

**DEMİNG REGRESYONU VE TÜRETİLMİŞ
VERİLERDE UYGULANMASI**
Kürşad Nuri BAYDİLİ
Yüksek Lisans Tezi
Ana Bilim Dalı: Uygulamalı İstatistik
Danışman: Doç. Dr. Sinan ÇALIK
AĞUSTOS-2015

**TC
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DEMİNG REGRESYONU VE TÜRETİLMİŞ VERİLERDE UYGULANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Kürşad Nuri BAYDİLİ
(122133103)

Ana Bilim Dalı: Uygulamalı İstatistik
Program: İstatistik

Danışman: Doç. Dr. Sinan ÇALIK

AĞUSTOS-2015

TC
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEMİNG REGRESYONU VE TÜRETİLMİŞ VERİLERDE UYGULANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
(122133103)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12 Ağustos 2015

Tezin Savunulduğu Tarih : 27 Ağustos 2015

Tez Danışmanı : Doç. Dr. SİNAN ÇALIK (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Cemil ÇOLAK (İ.Ü)

Yrd. Doç. Dr. Nurhan HALİSDEMİR (F.Ü)

Ağustos -2015

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım boyunca benden desteklerini esirgemeyen, her konuda yanımda olan başta danışmanım Doç. Dr. Sinan ÇALIK'a ve diğer tüm bölüm hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kürşad Nuri BAYDİLİ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLolar LİSTESİ	VII
KISALTMALAR LİSTESİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. REGRESYON ANALİZİ VE DEMING REGRESYON ANALİZİ YÖNTEMİ	3
2.1. Regresyon	3
2.1.1. Regresyon Analizi	3
2.1.2. Regresyon Doğrusu ve Regresyon Denklemi	4
2.2. Tip I Regresyon Türleri	5
2.2.1. En Küçük Kareler Regresyon Tekniği.....	5
2.2.2. Sağlam Regresyon Tekniği	7
2.2.3. Bulanık Regresyon Tekniği	8
2.3. Tip II Regresyon Teknikleri.....	8
2.3.1. En Küçük Kareler Açığortay Tekniği.....	9
2.3.2. Bulanık En Küçük Kareler Açığortay Tekniği	9
2.3.3. Sağlam Bulanık En Küçük Kareler Açığortay Tekniği	9
2.4.1. Prof. Dr. William Edwards Deming'in Bilimsel Hayatı.....	10
2.4.2. Prof. Dr. William Edwards Deming'in 14 İlkesi	11
2.5. Deming Regresyonu	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Verilerin Elde Edilmesi	13
3.2. Verilerin Analizi.....	13
4. BULGULAR	14
5. SONUÇ ve TARTIŞMA	22
KAYNAKLAR	24

ÖZET

Basit tanımıyla regresyon: Aralarında ilişki olduğu bilinen iki değişkenin ilişkilerinin boyutlarını ortaya çıkarmaya yarayan istatistik yöntemidir. İstatistikte kullanılan diğer birçok yöntemde bağımlı ya da bağımsız iki değişken arasındaki ilişkinin varlığı incelenirken. Regresyon analizinde ilişkinin matematiksel yorumlaması yapılarak regresyon denklemi denilen ve bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni etkileme oranını gözler önüne seren bir denklem kurulabilmektedir. Kurulan bu denklem sayesinde; maliyetli denemeler yerine denklem üzerinde sayıların değerleri değiştirilerek uygulamaya gerek kalmaksızın ortaya çıkacak sonuçlar tahmin edilebilmektedir. Günümüzde özellikle tıp sektöründe ilaç dozları; hastaların gerekli değerleri bilindikten sonra Regresyon analizinden yararlanılarak yapılmaktadır.

Regresyon analizi birçok farklı alt yöntemlerle yapılabilmektedir. Bu alt yöntemlerden en çok kullanılan ise En Küçük Kareler yöntemidir. En Küçük Kareler yöntemi; ölçülen değerlerin belli olduğu durumlarda bağımlı değişkene ait ortalama değerleri tahmin etmekte kullanılır. Ölçüm değerlerinin hatasız olduğu varsayılır ve tüm işlemler bu varsayıma göre devam ettirilir. İstatistikte ölçümde hatanın olmadığı varsayımının kabul edildiği tekniklerine Tip I Regresyon Türleri denilmektedir. Tip I Regresyon Türleri'nin yanı sıra bir de ölçümde hatanın olabilme olasılığı vardır ve bu durumlarda kullanılacak en iyi regresyon tekniğinin Deming Regresyonu olduğu söylenebilir. Deming Regresyonu; bağımsız değişkenlerin elde edilmesi aşamasında gerçekleşen ölçümlerdeki hataları da göz önünde bulundurarak en iyi tahminleyici denklemi elde etmeyi hedeflemektedir.

Bu çalışmada; normal dağılıma uygunluk gösteren 72 adet X ve Y değerleri tesadüfi olarak üretilmiş ve bağımsız değişken X'e ait değerler ile Bağımlı değişken Y'ye ait değerler arasındaki ilişki Deming Regresyon Tekniği ile incelenmiştir. İşlemler sonucunda diğer birçok regresyon tekniğinde de tespit edilebilen Y değişkenine ait hataların yanı sıra ölçüm değerleri olan X değişkenine ait hatalar da tespit edilerek modelde sonucu etkileyebilecek tüm unsurlar göz önünde bulundurulmuştur. Deming Regresyon Tekniği, bağımlı değişkenlerdeki hataları hesaplamının yanı sıra bağımsız değişkenlerdeki ölçüm hatalarını hesaplayarak daha iyi, daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Deming, Regresyon, İlişki, Modelleme

ABSTRACT

DEMING REGRESSION AND ITS APPLICATION ON THE DERIVED DATA

Regression with the simplest definition: It is a statistical method supposed to reveal the dimensions of two variables known to have a relationship between themselves. While the existence of the relation between either dependent or independent two variables is being reviewed with many other methods used in the statistics, an equation could be established by a mathematical interpretation of the relationship made in the Regression Analysis which reveals the affecting ratio of the independent variable on the dependent variable, called a Regression Equation. The results to be revealed can be estimated thanks to this equation without the need of any application, just by changing the value of numbers of the equation, instead of costly trials. Today, once the necessary values of the patients are known, especially the drug doses in the medical sector are being determined by making use of the Regression Analysis.

The Regression analysis can be made by several different sub-methods. One of the most commonly used sub-methods is the Least Squares method. The Least Squares method is being used to estimate the average values of the dependent variable in cases where the measured values are evident. The measured values are assumed to be correct and the whole process are being continued based on this assumption. The regression techniques where the assumption that there is no any error in the statistical measurement is being accepted, are called Type I Regression Types. Beside the Type I regression types where there is a probability of measurement errors, there is also a best regression technique that can be used in such cases and it can be said that it is the Deming Regression. The Deming Regression is aiming at achieving the best predictive equation by taking into consideration the measurement errors occurring in the phase of obtaining the independent variables.

In this study, 72 X and Y values, which conformed to the normal distribution, have been randomly generated and the relation between the values of the independent variable X and the values of the Dependent Y have been examined by the Deming Regression technique. As the outcome of the processes, beside the errors of Y variable that could be identified in many other regression techniques, the errors of X variable which have measurement values have been also identified and all elements that may influence the result in the model have been taken into consideration. The Deming Regression Technique, beside being able to calculate the errors of the dependent variables, it also calculates the

measurement errors in the independent variables and ensures better and more reliable results to be obtained.

Keywords: Deming, Regression, Relation, Modelling

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Regresyonun Denklemine ait genel gösterim.....	5
Şekil 2.2. Bulanık katsayı üyelik derecesi gösterimi.....	8

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Tesadüfi Olarak Üretilen X ve Y Değerleri.....	14
Tablo 4.2. Regresyon Denklemine Ait Hata ve Hata Kareleri Değerleri.....	15
Tablo 4.3. Y Değişkenine Ait Tahmin, Hata ve Hata Kareleri Değerleri.....	16
Tablo 2.4. X Değişkenine Ait Hata ve Hata Kareleri Değerleri.....	20

KISALTMALAR LİSTESİ

EKK	: En Küçük Kareler
HKT	: Hata kareleri toplamını
JUSE	: Japon Mühendisleri ve Bilim Adamları Birliği
ORT	: Ortalama
USDA	: Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Sabit Azot Araştırmaları Laboratuvarı

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun kazanımlarını, yaşadıklarından ve yaşattıklarından çıkardığı dersleri en kısa yoldan anlatan sözcük “tecrübe”dir. Tecrübe yaşayarak, mutlu, mutsuz günler geçirerek, yaşayarak ve yaşatarak yani bir diğer deyişle deneme yanılma yöntemiyle elde edilir. Ancak kimi konularda yaşamadan öğrenmek, zaman ve iş kaybı olmadan kavrayabilmek gerekmektedir. Bunun için de genel tecrübelerden, yani bilimden faydalanmak en doğrusu olacaktır. Sobanın yaktığını sadece eli değen çocuklar mı bilmeli? Ya da sobanın yaktığını öğrenmek için illa insanın eli mi yanmalı? Tabi ki hayır. Bu ve bunun gibi birçok konuda deneme yanılma yönteminin yanı sıra güvenilir bir yol daha vardır bu da bilim dediğimiz insanların dünyaya geldiğinden bugüne kadar geçen sürede yapılan araştırmalar, edinilen tecrübelerin toplamıdır. Bilimin her alanının insanlara ayrı katkısı vardır. İstatistik bilimi ise insanlara geleceğe dair tahminler yapmayı, deneme yanılma yoluyla zaman ve iş kaybı yaşamadan sadece sayılar üzerinden olabilecekleri göstermeyi hedeflemektedir. Geleceğe dair kesin tahminler yapmak muhakkak ki imkansızdır ve hiçbir insanın elinde böyle bir yetenek yoktur. Ancak gelecekle ilgili; bugün X kadar ciro yaparsam Y kadar kârım olur demek mümkündür. İstatistikte bu işlemlere Zaman Serisi denilmekte ve en çok kullanılan zaman serisi türü regresyon analizi olarak bilinmektedir. Regresyon analizi; klinik araştırmalarından üretim sistemlerine kadar birçok alanda kullanılabilir bir yöntemdir. Bir hastaya verilecek olan ilaç dozunu ayarlarken de bir tuğla yapımında eklenecek su miktarını belirlerken de bu yöntem kullanılabilir. Regresyon analizini daha iyi anlatabilmek için örnek verilmesi gerekirse; 20 kişilik bir sınıfta öğrencilerin matematik dersinden aldıkları sınav notlarının istatistik dersinden aldığı sınav notlarını etkilediği tespit edilmiş olsun, 15 kişinin matematik ve istatistik notları bilindiğini ve geriye kalan 5 kişinin notlarını tahmin edilmesi istendiği durumda regresyon analizi kullanılabilir. Aynı sınıftaki öğrencilerin “matematikten şu notu alsaydım istatistikten kaç alırdım ?” sorusuna cevap vermek için de bu yöntem kullanılabilir. “Matematikten vizede şu notu aldım finalde bu notu alsam istatistik dersinden kaç alabilirim?” sorusunun cevabı için de bu yöntem kullanılabilir. Ya da “hastaya A ilacından X doz verdim ve kan sayımında B değeri Y kadar etkilendi, B değerini Z kadar etkilemek için X doz yerine kaç doz vermeliyim? Sorusunun cevabı için de bu yöntem kullanılabilir.

Hayatın hemen hemen her alanında uygulanabilen bu analiz türünün farklı yöntemlerinden biri olan Deming Regresyonu ise sadece sonucu tahmin etmekle kalmayıp

ölçülen değerlerde ölçüm hatası olup olmadığını da tespit ederek en net sonucu vermeyi amaçlamıştır. Yapılan bu çalışmada; Profesör William Edward Deming'in tahminleme teoirisi de denilen Deming Regresyon Yöntemi ele alınmıştır.

2. REGRESYON ANALİZİ VE DEMING REGRESYON ANALİZİ YÖNTEMİ

2.1. Regresyon

Dilimize diğer dillerden girmiş olan “regresyon” kelimesinin birden çok anlamı mevcuttur. Bu anlamlar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

Regresyon (Fransızca régression): Diğer bir olayın belirli bir büyüklüğüne karşılık bulan bir olayın yaklaşık büyüklüğünü bulma amacını güden işlem.

Regresyon (İngilizce regression):

1. Y değişkeninin X bağımsız değişkenine matematiksel bir ifadeyle bağımlı olması.
2. Hastalık belirtilerinin gerilemesi, belirtilerin yatışması.
3. Gerileme; bir organın yapı ve görev bakımından gerilemesi.
4. Hastalık veya yangı belirtilerinin gerilemesi, belirtilerin yatışması (1).

Regresyon kelimesi ilk tanımlarından da anlaşılacağı üzere genel olarak İstatistiksel bir terim olarak kullanılmaktadır.

Regresyon (bağlanım) sözcüğü ilk anlamı ile bir olayı başka bir olaya bağlama işi ve bağlama biçimidir. Regresyon terimi bilimsel olarak ise bir değişken ile bir veya daha çok değişken arasındaki ilişkinin kurulması işi ve biçimini ifade etmektedir (2).

2.1.1. Regresyon Analizi

Regresyon istatistiksel bir yöntem ve analiz türüdür. Regresyon yönteminin kullanıldığı analizler regresyon analizi olarak adlandırılmaktadır.

İstatistikte tahmin uygulamalarının çoğunda değişkenler arasındaki ilişkinin tespit edilmesinin yanı sıra modellenmesi de gerekmektedir. Elde edilen bu model matematiksel bir eşitlikten ibarettir ve bu eşitlik sayesinde bağımlı değişkene (Y’ye) ait gelecekteki değerler tahmin edilebilir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlayan en iyi modelin tespit edilmesi işinde kullanılan istatistiksel teknik “regresyon analizi” yöntemidir (3).

Regresyon analizi kısaca, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin matematiksel eşitlikle ifade edilmesidir. Başka bir ifadeyle regresyon analizi; aralarında istatistiksel olarak önemli kabul edilebilecek düzeyde bir korelasyon bulunan X_i ve Y_i

değişkenlerinin birbirine bağlı olarak gösterdikleri değişimleri izah eden matematiksel denklemdir (3).

İstatistiksel bir ilişkinin varlığından söz edilebilmesi için bağımlı olan değişkenin (Y'nin) bağımsız olan değişken ile (X ile) matematiksel bir şekilde değişim göstermesi gerekmektedir. Yani X ve Y değişkenleri arasındaki ilişki incelenirken (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) , ... (X_n, Y_n) noktalarının birleşimi doğrusal veya eğrisel bir fonksiyon ile ifade edilebilmesi gerekmektedir. Bunların yanı sıra; Bağımsız değişken X'in bağımlı değişken Y'den etkilenmesi gerekmektedir (4).

Regresyon analizi; bağımlı ve bağımsız değişkenlerin arasındaki var olan ilişkinin modellenmesinde kullanılan istatistiksel bir yöntemdir (5).

Regresyon analizi, bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenlere ait veri kümesinden yararlanarak bağımlı değişkene ait ortalama değerini tahmin etmekte kullanılır. Ayrıca modeldeki bağımsız değişken ya da değişkenlerin bağımlı değişken ya da değişkenler üzerinde beklenen düzeyde etkiye sahip olup olmadığını test etmek için de uygulanmaktadır. Bunların yanı sıra, bağımsız değişkenlerin gelecekte aldığı ya da alabileceği değerlere göre bağımlı değişkenlerin gelecekte alabileceği değerleri tahmin edebilmek amacıyla da uygulanabilmektedir (4).

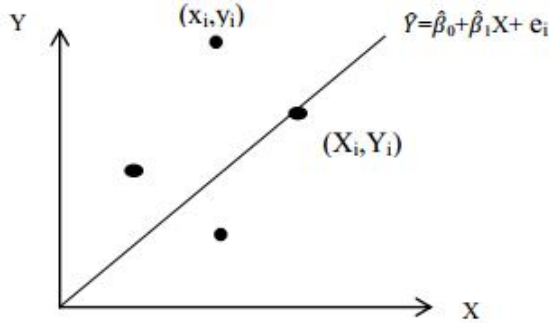
Regresyon analizi ilk olarak astronomi alanında kullanılmıştır. Legendre ve Gauss isimli bilim insanları gezegenlerin yörüngelerini belirleyebilmek için EKK olarak bilinen tekniği oluşturmuşlardır. Gezegenlerin yörüngeleri ile ilgili değişkenler için bir regresyon modeli geliştirmişlerdir (6).

2.1.2. Regresyon Doğrusu ve Regresyon Denklemi

Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında istatistiksel olarak belirgin bir ilişki olduğunda, değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlamak için; dağılım grafiğindeki noktalar arasından geçen uygun bir doğru yeterli olacaktır. Değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlayan bu doğruya regresyon doğrusu denir ve bu doğru matematiksel bir denklem ile gösterilebilir. Bu denkleme ise regresyon denklemi ya da regresyon eşitliği denir (7).

Değişkenler arasındaki ilişki matematiksel bir denklem ile ifade edilebiliyorsa, bağımsız değişken değerleri (X_i) yardımıyla bağımlı değişken değerleri (Y_i) tahmin edilebilir. Regresyon analizinde amaç, bir serpilme diyagramındaki noktalara en yakın yerlerden geçen doğrunun matematiksel bir denklem ile ifade etmektir.

Bu doğruya regresyon doğrusu denir. Bu doğruya ait denkleme ise regresyon denklemi ya da ilişki eşitliği denmektedir (3).



Şekil 2.1. Regresyonun Denklemine ait genel gösterim (5).

2.2. Tip I Regresyon Türleri

Bilimin hemen hemen her alanında kullanılan regresyon analizi, bağımlı değişkenin bağımsız değişken ya da değişkenlerle arasındaki ilişkiyi modellemeyen ve bağımlı değişkenin bağımsız değişkenlere göre değişimini matematiksel bir denklem ile gözler önüne seren önemli bir istatistiksel yöntemdir. EKK tekniği; yaygın olarak kullanılan bir tekniktir ancak bu tekniğin uygulanabilmesi için de bazı gerekliliklerin sağlanması gerekmektedir. Bu gerekliliklerden ilki bağımsız değişkenlerin elde edilmesi aşamasında gerçekleşen ölçümde hatanın olmayışıdır. Bağımsız değişken ya da değişkenlerin ölçüm hatası içermediği varsayılan durumlardan uygulanan regresyon tekniklerine Tip I Regresyon tekniği denilmektedir. Bağımsız değişken ya da değişkenlerde ölçüm hatası olmayışı varsayımının sağlanamadığı durumlarda, bağımlı değişken ile bağımsız değişken ya da değişkenler arasındaki ilişkiyi modelleyebilmek için ise yeni teknikler geliştirilmektedir (8).

2.2.1. En Küçük Kareler Regresyon Tekniği

Basit regresyon analizinde amaç; $Y=A+BX$ denklemini oluşturmak ve bu denklem yardımıyla tahminleri yapmaktır. Başka bir deyişle; $Y=A+B.X$ denklemini oluşturduktan sonra örnekleme ait verilerle ana kütleyle ait değerleri tahmin etmede de kullanılmaktadır. Regresyon analizinin en önemli avantajlarından birisi; gerçek parametrelere ait güven aralığını tespit edilmesi ve hipotez testleri yapılabilmesine olanak sağlamasıdır.

Regresyon analizinin uygulama safhalarına göz atıldığında ise; öncelikli olarak yapılması gereken işlem A ve B sabitlerini bulmak olacaktır. A değeri fonksiyona ait doğrunun Y ekseninde kestiği noktayı B değeri ise doğrunun eğimini belirtmektedir. Bu değerleri bulabilmek için doğruya ait iki noktanın koordinatlarının bilinmesi yeterli olacaktır. İstatistiksel araştırmalarda ilişkiyi en iyi belirleyecek denklem en küçük kareler yöntemi kullanılarak tespit edilen denklemlerdir. Birden çok noktanın bir doğruya olan uzaklıklarını hesaplamak için değerler arasındaki farklılara bakmak yanıltıcı olabilecektir. Çünkü değerler arasında negatif sayılar da bulunabileceği ve uzaklığı negatif olamayacağı gerçeği göz önüne alındığında doğru olanın uzaklıklara ait değerlerin karesini almak olduğu görülmüştür. Bu yöntemde; düzlemdeki noktaların doğruya olan uzaklıkları kareleri en küçük değeri alacaktır.

Uygulamada amaç hatayı en aza indirmektir. Y değerine ait tahminleri hesaplamada kullanılan $Y=A+B.X$ denklemi X'in her değeri için yeni Y değerleri türetecektir.

$$Y_1=A+B.X_1$$

$$Y_2=A+B.X_2$$

$$Y_3=A+B.X_3$$

.....

$$Y_n=A+B.X_n$$

Örnek Denklemlerde de görüldüğü üzere; X bağımsız değişkeninin alabileceği her değer için Y bağımlı değişkeni farklı değerler alacaktır.

EKK'da amaç hatayı minimize etmektir. Tahmin denklemleri göz önüne alındığında ve X in ve dolayısıyla Y'nin de "n" kadar değer alabildiği varsayıldığında aşağıdaki denklemin minimum olması amaçlanmaktadır:

$$\Sigma ((Y_n - (A + B.X))^2$$

Bu denklemin minimum olabilmesi için de kısmi birinci türevlerin 0'a eşitlenmesi gerekmektedir. Kısmi birinci türevler alındıktan sonra durumda ise önümüze aşağıdaki iki denklem çıkmaktadır:

$$\Sigma Y_i = n.A + B. \Sigma X_i$$

$$\Sigma X_i. Y_i = A. \Sigma X_i + B. \Sigma X_i^2$$

Bu denklemlerden de A ve B sabitleri tespit edilerek genel tahmin denklemi olan

$Y_i = A + B.X_i$ denkleminde yerlerine yazılarak tahminler yapılabilir (9).

Karagöz En Küçük Kareler yönteminin varsayımlarını aşağıdaki gibi sıralamıştır (10):

- u bir rassal değişkendir
- u rassal değişkeninin beklenen değeri sıfırdır. $E(u_i)=0$.
- u rassal değişkeninin varyansı sabittir. $Var(u_i) = \sigma^2$ sabit.
- u rassal değişkeni normal dağılıma sahiptir. $u_i \sim N(0, \sigma^2)$.
- u rassal değişkeninin farklı terimleri arasındaki korelasyon sıfırdır. $Kov(u_i, u_j)=0$.

İstatistik biliminde büyük bir yeri olan En Küçük Kareler yöntemi ilk olarak Carl Friedrich Gauss tarafından 1795 yılında Alman matematikçi gündeme getirilmiştir. O yıllarda keşfedilen ve daha sonra bulunamayan Ceres asteroidinin tekrardan gözlemlenebilmesi için gerekli olan pozisyonu 1801 yılında hesaplamay başaran Gauss; Bu büyük başarısıyla çok büyük bir üne kavuşmuştur. İlk olarak 1809'da yayımladığı bu çalışma günümüzde hala daha kullanılabilirliğini korumaktadır (11).

2.2.2. Sağlam Regresyon Tekniği

Sağlam Regresyon Teknikleri'nin geçmişi incelendiğinde, temelleri 19. yüzyıla kadar dayanan köklü bir yapı ortaya çıkmaktadır. Sağlam Regresyon Teknikleri ile ilgili ilk çalışma Simon Newcomb tarafından gerçekleştirilmiştir. Ancak konuyla ilgili en popüler çıkış 1960'lı yılların sonlarında ve 1970'li yılların başlarında Peter Huber ve John Tukey isimli bilim adamları tarafından gerçekleştirilmiştir (12).

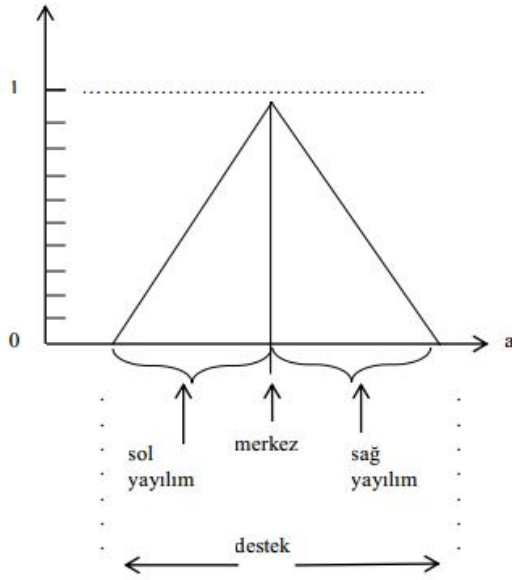
Veri kümelerinde aykırı değerlerin olduğu durumlarda çoklu doğrusal bağıntı problemiyle de karşılaşılırsa ortaya çıkan bu iki problemi ayrı ayrı çözmek yerine her iki problemi de eş zamanlı olarak çözümlenebilecek tekniklerle çalışmak işlemleri daha kolaylaştırabilecektir. Bu doğrultuda sağlam tahmin edicilerin temellerine dayanan yanlış regresyon tekniklerinin kullanılmasının daha doğru olduğu söylenebilir (13).

En Küçük Kareler tekniğinin kullanılabilmesi için gereken varsayımlar açısından oldukça hassastır. Bu bilgilerin gün yüzüne çıkmasıyla birlikte birçok istatistikçi varsayımların sağlanamaması durumuna önlem olarak Sağlam Regresyon'un önemine değinmiştir (14).

2.2.3. Bulanık Regresyon Tekniği

“Bulanık Regresyon Analizi, bulanık bir çevrede bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki fonksiyonun değerlendirilmesinde kullanılan Klasik Regresyon Analizi'nin bulanık bir türüdür” (15).

Bulanık kabul edilen ya da açık, net olmayan verilerle ekonomi, görüntü tanımlama, pazarlama ve yapay zeka gibi bir çok alanda karşılaşılabılır. Kesin olarak tanımlanması mümkün olmayan ya da sınıflandırılmayan verilere bulanık veriler veya bulanık sayılar denilmektedir. Değişkenin aldığı sayısal değerler öznel bir şekilde değişebiliyorsa ya da tanımlanabiliyorsa bu veriye bulanık veri adı verilir (16).



Şekil 2.2. Bulanık katsayı üyelik derecesi gösterimi (17)

Genel Bulanık Regresyon Denklemi ve Katsayıların Yayılımlarını (18)'de aşağıdaki gibi açıklamıştır:

$$\tilde{Y} = (\alpha_0, c_0) + (\alpha_1, c_1)X_1 + (\alpha_2, c_2)X_2 + \dots + (\alpha_k, c_k)X_k$$

2.3. Tip II Regresyon Teknikleri

En Küçük Kareler tekniğinde de olduğu gibi Tip I Regresyon tekniklerinde genel olarak varsayımlardan biri de bağımsız değişkenlerin ölçüm hatası içermemesidir. Genel olarak gözlem değerlerinin elde edilen regresyon denklemine dik ya da hata miktarına bağlı olarak hesaplanan uzaklıklarının alınması sonucunda her iki değişkendeki hataları da dikkate alma mantığına dayanan bu teknikler, Ortogonal Regresyon, Deming Regresyon,

York Regresyon Teknikleri ve bunların çeşitli koşullar altında türetilmiş halleridir. Regresyon parametrelerini tahmin etmedeki hesaplanışları bakımından Ortogonal Regresyon Tekniği; Majör Eksen ve İndirgenmiş Majör Eksen olmak üzere ikiye, Deming Regresyon Tekniği; Deming, Optimal Deming ve Ağırlıklandırılmış Deming olmak üzere üçe, York Regresyon Tekniği ise York ve Optimal York Regresyon Tekniği olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Passing-Bablok Regresyon Tekniği ise EKK Tekniğine alternatif olan ve parametrik olmayan diğer bir regresyon tekniğidir (19).

Bu bölümde istatistikçiler tarafından sıklıkla kullanılan bazı Tip II Regresyon Teknikleri sunulmuştur.

2.3.1. En Küçük Kareler Açıortay Tekniği

Önceki bölümlerde En Küçük Kareler Tekniği ile ilgili olarak; gözlemlerin doğruya olan uzaklıkları üzerine hataları tespit ettiği belirtilmişti. En Küçük Kareler Açıortay Tekniği'nde ise En Küçük Kareler doğrusunun açıortayı kullanılarak işlemler yapılmaktadır.

2.3.2. Bulanık En Küçük Kareler Açıortay Tekniği

Diğer regresyon türlerinde belli olan bağımlı ve bağımsız değişkenler üzerinde işlemler yapılırken Bulanık En Küçük Kareler Açıortay Tekniği'nde ise X ve Y değişkenleri sırasıyla bağımlı değişken kabul edilerek işlemler yapılır. Bu tekniği kullanabilmek için X ve Y değişkenlerinin bulanık sayılardan oluşması ya da modelin bulanık olması gerekmektedir.

2.3.3. Sağlam Bulanık En Küçük Kareler Açıortay Tekniği

Bulanık veriler içeren değişkenlerin veri setlerinde aykırı değerlerin olması durumunda kullanılan bu tekniğin diğer bir varsayımı da X ve Y değişkenlerinin ölçüm hatası içermesidir. Sağlam Bulanık En Küçük Kareler Açıortay Tekniği'nde hesaplamalar regresyon doğruları arasındaki açıortay kullanılarak yapılmaktadır.

2.4. Prof. Dr. William Edwards Deming'in Hayatı

Profesör Doktor William Edwards Deming; 14 Ekim 1900 yılında Amerika'da dünyaya gelmiştir. 12 yaşında çalışma hayatına başlamış ve 1921'de Amerika'nın Wyoming eyaletinin Laramie kasabasında bulunan Wyoming Üniversitesi'nden mezun

olmuştur. 1928 yılında Yale Üniversitesi'nde doktorasını bitirmiştir. Kendisi aslen fizik mühendisi olan Deming; Okulu bitirmesinin akabinde 1930 ve 1946 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı'na bağlı Sabit Azot Araştırmaları Laboratuvarı'nda (USDA) istatistik ve matematik dersleri vermeye başlamıştır. Bu bölümünün başı olan Deming; Ulusal Standartlar Bürosuna ait okulda da dersler vermiş ve bu görevleri yürütürken örnekleme ve diğer istatistik konuları üzerinde temel araştırmalar yapmıştır (20).

2.4.1. Prof. Dr. William Edwards Deming'in Bilimsel Hayatı

Bilim hayatına Walter A. Shewhart ile tanışarak adım atan Deming, bu tanışmayla birlikte bilimsel süreçte önemli yerlere gelmiştir. Walter A. Shewhart New Jersey'deki Bell Laboratuvarları'nda, telefonlara duyulan güvenin artırılması amacıyla şirketin çalışmalarına liderlik eden çağın önde gelen bilim adamlarındandır. Bu şirket Deming'in kendisini geliştirmesi için ona adeta bir mihenk taşı olmuştur. Amerika Silah Endüstrisi, Deming'in çalışmalarıyla 2. Dünya savaşı sırasında çağın en üstün askeri silahlarını üretmeye başarmıştır. Savaş sonrasında Amerikan sanayisi dünya genelindeki büyük tüketim ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla eski üretim modeline dönme kararı aldı ve yüksek kaliteyi kullanma anlayışını bir kenara bırakarak artan talep üzerinde yoğunlaştılar. Bu değişim sonucunda Deming ayrılma kararı alarak, 1946'da kendisine ait özel danışmanlık firması kurdu. Savunma sanayisi alanındaki bilimsel başarıları sonucunda savaş bakanlığının danışmanı olarak 1947'de Japonya'ya gitti. Japonya'da bulunduğu süre içerisinde, Japonlara istatistikte veri dağılımı, kontrol çizelgeleri yoluyla süreç kontrolü ve bir yönetim modeli olarak Deming döngüsünü nasıl kullanacaklarını anlattı. Japonya'daki görevi sona eren Deming, Japonlar tarafından unutulmamıştır.

1950 yılında JUSE (Japon Mühendisleri ve Bilim Adamları Birliği), General Douglas Mac Arthur'un da desteğiyle Deming'i İstatistiksel Kalite Kontrolü konusunda bir seri konferans vermek üzere Japonya'ya tekrar çağırdı. Bu seminerde bilimsel dünyadaki yerini iyice pekiştirmiştir. Özellikle gelecekle alakalı öngörülerini onu bilim alanındaki başarı merdivenlerini bir bir tırmanışına neden olmuştur. Deming seminerlerinin sonunda, sanayicilerden öğütlerine uyup, kaliteyi birinci amaç olarak seçerlerse dünyadaki her tüketicinin 5 yıl içinde Japon ürünlerini kapışacağını söyledi. Oysa bunun gerçekleşmesi için sadece 4 yıl yetti. Deming, tüm organizasyonların kendi bilgi kaynaklarını anlamaları,

onları rasyonel (akılcı) veri tabanında yönetmeleri ve tüm edinilebilir bilgiler temelinde karar vermeleri gerektiğine inanıyordu (21).

Deming geleneksel işletme anlayışı ve uygulamalarını eleştirirken dikkati 5 noktaya çeker ve bunları işletmenin “Beş Ölümcül Hastalığı” olarak özetler (22). Bunlar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1. Amaç ve süreklilik yoksunluğu
2. Kısa vadeli kararlara önem verme,
3. Performans değerlendirmede liyakat ve yıllık değerlendirmelerin yanlış veya eksik yapılması veya hiç yapılmaması,
4. Yönetimin sık sık değişmesi
5. Yönetimin aşırı şekilde nicel - sayısal verilere odaklanması (23).

2.4.2. Prof. Dr. William Edwards Deming’in 14 İlkesi

Prof. Dr. William Edwards Deming’in işletmelerde kalitenin sağlanabilmesi ve devamlılığı için dünya istatistik literatürüne kazandırdığı 14 madde şöyledir:

1. Amaçlarda süreklilik olmalı
2. Yeni kalite felsefesi benimsenmeli
3. Süreç sonu kalite kontrole son verilmeli
4. Tedarikçileri maliyete / fiyata dayalı seçime son verilmeli
5. Problem tanımı ve sürekli iyileştirmeyi gerçekleştirilmeli
6. İş içinde veya işbaşı eğitim yöntemleri benimsenmeli
7. Liderlik oluşturulmalı
8. Korkuya son verilmeli
9. Bölüm / birimler arası duvar ve sınırlar kaldırılmalı³¹
10. Slogan yerine yol gösterici olmalı
11. Sayısal kotalar terk edilmeli
12. İş Doyumu, işe adanmışlık sağlanmalı
13. Eğitim ve kendini geliştirme kurumsallaştırılmalı
14. 13 maddeyi içeren yönetim anlayışı benimsenmeli (23).

2.5 Deming Regresyonu

Saraçlı 2009’da (24) Deming Regresyon Analizi Metodu’nu aşağıdaki gibi açıklamıştır:

Birçok alanda çalışmalar yürüten ve kaliteyle ilgili teorisiyle kendisini dünyaya tanıtan Prof. Dr. William Edwards Deming; diğer regresyon türlerinde kabul edilen aksine X bağımsız değişkeninde de ölçümden kaynaklı hata olabileceğini savunmuştur. Hatırlayacağı üzere; en küçük kareler yönteminin uygulanabilmesi için sağlanması gereken varsayımlardan birisi de X bağımsız değişkeninde ölçüm hatası olmamasıydı. Deming ise X bağımsız değişkeninde ölçüm hatası olabileceği durumlar için bir modelleme tekniği sunmuştur.

Teknik uygulama açısından incelendiğinde ise genel amaç diğer regresyon analizi yöntemlerinde olduğu gibi hata kareleri toplamını (HKT) minimize etmektir. Diğer regresyon analizi yöntemlerinde amaç; $\Sigma (Y_i - Y_{t_i})^2$ değerini minimize etmektir. Deming Regresyon analizi yönteminde ise Y değerlerine ait hataların yanı sıra X değerlerine ait hataların karesini de minimize etmektir. Ayrıca denklemde Y değerine ait hata karelerinin çarpanlarından birisi de “ λ ” değeridir. Deming Regresyon Yöntemi’nde amaç;

$$\Sigma (X_i - X_{t_i})^2 + \lambda .(Y_i - Y_{t_i})^2$$

Toplamını minimize etmektir.

Denklemden;

X_i : i. Sıradaki X değeri

X_{t_i} : i. Sıradaki X değerinin tahmini

Y_i : i. Sıradaki Y değeri

Y_{t_i} : i. Sıradaki Y değerinin tahminidir.

λ değeri ise aşağıdaki işlemlerle hesaplanmaktadır:

$$\lambda = \frac{\sigma_{ex}^2}{\sigma_{ey}^2}$$

Şeklinde hesaplanmaktadır. Burada;

σ_{ex}^2 : X değişkenine ait hataların varyansı

σ_{ey}^2 : Y değişkenine ait hataların varyansıdır.

Bu işlemlerden sonra Deming Regresyon Yöntemi’ne ait hata hesaplanmış olacaktır. Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi bu teknikte amaç; Y değişkenine ait hataların ve X değişkenine ait hataların tespit edilerek denklem sisteminde hataların en aza indirgenmesidir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Verilerin Elde Edilmesi

Tip II Regresyon Teknikleri'nden biri olan Deming Regresyon Tekniği'nin uygulanabilmesi için verilerin parametriklik varsayımlarını sağlaması gerekmektedir. Parametriklik varsayımları aşağıdaki gibidir;

- Örneklemin evrenden tesadüfi olarak çekilmiş olması.
- Örnekleme sayısının 30'a eşit veya 30'dan çok olması.
- Varyansların homojen dağılması.
- Verilerin Normal Dağılıma uygun olması.

Bu varsayımlar göz önüne alınarak; Ortalaması 3,926638889 ($Ort_x=3,926638889$) ve standart sapması 1,112086231 ($\sigma_x=1,112086231$) olan normal dağılıma uygun X değerleri ve Ortalaması 14,218625 ($Ort_y=14,218625$) ve standart sapması 3,346720814 ($\sigma_y=3,346720814$) olan normal dağılıma uygun y değerleri tesadüfi olarak üretilerek bu veriler üzerinde işlemler yapılmıştır.

3.2. Verilerin Analizi

Veriler Microsoft Office Excel 2013 paket programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmış ve diğer tüm işlemler de aynı paket programında gerekli olan fonksiyonların yazılması sonucunda gerçekleştirilmiştir. Paket programdaki A sütunlarına X, B sütunlarına Y değerleri girildiği takdirde program yazılan fonksiyonlar sayesinde gerekli olan tüm işlemler gerçekleştirerek X ve Y değerlerine ait hataları tespit edecektir.

4. BULGULAR

Tablo 4.1. Tesadüfi Olarak Üretilen X ve Y Değerleri

No	X	Y	No	X	Y
1	3,138	11,752	36	3,699	13,425
2	3,781	13,671	37	3,85	13,875
3	3,358	12,41	38	6,605	22,09
4	4,001	14,325	39	3,405	12,55
5	2,87	19,153	40	6,422	21,546
6	4,259	15,097	41	6,35	21,33
7	4,563	16,002	42	3,573	13,05
8	4,762	16,596	43	3,917	14,075
9	4,154	14,783	44	6,35	21,33
10	3,822	13,792	45	3,785	13,682
11	2,932	11,139	46	4,259	15,097
12	4,495	15,801	47	2,546	9,988
13	3,916	14,072	48	2,871	10,957
14	3,509	12,861	49	3,985	14,28
15	4,233	15,018	50	4,232	15,014
16	3,716	13,478	51	3,962	14,212
17	3,381	12,478	52	4,567	16,013
18	3,91	14,057	53	3,572	13,046
19	3,848	13,871	54	4,259	15,097
20	3,465	12,728	55	3,012	11,377
21	3,115	11,684	56	2,957	11,215
22	3,447	12,675	57	3,85	13,875
23	4,806	16,728	58	4,315	15,264
24	4,18	14,859	59	3,984	14,276
25	3,914	14,068	60	4,103	14,632
26	2,47	9,761	61	3,015	11,385
27	4,957	17,179	62	5,635	19,199
28	5,652	19,249	63	3,065	11,536
29	6,141	20,709	64	3,742	13,553
30	3,426	12,611	65	3,509	12,861
31	4,494	15,797	66	3,531	12,925
32	5,834	19,793	67	1	4,7
33	3,569	13,039	68	1,5	6,25
34	3,573	13,05	69	1,75	7,97
35	6,35	21,33	70	2	9,25
36	3,699	13,425	71	3	12,5
			72	4,5	14,7

Verilere Deming Regresyon Tekniği uygulanarak

$$Y=AX+B$$

Denklemindeki A ve B sabitleri; A=3,0567 ve B=2,2235 olarak tespit edilmiştir.

A ve B sabitleri denklemden yerlerine yazılarak;

- Denklemin hata değerleri bulunmuş ve Tablo 2’de sunulmuştur.
- Y tahmin değerleri (Y Tahmin) değerleri bulunmuş ve Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 4.2. Regresyon Denklemine Ait Hata ve Hata Kareleri Değerleri

No	Hata	Hata ²	No	Hata	Hata ²
1	0,0634246	0,000282	37	0,116795	0,000955
2	0,1098827	0,000845	38	0,3230035	0,007306
3	0,0778986	0,000425	39	0,0815635	0,000466
4	0,1283567	0,001154	40	0,3076274	0,006627
5	-8,156771	4,658893	41	0,303545	0,006452
6	0,1449853	0,001472	42	0,0950891	0,000633
7	0,1692221	0,002005	43	0,1215939	0,001035
8	0,1835054	0,002358	44	0,303545	0,006452
9	0,1380318	0,001334	45	0,1111095	0,000864
10	0,1142074	0,000913	46	0,1449853	0,001472
11	0,0467444	0,000153	47	0,0178582	2,23E-05
12	0,1623665	0,001846	48	0,0422857	0,000125
13	0,1215372	0,001034	49	0,1244495	0,001085
14	0,0884603	0,000548	50	0,1454544	0,001481
15	0,1445111	0,001462	51	0,1221454	0,001045
16	0,1041972	0,00076	52	0,1704489	0,002034
17	0,0802027	0,00045	53	0,0960324	0,000646
18	0,118197	0,000978	54	0,1449853	0,001472
19	0,1146816	0,000921	55	0,0532804	0,000199
20	0,0869655	0,00053	56	0,0471619	0,000156
21	0,0611205	0,000262	57	0,116795	0,000955
22	0,0849449	0,000505	58	0,1491605	0,001558
23	0,1860002	0,002423	59	0,1253928	0,001101
24	0,141506	0,001402	60	0,1331401	0,001241
25	0,1194238	0,000999	61	0,0544505	0,000208
26	0,012549	1,1E-05	62	0,2490045	0,004342
27	0,1965619	0,002705	63	0,0562855	0,000222
28	0,2509684	0,00441	64	0,1086714	0,000827
29	0,2856947	0,005715	65	0,0884603	0,000548
30	0,0847542	0,000503	66	0,0917077	0,000589
31	0,1633098	0,001868	67	0,5802	0,023572
32	0,2632878	0,004854	68	0,55855	0,021846
33	0,0938623	0,000617	69	-0,397275	0,011052
34	0,0950891	0,000633	70	-0,9131	0,058383
35	0,303545	0,006452	71	-1,1064	0,085718
36	0,1052333	0,000775	72	1,27865	0,114485

Regresyon denkleminde A ve B sabitlerinin yerlerine yazılmasının ardından denklem;

$Y=3,0567.X + 2,2235$ şeklini almıştır. Denklemdaki hatayı tespit edebilmek amacıyla denklemden Y sabiti de diğer değişkenlerin olduğu tarafa atılmış ve aşağıdaki şekle dönüştürülmüştür;

$$3,0567.X + 2,2235 - Y = 0$$

Denklemin bu haliyle işlemler yapılarak artıklar tespit edilmiş ve bu değerlerin kareleri de alınarak aşağıdaki tabloda sunulmuştur:

Tablo 4.3. Y Değişkenine Ait Tahmin, Hata ve Hata Kareleri Değerleri

No	Y _{tahmin}	Y _{hata}	(Y _{hata}) ²	No	Y _{tahmin}	Y _{hata}	(Y _{hata}) ²
1	11,81542	-0,06342	0,004023	37	13,9918	-0,1168	0,013641
2	13,78088	-0,10988	0,012074	38	22,413	-0,323	0,104331
3	12,4879	-0,0779	0,006068	39	12,63156	-0,08156	0,006653
4	14,45336	-0,12836	0,016475	40	21,85363	-0,30763	0,094635
5	10,99623	8,156771	66,53291	41	21,63355	-0,30355	0,09214
6	15,24199	-0,14499	0,021021	42	13,14509	-0,09509	0,009042
7	16,17122	-0,16922	0,028636	43	14,19659	-0,12159	0,014785
8	16,77951	-0,18351	0,033674	44	21,63355	-0,30355	0,09214
9	14,92103	-0,13803	0,019053	45	13,79311	-0,11111	0,012345
10	13,90621	-0,11421	0,013043	46	15,24199	-0,14499	0,021021
11	11,18574	-0,04674	0,002185	47	10,00586	-0,01786	0,000319
12	15,96337	-0,16237	0,026363	48	10,99929	-0,04229	0,001788
13	14,19354	-0,12154	0,014771	49	14,40445	-0,12445	0,015488
14	12,94946	-0,08846	0,007825	50	15,15945	-0,14545	0,021157
15	15,16251	-0,14451	0,020883	51	14,33415	-0,12215	0,014919
16	13,5822	-0,1042	0,010857	52	16,18345	-0,17045	0,029053
17	12,5582	-0,0802	0,006432	53	13,14203	-0,09603	0,009222
18	14,1752	-0,1182	0,013971	54	15,24199	-0,14499	0,021021
19	13,98568	-0,11468	0,013152	55	11,43028	-0,05328	0,002839
20	12,81497	-0,08697	0,007563	56	11,26216	-0,04716	0,002224
21	11,74512	-0,06112	0,003736	57	13,9918	-0,1168	0,013641
22	12,75994	-0,08494	0,007216	58	15,41316	-0,14916	0,022249
23	16,914	-0,186	0,034596	59	14,40139	-0,12539	0,015723
24	15,00051	-0,14151	0,020024	60	14,76514	-0,13314	0,017726
25	14,18742	-0,11942	0,014262	61	11,43945	-0,05445	0,002965
26	9,773549	-0,01255	0,000157	62	19,448	-0,249	0,062003
27	17,37556	-0,19656	0,038637	63	11,59229	-0,05629	0,003168
28	19,49997	-0,25097	0,062985	64	13,66167	-0,10867	0,011809
29	20,99469	-0,28569	0,081621	65	12,94946	-0,08846	0,007825
30	12,69575	-0,08475	0,007183	66	13,01671	-0,09171	0,00841
31	15,96031	-0,16331	0,02667	67	5,2802	-0,5802	0,336632
32	20,05629	-0,26329	0,06932	68	6,80855	-0,55855	0,311978
33	13,13286	-0,09386	0,00881	69	7,572725	0,397275	0,157827
34	13,14509	-0,09509	0,009042	70	8,3369	0,9131	0,833752
35	21,63355	-0,30355	0,09214	71	11,3936	1,1064	1,224121
36	13,53023	-0,10523	0,011074	72	15,97865	-1,27865	1,634946
				TOPLAM	72,542		

Regresyon denklemindeki A ve B sabitlerinin bulunmasıyla birlikte tahmin denklemi de elde edilmiştir. Elde edilen bu tahmin denkleminde X değerleri sırasıyla yerlerine yazılarak Y değerlerine ait tahminler elde edilmektedir.

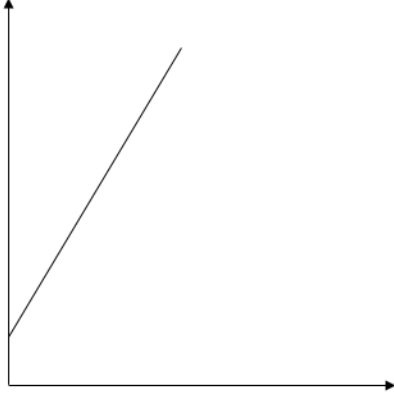
$Y_{\text{tahmin}}=3,0567.X + 2,2235$ denkleminde X değerleri yerlerine yazılmış ve aşağıdaki tahmin değerleri bulunmuştur.

Denklem aracılığıyla aşağıdaki değerler tespit edilmiş ve tablo 3'te sunulmuştur;

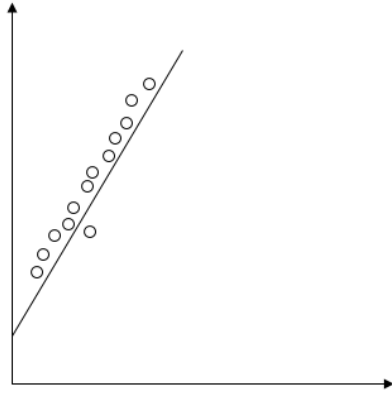
- Y_{tahmin} değerleri
- Y_{tahmin} değerleri Y değerlerinden çıkarılarak Y_{hata} değerleri
- Y_{hata} değerlerinin kareleri

İşlemler sonucunda Y değişkenine ait hata kareleri toplamı 72,542 olarak tespit edilmiştir. Çalışma bu noktaya gelene kadar En Küçük Kareler Yöntemi gibi Tip I Regresyon Yöntemleri'nden biri gibi görünse de bu noktadan sonra yapılacak olan işlemler Deming Regresyon Tekniği'nin önemini ve gerekliliklerini gözler önüne sermektedir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait değerler grafiğe döküldüğü takdirde aşağıdaki gibi doğrusal bir dağılım göstermektedir:

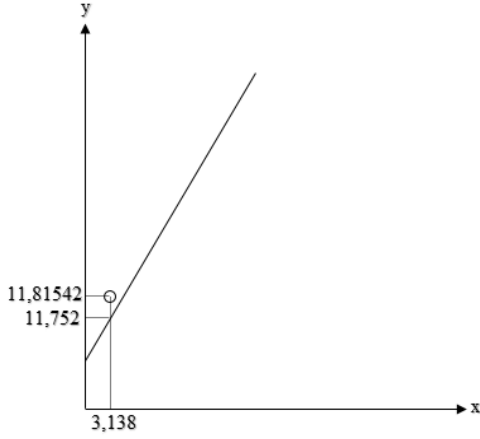


Regresyon denklemindeki değerler yerine yazılıp, $Y=3,0567.X + 2,2235$ denklemine dönüştürüldükten sonra ise tahmin değerleri yuvarlaklarla (o) gösterildiği gibi olacaktır.

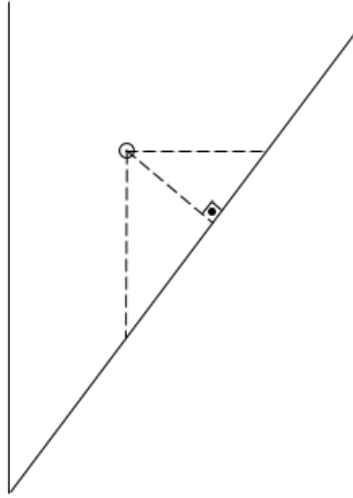


Tip I Regresyon türlerinde Elde edilen tahmin değerlerinin doğruya olan uzaklığı belirlenerek o tahminin hatası belirlenir, Doğruyla Y eksenindeki uzaklığı belirlenerek Y_{hata} belirlenir. Deming Regresyon Yöntemi'nde ise tahminlerin doğruyla X eksenindeki uzaklıkları da göz önünde bulundurularak X ölçümlerin hataları da tespit edilmiş olur. Herhangi bir tahmin değeri için bu işlemler aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.

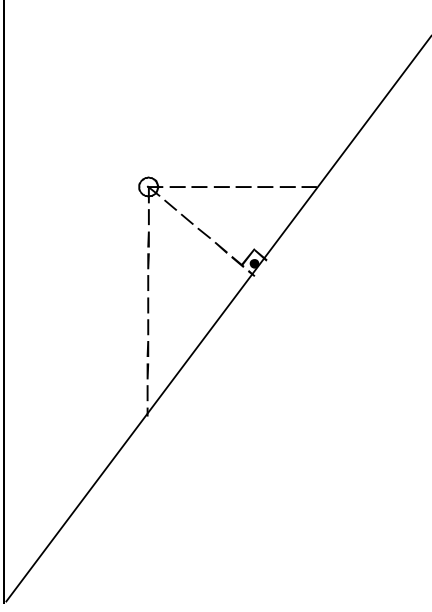
$X=3,138$ değeri için $Y=11,752$ 'dir. Tahmin denklemimiz olan $Y=3,0567.X + 2,2235$ denkleminde $x=3,138$ değeri yerine yazıldığı takdirde; $Y=11,81542$ olarak bulunmaktadır. Bu değerler grafiğe döküldüğünde ise aşağıdaki gibi bir grafik ortaya çıkmaktadır:



Grafikteki noktayı daha yakından inceleyecek olursak; aşağıdaki gibi bir kesit elde etmiş oluruz.



Kesitte de görüldüğü üzere noktanın doğruya olan uzaklığı, noktanın doğruya Y eksenine göre uzaklığı ve noktanın doğruya X eksenine göre uzaklığı söz konusudur. Denklemle ait hatalar bulunurken; noktanın doğruya olan uzaklığı göz önüne alınır, Y (Tahmin) değerlerine ait hatalar bulunurken; noktanın doğruya Y eksenine göre olan uzaklığı göz önüne alınır. Diğer birçok regresyon türünde de kullanılan bu yöntemlerin yanı sıra Deming Regresyonu'nda X (gözlem) değerlerine ait hatalar da tespit edilir ve bunun için de noktanın doğruya X eksenine göre uzaklığı ele alınır. Yukarıdaki kesit



Y eksenindeki uzaklık ve doğruya olan uzaklık bilindiği için; dik üçgende benzerlik kurallarına göre işlemler yapılır ve X_{hata} değerleri hesaplanır. Bu işlemler yapılmış ve X_{hata} değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 2.4. X Değişkenine Ait Hata ve Hata Kareleri Değerleri

No	X _{hata}	(X _{hata}) ²	No	X _{hata}	(X _{hata}) ²
1	0,016185	0,000261959	37	0,029805	0,000888314
2	0,028041	0,000786279	38	0,082426	0,006794108
3	0,019879	0,000395164	39	0,020814	0,000433221
4	0,032755	0,00107289	40	0,078503	0,006162658
5	2,081504	4,332659396	41	0,077461	0,006000179
6	0,036998	0,001368882	42	0,024266	0,000588816
7	0,043183	0,0018648	43	0,031029	0,000962812
8	0,046828	0,002192884	44	0,077461	0,006000179
9	0,035224	0,001240727	45	0,028354	0,000803934
10	0,029144	0,000849389	46	0,036998	0,001368882
11	0,011929	0,000142291	47	0,004557	2,07679E-05
12	0,041434	0,001716765	48	0,010791	0,000116441
13	0,031015	0,000961914	49	0,031758	0,001008566
14	0,022574	0,000509583	50	0,037118	0,001377754
15	0,036877	0,001359942	51	0,03117	0,000971566
16	0,02659	0,000707017	52	0,043496	0,001891936
17	0,020467	0,000418886	53	0,024506	0,000600556
18	0,030162	0,000909769	54	0,036998	0,001368882
19	0,029265	0,000856457	55	0,013596	0,000184864
20	0,022192	0,000492507	56	0,012035	0,000144844
21	0,015597	0,000243272	57	0,029805	0,000888314
22	0,021677	0,000469886	58	0,038064	0,001448857
23	0,047465	0,002252915	59	0,031999	0,001023913
24	0,036111	0,00130397	60	0,033976	0,001154345
25	0,030475	0,000928752	61	0,013895	0,000193073
26	0,003202	1,0255E-05	62	0,063543	0,004037685
27	0,05016	0,002516035	63	0,014363	0,000206306
28	0,064044	0,004101626	64	0,027732	0,000769039
29	0,072906	0,005315234	65	0,022574	0,000509583
30	0,021628	0,000467779	66	0,023403	0,000547683
31	0,041675	0,001736771	67	0,14806	0,021921661
32	0,067188	0,004514186	68	0,142535	0,020316183
33	0,023952	0,000573721	69	0,10138	0,010277808
34	0,024266	0,000588816	70	0,233011	0,054294357
35	0,077461	0,006000179	71	0,282339	0,079715421
36	0,026854	0,000721148	72	0,326295	0,106468559
			TOPLAM		4,723974112

X değişkenine ait hata kareleri toplamı 4,723974112 olarak tespit edilmiştir.

(X_{hata})² ve (Y_{hata})² değerlerinin bulunması ile birlikte denklem sisteminin oluşturulabilmesi için eksik kalan tek değer λ değeridir.

$$\sigma_{ex}^2 : 0,256722$$

$$\sigma_{ey}^2 : 1,007472482$$

şeklinde tespit edilmiş ve

$$\lambda = \frac{\sigma_{ex}^2}{\sigma_{ey}^2}$$

değeri $\lambda = 0,254817649$ olarak tespit edilmiştir.

Denklemler sistemi;

$$\Sigma (X_i - X_{ti})^2 + \lambda \cdot (Y_i - Y_{ti})^2$$

çözümleğinde;

$$(4,723974112) + 0,254817649 \cdot (72,542) = 23,20895601$$

olarak tespit edilmiş olacaktır.

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

İstatistik biliminin diğer bilimlerle olan ilişkilerini anlamaya çalışmanın en iyi yolu mutlaka diğer bilim dallarına ait çalışmalarda istatistiksel yöntemlerin kullanımını ve önemini incelemektir. Fen bilimlerinin yanı sıra sosyal bilimler, eğitim bilimleri ve sağlık bilimleri alanlarında da sıklıkla kullanılan istatistiksel yöntemler; bilim dünyasına hata oranları düşük tahminler yapabilme yetisini altın bir tepsi içerisinde sunmuştur. Eğitim bilimleri ve sosyal bilimler alanında; kişilerin alansal yetilerini ölçmek, beceriler arasındaki ilişkileri belirlemek gibi birçok uygulamada kullanılabilen istatistiksel yöntemler; sağlık bilimlerinde ise hastalara verilmesi gereken ilaç dozlarını ayarlamaktan hastalıkları tetikleyen faktörlere kadar birçok çalışmada kullanılmaktadır. Sağlık bilimlerinde işlemlerin deneme yanılma yoluyla yapılmasının imkanı olmadığından dolayı yapılacak olan işlemlerin daha önceki uygulamalara göre ayarlanarak yapılması gerekmektedir. Yani bir hastaya verilecek maksimum ilaç dozunu ayarlayabilmek için geçmişteki hastalara verilen ilaç dozlarıyla muhakkak ki ilişkiler kurulması gerekecektir. Bu noktada sağlık bilimlerine en büyük yardımı da tabii ki istatistiksel analiz yöntemleri gerçekleştirecektir.

Sağlık bilimlerinde sıklıkla kullanılan bir analiz türü olan regresyon analizi; bilinen değerler eşliğinde olayları denkleme dönüştürerek çözümlenmeye, bu çözümlenme neticesinde değişecek değerler için oluşacak değerleri belirlemeye yardımcı olur. Regresyon analizindeki temel yapı düz bir mantıkla incelendiğinde ilk faktör bağımsız değişkenlerin berraklığı yani kesinliğidir. Ancak ölçümlerle elde edilen bağımsız değişkenlerde ölçüm hatasının olabileceği ihtimalini de göz ardı etmemek gerekmektedir. Prof. Dr. William Edwards Deming Bu durumu göz önüne alarak bağımsız değişkenlerde hata olabileceği ihtimali üzerinde durmuştur. Çalışmaları neticesinde kendi adıyla anılan Deming Regresyonu'nu bilim dünyasına kazandırmıştır. Deming Regresyonu'nda diğer regresyon türlerinden farklı olarak hata sadece bağımlı değişkende aranmamış, bağımsız değişkenlerin de hataları hesaba katılmıştır.

Araştırmada normal dağılıma uygunluk gösteren bağımlı (Y) ve bağımsız (X) değişkenlere ait 72'şer adet veri üretilmiştir. Bu veriler için regresyon denklemi yazılmış ve bu denklemde X ve Y değerlerine ait hatalar tespit edilmiştir. Bu hataların tespiti ile birlikte denklem sistemine ait hata da tespit edilmiştir. Tespit edilen hataların minimize edilmesi hedeflenmektedir. Deming Regresyonu'nun diğer regresyon türlerinden farklı olarak X bağımsız değişkenindeki hataları da hesaplamasının bilim dünyasına en büyük

katkısı; daha net sonuçlar elde edilmesini sağlamasıdır. Hatayı düzeltebilmek için öncelikle görmek gerekir, Deming Regresyonu'nda temel amaç denklem sistemine dahil edilen tüm değişkenlerdeki hataları göz önüne alarak denklem sisteminin gerçekçiliğini ortaya koymaktır.

KAYNAKLAR

1. http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts TDK Büyük sözlük. Erişim: 20.10.2014 18.37
2. **Şıklar, E.** 2000. Regresyon Analizine Giriş, Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları, Eskişehir).
3. **Işık, A.,** 2000 Beta Basım Yayım Dağıtım Aş. İstanbul Sayfa 194
4. Çankal, E. 2010. İstatistik, Lisan Yayınları, Ankara, 290
5. **Saraçlı, S.,** 2008. Ölçüm Hatalı Modellerde Doğrusal Regresyon Tekniklerinin Karşılaştırılması –Monte-Carlo Simülasyon Çalışması-. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
6. **Ergül, B.,** 2006. Robust Regresyon ve Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
7. **Sümbüloğlu, K., Sümbüloğlu, V.** 2002. Bioistatistik, Hatipoğlu Yayınları, Ankara , 193.
8. **Çoklu Tip II Regresyon Analizi,** 7. Uluslar Arası İstatistik Kongresi, Antalya2011.
9. **Bilge, AK.,** İstatistik Analiz Metodları, 6. Baskı, Çağlayan Kitabevi, 2002, İstanbul
10. **Karagöz M.** 2006. Ekin Kitabevi Yayınları 2006 Bursa 313-314
11. **Paris, Q.,** 2012, The Dual of the Least-Squares Method, Department of Agricultural and Resource Economics University of California, Davis, Working Paper No. 12-001.
12. **Maronna RA, Martin, RD, M, Victor J., Y.** 2006. Robust Statistics Theory and Methods, 14-17
13. **Alpu Ö, Şamkar H, Altan E,** 2010, “Sağlam Ridge Regresyon Analizi ve Bir Uygulama” Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:25, Sayı:2, Yıl:2010: 137-148.
14. **Rorusseeuw PJ , Leroy, A.,M.** 1986. Robust Regression and Outlier Detection, Fohn Wiley and Sons, Inc., Pulication, 75.
15. **Nasrabadi, M.M., Nasrabadi, E.** 2004. A Mathematical-Programming Approach to Fuzzy Linear Regression Analysis, Applied Mathematics and Computations 155:873-881.
16. **Semiz, M., Genç A.** 2003. Yığın Hacminin Tahmini İçin Bulanık Doğrusal Regresyon Modelinde Ters Tahmin Metodu, Selçuk Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi, 22: 65- 70, Konya
17. **Shapiro, F.A.** 2005. Fuzzy regression models. Penn State University, 06: 12
18. **Yurtcu Ş. İçağa Y.,** 2007 Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi (2) 37-43.
19. **Saracli S.,** 2010 Tip II Regresyon Tekniklerinin Monte-Carlo Simülasyonu İle Karşılaştırılması, E-Journal of New World Sciences Academy, 6: 26-35.
20. **Köksal B.A..** 2000 İstatistik Analiz Metodları, Çağlayan Kitabevi, İstanbul. 33

21. **Bolat, T.**, 2000. Toplam Kalite Yönetimi. Beta Yayıncılık, İstanbul sayfa 79.
22. **Can**,1992: 67
23. **Weaver**, 1997: Toplam Kalite Yönetiminin Dört Aşaması, çeviren Tuncay Birkan-Osman Akınhay Sistem Yayıncılık, İstanbul. 287.
24. **Saraçlı S, Doğan İ, Doğan N.** 2009; Medikal Metod Karşılaştırma Çalışmalarında Deming Regresyon Tekniği, Türkiye Klinikleri J Biostat 1(1):9-15 Article Language: TR

ÖZGEÇMİŞ

Kürşad Nuri BAYDİLİ; 12 Eylül 1990 günü Elazığ'da dünyaya gelmiştir. İlköğrenimini 2004 yılında Elazığ Namık Kemal İlköğretim okulunda, orta öğrenimini ise 2007 yılında Elazığ Hıdır Sever Lisesi'nde tamamlamıştır. 2008 yılında Fırat Üniversitesi İstatistik Bölümü'nü kazanmış ve 2012 yılında bu bölümden mezun olmuştur. 2013 yılında İstatistik Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 2014 yılı bahar döneminde ise İnönü Üniversitesi Ekonometri Ana Bilim Dalı'nda ikinci yüksek lisans eğitimine başlamıştır.