarak tanımlanmışsa elektrik kullanılmasını gerektiren bütün faktörler (mevsimler gibi) M'nin regresyon katsayısı, her makina saati için elektriğin ortalama marjinal maliyetinin tahmini olan b'nin bulunması gerekir. Bu gider öteki giderlere (Materyel ve işçilik gibi) eklenerek belirli bir ürünün marjinal maliyeti tahmin edilir.

Bazı faaliyetler için fiziki birimler, örneğin işçilik saati maliyet yerine bağlı değişken olarak kullanılabilir. Birçok faaliyetin maliyetinin bu fiziki birimlerin fonksiyonu olduğu yerlerde ve faktör fiyatlarının değişmesinin beklendiği yerlerde bu prosedüre gerek duyulur. Böylece bir mal gönderme departmanında çalışma saatleri gönderilen malların ağırlığı, kamyonla gönderilen birimlerin yüzdesi, her satıştaki ortalama ağırlık ve öteki bağımsız değiş-



kenlerle ilişkisi aranır. Böylece tahmini katsayılarla işçilik saatleri çeşitli durumlarda tahmin edilebilir. Daha sonra bu saatlerin cari işçilik ücreti ile maliyeti bulunabilir.

## **7. Belirsiz Faktörlerin (Hata Terimlerinin) Dağılımı**

### **a) Hata terimlerinin dizesel korelasyonu**

En küçük karelerin katsayıları ve yapılan tahminlerin güvenilirliklerini etkileyen en önemli koşul belirsiz faktörlerin seri olarak korelasyonlarının yapılmamış olmasıdır. Zaman serileri için (bu seriler içinde gözlemler birbirini takip eden zaman sürelerinde yapılır) bunun anlamı t periyodunda ortaya çıkan belirsiz faktör için daha önceki periyodlar t-1, t-2 de ortaya çıkan belirsiz faktörlerden bağımsızdır. Belirsiz faktörlerin seri halinde korelasyonunun sonucu olarak 1) regresyon katsayılarının (b'ler) standart hataları gerçeğin oldukça altında tahmin edilecek, 2) katsayıların örnekleme değişimleri çok geniş olacak, 3) regresyon eşitliği ile yapılan maliyet tahminleri en küçük kareler yoluyla yapılan tahminden oldukça değişik olacaktır. Böylece gerçek marjinal maliyet ve toplam maliyetlere ait ihtimalleri regresyondan hesaplanmış bir sınır içinde ölçen testler geçerli değildir.

### **b) Açıklayıcı değişkenlerden bağımsızlık**

Belirlenemeyecek giderleri etkileyen faktörleri yansıtan belirsiz faktörler bağımsız değişkenlerle ( $X_1, X_2, \dots, X_4$ ) ilişkisi kurulamaz. Belirlenemeyen faktörler bağımsız değişkenlerle ilişkisi kurulacak olursa katsayılar bir yana saptırılmış olacak ve gerçek değerlerin birbirine uymayan tahminleri ortaya çıkacaktır. Böyle bir ilişki çoğu kez defter tutma prosedürünün sonucudur. Örneğin bir makina parkında teçhizatın tamiri miktarla belirtilmesi mümkün olmadığından belirsiz kalan gider doğuran bir faaliyettir. Bununla birlikte bu tamirle üretimin düşük ve bundan faydalanılarak makinelerin servis için dışarı götürülebildiği zamanlarda yapılabilir. Böylece tamirat giderlerinin üretimle tersine ilişkili olduğu söylenebilir. Bu giderler öteki giderlerden ayrılamazsa üretim miktarının tahmini katsayısının düşük bulunmasına yol açacak ve bu nedenle de maliyet üretim miktarı ile değişebilirliğin gerçek sınırı gizlenmiş olacaktır.

### **c) Hata terimlerinin varyansı**

En küçük kareler ile ilgili temel varsayım belirsiz faktörlerin varyansının sabit olduğudur. Belirsiz faktör bağı veya bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olmamalıdır. Belirsiz faktörün varyansı sabit değilse tahmin edilen katsayıların standart hatası doğru yapılmamıştır ve katsayıların güvenilirliği tespit edilemez.

Tahmin edilen ilişki yalnız bir bağımsız değişken (üretim miktarı) ve bağıli değişken (maliyet) arasında ise belirsiz değişkenlerin sabit olmayan varyanslarının varlığı bağımsız ve bağıli değişkenlerin karşılaştırılması ile ortaya çıkarılabilir. Birden fazla bağımsız değişkene gerek varsa bu gözlemler kolaylıkla yapılabilir. Bu durumda muhasebeci varyansın yapısını ve öteki bilgilerden tahmin etmeye çalışmalı ve verimin sabit varyansı haline dönüştürüldüğü bir duruma getirmelidir. Muhasebeci belirsiz faktörlerin öteki değişkenlerle ilgisi olup olmadığına da karar vermelidir. Böyle yapılsa değişkenlerin logaritmalarının alınması gerekebilir. Logaritma almanın yararı bağımsız değişkenlerle artanların (belirsiz değişkenlerin tahmini) bir grafik üstünde gösterilmesi ile denenebilir.

### **d) Hata terimlerinin normal dağılımı**

Geleneksel istatistiki testlerle regresyon katsayıları ve eşitliklerin test edilmeleri geçerli bir işlemdir, bu test sonucuna göre belirsiz değişkenlerin normal dağılımı gereklidir. Normallüğün teste tabi tutulmasında artanlar normal ihtimal grafiğine çizilebilir veya hazır regresyon programları kullanılabilir. 7'nci koşulun muhasebe sistemine etkisi olmamasına karşın değişkenlerin belirlendiği bir şeklin ortaya çıkmasına yardım eder. Bu noktalar bundan sonraki bölümde tartışılmıştır.

### **Regresyon Eşitliğinin Fonksiyonel Şekil**

Regresyon Eşitliğinin Fonksiyonel şekli yerine doğrudan tanımlanması üzerinde durduk. Bununla birlikte değişkenlerin şekli temel veriye uygun olmalı ve artan yukarıdaki 7'nci koşula göre dağıtılmalıdır.

İlk seçilen şekil mevcut olduğu düşünülen ilişkiye uygun olmalıdır. Gönderme departmanının maliyeti olan c'nin analiz edildiğini düşünelim. Maliyet gönderilen malların ağırlığının yüzdesi

(T) ve her satıftaki ortalama ağırlık (A) nın fonksiyonu olabilir. Muhasebeci maliyetteki değışikliklerin herbir bağımsız değışken-  
deki değışikliğin sonucu olduğuna inanıyorsa ve başka bir bağımsız değışkenin miktarından etkilenmediğine inanıyorsa aşığıdaki doğrusal formül kullanılabilir.

$$C = a + bP + cT + dA$$

Bu şekilde gönderilen malların ağırlığındaki bir birimlik değışmenin tahmini marjinal maliyeti (P)

$$\partial C / \partial P \text{ veya } b \text{ 'dir.}$$

Bununla birlikte her bağımsız değışkenin marjinal maliyeti-  
nin öteki mağımsız değışkenlerin düzeyini fonksiyonu olduğuna inanılıyorsa aşığıdaki formül daha uygundur:

$$C = aP^bT^cA^d$$

Bu durumda değışkeni logaritmaya çevirerek doğrusal bir şekil bulunabilir.

$$\log C = \log a + b \log P + c \log T + d \log A$$

Şimdi gönderilen malların ağırlığındaki bir birimlik değışme-  
nin beklenen marjinal maliyeti (P), yaklaşık olarak şöyle bulunur:

$$\partial C / \partial P = b a P^{b-1} T^c A^d$$

burada öteki bağımsız değışkenler bazı ortalama değerlerle sabit tutulmuştur (harflerin üstündeki çizgiler bu ortalama değerleri işaret eder). Böylece P'nin tahmini marjinal maliyeti öteki değışkenlerin düzeylerinin fonksiyonudur denebilir.

Değışkenlerin ligaritmalarının alınması maliyet ile bağımsız değışkenler arasında doğrusal olmayan ilişkinin tahminine yardım eder. İlişkilerin şekli bağılı değışkenin bağımsız değışkene göre durumunun grafik ile gösterilmesiyle ortaya çıkar. (Birden çok bağımsız değışken varsa bunlardan en önemlisi seçilmelidir. Fakat bizim örneğimizde iki buutlu grafik yeterli bilgi verir). Ortaya çıkan şekil doğrusal değilse ve eldeki verilere uygunsa logaritma kullanılmasının etkisi verilerin yarı logaritmik ve tam logaritmik kâğıt üzerinde gösterilmesiyle ortaya çıkar.

Logaritmalar alındıktan sonra dahi veri eğri biçiminde ortaya çıkıyorsa veya çarpımsal yerine toplamsal biçimde ise değışkenler arasındaki ilişki bir polinomla gösterilebilir. Böylece maliyet

(C) ile üretim miktarı (Q) arasındaki toplamsal ilişkide formül  $C = a + bQ + cQ^2 + cQ^3$  olacaktır, Eğer ilişki bir çarpım şeklinde ise formül  $\log C = \log a + \log Q + (\log Q)^2$  olacaktır. Her iki formül de iki kırıklı geniş bir eğri topluluğu verir.

Değişkenlerin şeklini seçmede artanın ve belirsiz faktörlerin tahmininin etkisine dikkat etmelidir. Artanların tahmin varyansı sabit değilse, bir seri korelasyonu gerektiremeyecekse ve yaklaşık olarak normal dağılıyorsa (koşul 5) katsayı tahminlerinin güvenilirliği az olacaktır. Bu koşulların yerine getirilip getirilmediğini belirlemede grafik çizilmesi faydalı bir yöntemdir. (Sözü edilen grafikler genellikle bilgisayarlar yardımıyla çizilir). Üç grafik önerilebilir. Birincisi artanların zaman içinde kendilerine ait yere konulmalıdır. Hiçbiri dönem veya devrelere ait dalgalanma gösterilmeksizin tesadüfi dağılmış olarak görülmelidir. İkincisi, artanlar bağlı değişkenin tahmini değeri ile karşılaştırılarak yerine konulmalıdır. Sıfır doğrusu etrafında mümkün olduğu kadar çok eksi veya artı artanlar dağılmış olmalıdır, bu değerlerin artanlarının varyansı tahmini bağımlı değişkenin herhangi bir değeri için aynı olmalıdır. Son olarak artanlar normalliğin test edilmesi için normal ihtimal kâğıdı üzerinde işaret edilmelidir.

Grafikler artanların en küçük karelerin gerektirdiği koşullar taşımadığı görülürse veri değiştirilmelidir. Artanların seri halinde korelasyonu bir sorun ise değişkenlerin değiştirilmesi bu sorunun çözümüne yardım edebilir. Genel kabul görmüş bu yöntem ilk olarak farkların hesaplanmasıdır, burada t, t-1, t-2, t-3 gibi dönemlerdeki gözlemler t-(t-1), (t-1) - (t-2), (t-2) - (t-3)lerle yer değiştirir ve bu böyle sürer. Birinci farklı veri ile üretim miktarındaki değişikliğin maliyetteki değişikliğe etkisi araştırılıyorsa bu prosedür verilerin sunulmasına ilişkin öteki yöntemlere üstün olabilir. Bununla birlikte birincisi farklı verinin artanları da seri korelasyona tabi tutulmalıdır, çünkü birinci farkların alınması eksi seri korelasyonların çıkmasına yol açar.

Artanların sabit olmayan varyansı bir sorun ise artanlar tahmin edilen bağımlı değişkenlerle birlikte artma ve eksilmeyi artırabilir. Bu durumda bağımlı değişkenin logaritmaya dönüştürülmesi sabit bir varyansın bulunmasında etkili olacaktır. Artanlar bağımlılık derecesinden daha fazla artacak olursa bağımlı değişkenin karekökü iyi bir dönüştürme yolu olabilir.

## BİR ÖRNEK

Bir işletmenin çeşitli departmanların yardımı ile alet ve çeşitli başka mamuller yaptığını varsayalım. Montaj departmanının maliyetinin analizinden bir örnek olarak yararlanabiliriz. Bu departmanda alet ve edavat yapılmaktadır. Aletler partiler halinde edavat ise tek olarak monte edilmektedir. Maliyet ve üretimle ilgili haftalık gözlemler alınmakta ve delikli kartlara geçirilmektedir. Bir grafik hazırlanır ve bu grafikte ortaya çıkan doğrusal ilişkiler gösterilebilir. Bundan başka aletlerin üretim giderleri edavatın üretiminin veya öteki değişkenlerin fonksiyonu olarak görülemez. Bu nedenle aşağıdaki regresyon hesaplanır.

$$(7) \quad C = 110.3 + 8.21N - 7.83B + 12.32D + 2355 + 523W - 136A$$

(40,8)    (0,53)    (1,69)    (2,10)    (100)    (204)    (154)

bu formülde

C = beklenen maliyet

N = alet sayısı

B = her partideki ortalama alet sayısı

D = edavat sayısı

S = yaz hayali değişkeni burada yaz için S=1, öteki mevsimler için 0

W = kış hayali değişkeni, burada kış için W=1, öteki mevsimler için 0

A = sonbahar hayali değişkeni burada sonbahar için A=1, öteki mevsimler için 0 verilmiştir.

$$R^2 = 0.892 \text{ (çoklu belirleyicinin katsayısı)}$$

Tahminin standart hatası = 420.83, Bu bağlı değişken maliyetin % 5'idir.

Gözlem sayısı = 156.

Parantez içindeki rakamlar katsayıların standart hatalarıdır. Bu sonuçlar fiyat ve üretim miktarı ile ilgili kararlarda, etkinliğin analizinde ve sermaye bütçelerinde kullanılabilir.

Fiyat ve üretim miktarı ile ilgili kararlarda, ek bir alet üretildiğinde ortalama marjinal maliyeti tahmin etmek isteyebiliriz. Regresyondan tahmini ortalama marjinal maliyeti  $aC/aN$ 'yi 8.21 olarak buluruz, bu hesaplamada maliyeti etkileyen öteki faktörler

hesaba katılmıştır. Bulunan katsayının standart hatasının 0.53 olması 0.67 ihtimalinin «gerçek» marjinal maliyetinin 7.68 ve 8,74 arasında olmasını (8.21 + 0.53) ve 0.95 ihtimal 7.5 ve 9.27 arasında (8.21 + 1.06) olmasını gerektirir.

Regresyon değişir bütçede ve başarı analizinde kullanılabilir. Örneğin belirli bir hafta için aşağıdaki üretimin yapıldığını varsayalım:

$$W = 532$$

$$B = 20$$

$$D = 321$$

$$S = \text{yaz} = 1$$

Bu hafta geçmiş haftalarda alınmış sonuçların bir ortalaması ise toplam giderin aşağıdaki kadar olacağını söyleyebiliriz:

$$100.3 + 8.21(532) - 7.83(20) + 12.32(321) + 235.3(1) = 8511.14$$

Gerçekleşen giderler bu beklenen miktarlarla karşılaştırılır. Kuşkusuz gerçek miktarın tahmin edilen miktara eşit olmasını bekliyamayız, çünkü regresyon eşitliğinde bütün gider yaratan değişkenleri gösteremeyiz. Bununla birlikte gerçek giderlerin beklenen giderlere yakın bir sınır içinde tahmin edilmesi mümkündür. Bu sınır, tahminlerin standart hatası ile regresyon eğrisinin yükseklik ve eğitimi ile ortaya çıkan belirsizlikle ilgili bir seri tarafından hesaplanabilir. Bu hesaplamalar aynı zamanda belirli bir haftada yapıldığı bildirilen üretim ve regresyonun hesaplandığı üretim ortalaması arasındaki farkı yansıtır. Bildirilen üretim miktarı ile ortalama üretim arasındaki fark büyük ise regresyon eşitliğindeki tahminlere daha az güvenebiliriz. Bu örnek için verilen bağımsız değişken değerlerin tahminlerindeki ayarlanmış standart hata 592.61'dir. Böylece 0.67 ihtimalle gerçek giderlerin 2918.53 ile 9103.75 (8511,14 ± 592.61) arasında ve 0.95 ihtimalle 9696.36 ile 7325.92 (8511,14 ± 2592.61) arasında olacaktır. Bu rakamlara göre yönetim beklenmeyen ve gerçek üretim giderlerinin ne kadar geçmiş tecrübelerle uyduğuna karar verir.

İşletme mevcut alet montaj işlemlerinde kullanılan makineyi yeni bir makine ile değiştirmek istiyorsa regresyon sonuçları genellikle yatırım bütçeleri için de faydalı olabilir. Yeni makinenin sa-

tın alınması ile ortaya çıkacak nakit akışı eski makinenin elde tutulması ile ortaya çıkacak nakit akışı ile karşılaştırılır. Bu beklenen nakit akışı beklenen üretim miktarını regresyon eşitliğine sokmakla ve beklenen giderleri tahmin etmekle tahmin edilebilir. Bu tahminler regresyonun hesaplanmasında kullanılan veri sınır dışında kalıyorsa istatistiki bakımdan güvenilir değildir, bu veriler sağlanabiliyorsa tahminler de en iyi tahminler olabilecektir.

## SONUÇ

Bu makalede regresyon analizinin sadece değerli bir alet oluşu üzerinde değil aynı zamanda ucuz ve bilgisayarlarla hesaplanmasının kolay bir alet oluşu üzerinde durulmuştur. Okuyanlar son nokta dışında ileri sürülen görüşleri kabul edebilirler. Sözü edilen son nokta teknik sorunlar ve defter tutma ile ilgili sorunlardır. Hazır bilgisayar programları hesaplamalarda çok büyük kolaylıklar sağlar. Fakat dikkat edilecek bir nokta vardır: bilgisayara hesaplamak için verilen rakamlar doğru olmalıdır, aksi halde bulunan sonuç güvenilir bir sonuç olmaz.

Maliyet gideri gerektiren bir çok faktör vardır. ve bunların etkileri açık olarak görülmeyebilir, bu etkiler regresyon analizi ile ortaya çıkarılabilir. Fakat bunun bütün sorunları çözen bir alet olmadığı da hatırlanmalıdır. Maliyet ile maliyetin dayandığı değişkenler arasında sabit bir ilişkinin olmadığı durumlarda bu yöntem kullanılmamalıdır. Gerekli koşullar mevcutsa çoklu regresyon gerekli karar sorunlarını çözmede değerli bilgiler sağlayabilir. Sözü edilen bilgiler muhasebecilerin şimdi benimsedikleri ekonomik modellere yeni bir hayat getirebilir.