

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**VERİ TABANLI SİSTEMLERİN İSTATİSTİKSEL
ANALİZE DAYALI KURAL ÖĞRENMELEİ
(DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON YÖNTEMLERİ)**

Bilgisayar Müh. Onur GANİLER

**F.B.E. Matematik Mühendisliği Anabilim Dalı Matematik Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ayla ŞAYLI

İSTANBUL, 2008

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ÖNSÖZ	xiv
ÖZET.....	xv
ABSTRACT	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1 Veri Madenciliği	1
1.2 Veri Eğilimlerinin Tespiti ve Veri Tahminleri	3
1.3 SQL Sorgu Optimizasyonu	3
1.4 Eliminasyon Metoduyla Kural Öğrenme.....	3
1.5 Tekbiçimleştirilmiş Regresyon Katsayıları Yardımıyla Veritabanı Eliminasyonu	4
1.6 Eliminasyon Metodu İle Kural Öğrenen Dinamik Sistem.....	6
1.7 Eliminasyon Metodu ile Kural Öğrenen Dinamik Sistemde Doğrusal Olmayan Regresyon Yöntemlerinin Kullanılabilirliği.....	6
1.8 Veri Eğilimlerinin Tespiti ve En Küçük Kareler Regresyonu	7
1.9 Regresyon'a Giriş:.....	7
2. DOĞRUSAL REGRESYON	8
2.1 Polinom Regresyonu	9
2.2 Doğrusal Regresyona (Polinom Regresyonu) Bir Örnek	10
2.3 Regresyonda Yaklaşım ve Hata Kavramları.....	12
2.4 Doğrusal En Küçük Kareler İçin Genel Matris Formülasyonu ve Doğrusal Olmayan Regresyon İçin Önemi	12
2.5 Jakoben ve Hessian Matrisler	14
2.5.1 Jakoben Matris	14
2.5.2 Hessian Matris.....	14
2.5.3 Genel Matris Formülasyonundaki Değişkenler ve Jakoben - Hessian Matrisleriyle İlişkisi 14	
3. DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON.....	16
3.1 Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi Yöntemleri	16
3.2 Gauss-Newton İterasyon Metodu ile Doğrusal Olmayan Regresyon	16
3.2.1 Kısaca Gauss Newton.....	19
3.2.2 Doğrusal Olmayan Regresyon'a (Gauss-Newton) Bir Örnek	19

3.2.3	Gauss-Newton Yöntemi ve Bazı Kusurları:	21
3.2.4	Algoritmalarda Kullanılacak Temel Fonksiyonlar ve Parametrelerin Geniş Açıklamaları	21
3.2.5	Gauss-Newton Algoritması.....	24
3.3	Hartley Yarılama İterasyon Metodu İle Doğrusal Olmayan Regresyon	25
3.3.1	Hartley Yarılama Algoritması.....	25
3.4	Levenberg İterasyon Metodu İle Doğrusal Olmayan Regresyon	26
3.4.1	Sabit Momentum Katsayısı İle Levenberg Algoritması	27
3.4.2	Dinamik Momentum Katsayısı ile Levenberg Algoritması.....	28
3.4.3	Dinamik Momentum Katsayısı ile Alternatif Levenberg Algoritması.....	29
3.5	Levenberg – Marquart İterasyon Metodu İle Doğrusal Olmayan Regresyon	31
3.5.1	Sabit Momentum Katsayısı İle Levenberg-Marquart Algoritması	31
3.5.2	Dinamik Momentum Katsayısı ile Levenberg-Marquart Algoritması.....	32
3.5.3	Dinamik Momentum Katsayısı ile Alternatif Levenberg-Marquart Algoritması.....	33
3.6	Hessian Matrisinin Diyagonalı İle Başlangıç Parametre Optimizasyonu	35
4.	DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON ANALİZİ PROGRAMI.....	36
4.1	Analiz Programına Genel Bakış.....	36
4.2	Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi Programını Kullanma	37
4.2.1	Veri Tabanı Ayarları ve Bağlantı Kurulumu	37
4.2.2	Veri Tabanı ve Tablo Seçimi, Seçim Koşulu ve Sıralamayı Tanımlama.....	38
4.2.3	Bağımlı Değişken Seçimi ve Fonksiyondaki Katsayı Miktarını Belirleme	39
4.2.4	Fonksiyondaki Bağımsız Değişkenleri Tablodaki Verilerle Eşleme	40
4.2.5	Fonksiyonun ve Katsayılarla Göre Türevlerinin ve Başlangıç Parametrelerinin Girilmesi.....	41
4.2.6	Analiz için Yöntem ve Durdurma Kriterlerini Belirleme.....	45
4.2.7	Yapılan Ayarlara Göz Atılması.....	47
4.2.8	Analizi Başlatma ve Sonucun Değerlendirilmesi	48
4.2.9	Bulunan Fonksiyonun Başka Bir Veri Tablosuyla Test Edilmesi	49
4.2.10	Ekrandaki Tabloların Veri Tabanına Aktarılması.....	50
4.2.11	Bulunan Fonksiyonun Dinamik Hesap Makinesinde Tahminlerde Kullanılması....	51
5.	DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON VE GAUSS-NEWTON METODUYLA GEMİ GEOMETRİSİ VERİ ANALİZİ.....	52
5.1	Temel Gemi Geometrisi ve Doğrusal Olmayan Regresyon İle Veri Analizleri	52
5.1.1	Temel Gemi Geometrisi ve Temel Parametreleri	52
5.1.2	Temel Gemi Hareketleri	54
5.1.3	Form Dolgunluk Katsayıları	55
5.1.4	After(a) ve Forward(f) Katsayılar:	55
5.1.5	Analiz Edilen Gemi Çeşitleri	56
5.1.6	Analizde Kullanılacak Veriler ve Fonksiyon.....	57
5.1.7	Değişkenleri Eleme ve Seçme Yöntemi ve Korelasyon.....	57
5.1.8	Yaklaşım fonksiyonu ve En İyi Sonuç İçin Denenen Fonksiyonlardan Bir Kısım	58
5.1.9	Dalıp-Çıkma Hareketi Tablosu	59
5.1.10	Baş-Kıç Vurma Hareketi Tablosu	59
5.1.11	Dikey Hızlanım Hareketi Tablosu.....	60
5.2	Gemi Geometrisinin Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi Sonuçları.....	60
5.2.1	Analiz Edilecek Veriler Bölümlenmeden Elde Edilen Sonuçlar	60
5.2.2	Analiz Edilecek Veriler Bölümlenerek Elde Edilen Sonuçlar	61

5.2.3	Geminin Hareketsiz Haldeyken Dalga Boyuna Bağlı Dalıp-Çıkma Hareket Grafiği..	64
5.2.4	Dalıp-çıkma Hareketi İçin Yaklaşım Grafikleri	64
5.2.5	Baş-kıç vurma Hareketi İçin Yaklaşım Grafikleri	65
5.2.6	Dikey Hızlanım Hareketi İçin Yaklaşım Grafikleri	66
5.3	Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi ile İleriye Dönük Veri Tahminleri.....	67
6.	GAUSS-NEWTON ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	68
6.1	Yaklaşım Sonuçları	68
6.2	Regresyon Analizi Sonuç ve Yorumları.....	68
6.3	Gemi Geometrisi Analizi Sonuç ve Yorumları.....	68
6.4	Gauss - Newton Yöntemine Özel Sonuç ve Yorumlar.....	69
7.	DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON YÖNTEMLERİ VE KARŞILAŞTIRMA SONUÇLARI	70
7.1	Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması İçin Seçilen Veriler	70
7.2	Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması İçin Seçilen Fonksiyon	70
7.3	Veri Tabanındaki Verilerle Fonksiyondaki Parametrelerin Eşleşmesi	71
7.4	Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması İçin Seçilen Başlangıç Parametreleri	71
7.5	Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması İçin Seçilen Durdurma Kriterleri	71
7.6	Regresyon Yöntemleri Karşılaştırma Analizleri.....	71
7.6.1	Regresyon Yöntemlerinin İterasyon Sayısı Bakımından Karşılaştırma Sonuçları	74
7.6.2	Regresyon Yöntemlerinin Harcanan Toplam Zaman Bakımından Karşılaştırma Sonuçları.....	75
7.6.3	Regresyon Yöntemlerinin Yaklaşma Yüzdelere (R^2) Göre Karşılaştırılması	76
7.6.4	Regresyon Yöntemlerinin İterasyon Kararlılık Açısından Karşılaştırması	77
7.7	Regresyon Yöntemleri Karşılaştırma Sonuçları	91
7.7.1	Regresyon Yöntemleri Karşılaştırma Analizlerinden Çıkan Sonuçlar.....	91
8.	LEVENBERG - MARQUART YÖNTEMİYLE VERİ TABANI ANALİZİ	93
8.1	Deney Verileri Analizi İçin Seçilen Veriler	93
8.2	Deney Verileri Analizi İçin Seçilen Yöntem.....	93
8.3	Her Bir Dalgaboyu (LamL) İçin Analiz Sonuçları	93
8.3.1	Yaklaşma Yüzdeleri (R^2) Açısından Karşılaştırma Sonuçları	94
8.3.2	İterasyon Sayısı Bakımından Karşılaştırma Sonuçları	95
8.3.3	Harcanan Toplam Zaman Bakımından Karşılaştırma Sonuçları	96
8.3.4	Gerçek Sonuçlar ile Regresyon Yöntemi Sonuçlarının Karşılaştırılması	97
8.3.5	Yöntemin İterasyon Kararlılık Açısından Her Dalga Boyu (LamL) İçin Sonuçları ..	100
9.	LEVENBERG – MARQUART YÖNTEMİ İLE KATSAYI ANALİZLERİ.....	114
9.1	Dalga Boyuna Göre Parametre Analizlerinin Önemi.....	114
9.2	Basit Regresyon Modeli Katsayı Analizleri	114
9.2.1	Basit Regresyon Modelinde Dalıp-Çıkma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar.....	115
9.2.2	Basit Regresyon Modelinde Baş-Kıç Vurma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar.....	115
9.2.3	Basit Regresyon Modelinde Dikey Hızlanım Hareketi İçin Bulunan Katsayılar	116
9.3	Orta Regresyon Modeli Katsayı Analizleri	116
9.3.1	Orta Regresyon Modelinde Dalıp-Çıkma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar.....	117
9.3.2	Orta Regresyon Modelinde Baş-Kıç Vurma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar.....	117

9.3.3	Orta Regresyon Modelinde Dikey Hızlanım İçin Bulunan Katsayılar.....	118
9.4	Gelişmiş 1 Regresyon Modeli Katsayı Analizleri.....	118
9.4.1	Gelişmiş 1 Regresyon Modelinde Dalıp-Çıkma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar ..	119
9.4.2	Gelişmiş 1 Regresyon Modelinde Baş-Kıç Vurma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar	119
9.4.3	Gelişmiş 1 Regresyon Modelinde Dikey Hızlanım Hareketi İçin Bulunan Katsayılar	120
9.5	Gelişmiş 2 Regresyon Modeli Katsayı Analizleri.....	120
9.5.1	Gelişmiş 2 Regresyon Modelinde Dalıp-Çıkma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar ..	121
9.5.2	Gelişmiş 2 Regresyon Modelinde Baş-Kıç Vurma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar	121
9.5.3	Gelişmiş 2 Regresyon Modelinde Dikey Hızlanım Hareketi İçin Bulunan Katsayılar	122
9.6	Regresyon Modelleri Dalıp-Çıkma Hareketi İçin Karşılaştırma Sonuçları.....	122
9.7	Regresyon Modelleri Baş-Kıç Vurma Hareketi İçin Karşılaştırma Sonuçları	127
9.8	Regresyon Modelleri Dikey Hızlanım Hareketi İçin Karşılaştırma Sonuçları	132
10.	SONUÇLAR.....	137
10.1	Ulaşılan Hedefler	137
10.2	Araştırmanın İleriye Dönük Hedefleri	138
	KAYNAKLAR.....	139
	EKLER.....	141
	Ek 1 Levenberg ile max-diag yöntemi kullanılmış ancak sonuç alınamamış iterasyonlar....	143
	Ek 2 Levenberg – Marquart ile max-diag yöntemi kullanılmış ancak sonuç alınamamış iterasyonlar	144
	ÖZGEÇMİŞ.....	146

SİMGE LİSTESİ

e	Hata veya artık
r^2	Determinasyon katsayısı, Yaklaşım Başarısı
S_r	Regresyon doğrusu etrafındaki artık karelerin toplamı
S_t	Regresyon öncesinde bağımlı değişkenin(y) ortalama değeri etrafında karelerin toplamı
$\bar{x}$	x'lerin aritmetik ortalaması
$\bar{y}$	y'lerin aritmetik ortalaması
$\{\Delta A\}$	Parametre katsayılarındaki değişim vektörü
$\{Y\}$	Bağımlı değişkenin gözlenmiş değerleri
$\{D\}$ veya $\{f\}$	Ölçümler ile orijinal bağımsız değişkenler arasındaki fark vektörü
$[Z]$ veya $[J]$	Jakoben Matrisi. Kısmi türevlerin matrisi
$[H]$	Hessian Matrisi
$\partial f_i / \partial a_k$	i'inci veri noktasında k'inci parametreye göre fonksiyonun kısmi türevi
T	Bir matrisin transpozu

KISALTMA LİSTESİ

Diag Diyagonal (Dikdörtgenin bir köşesiyle çaprazında bulunan köşesi arasında çizilen çizgi)

LM Levenberg - Marquart

MS Microsoft

Max En Büyük (Maksimum)

SQL Yapısal Sorgulama Dili (Structured Query Language)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Eliminasyon sistemiyle kural öğrenen sistemin çalışma metodolojisi	6
Şekil 4.1 Regresyon analiz programına genel bakış	36
Şekil 4.2 Veri tabanı ayarları ve bağlantı kurulumu	37
Şekil 4.3 Veri tabanı ve tablo seçimi, seçim koşulu ve sıralamayı tanımlama	38
Şekil 4.4 Bağımlı değişken seçimi ve fonksiyondaki katsayı miktarını belirleme.....	39
Şekil 4.5 Fonksiyondaki bağımsız değişkenleri tablodaki verilerle eşleme	40
Şekil 4.6 Fonksiyonun ve katsayılarla göre türevlerinin ve başlangıç parametrelerinin girilmesi	41
Şekil 4.7 Fonksiyon ve fonksiyon türevleri için hazır dosya kullanımı	43
Şekil 4.8 Fonksiyon türevleri ve katsayı başlangıç değerlerinin girilmesi	44
Şekil 4.9 Regresyon yöntem ve durdurma kriterlerini belirleme	45
Şekil 4.10 Yapılan ayarlara göz atılması.....	47
Şekil 4.11 Regresyon analizini başlatma ve sonuçların gösterimi	48
Şekil 4.12 Bulunan fonksiyonun başka bir veri tablosuyla test edilmesi	49
Şekil 4.13 Ekrandaki tabloların veri tabanına aktarılması	50
Şekil 4.14 Bulunan fonksiyonun dinamik hesap makinesinde kullanımı	51
Şekil 5.1 Temel gemi geometrisi	54
Şekil 5.2 Temel gemi hareketleri.....	54
Şekil 5.3 Geminin su altı hacim merkezi	54
Şekil 5.4 Analiz edilen gemi çeşitleri	57
Şekil 5.5 Gemi hareketsiz haldeyken dalga boyuna bağlı dalıp-çıkma hareketi yaklaşımı	64
Şekil 5.6 Dalıp-çıkma hareketi için yaklaşım grafikleri	65
Şekil 5.7 Baş-kıç vurma hareketi için yaklaşım grafikleri.....	66
Şekil 5.8 Dikey hızlanım hareketi için yaklaşım grafikleri.....	67
Şekil 7.1 Regresyon yöntemlerinin iterasyon sayısı bakımından karşılaştırma sonuçları	74
Şekil 7.2 Regresyon yöntemlerinin harcanan toplam zaman karşılaştırma sonuçları	75
Şekil 7.3 Regresyon yöntemlerinin yaklaşma yüzdeleri karşılaştırma sonuçları	76
Şekil 7.4 Gauss-newton yöntemi iterasyon kararlılık grafiği.....	77
Şekil 7.5 Gauss-newton yöntemi (çalışılmış parametreler) iterasyon kararlılık grafiği	78
Şekil 7.6 Hartley yarılama yöntemi iterasyon kararlılık grafiği.....	78
Şekil 7.7 Hartley yarılama yöntemi (çalışılmış parametreler) iterasyon kararlılık grafiği	79
Şekil 7.8 Levenberg statik momentum (momentum 2) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği... ..	80
Şekil 7.9 Levenberg statik momentum (momentum 5) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği... ..	80
Şekil 7.10 Levenberg statik momentum (momentum 10) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği	81

Şekil 7.11 Levenberg statik momentum (momentum 15) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği	82
Şekil 7.12 Levenberg statik momentum (momentum 20) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği	82
Şekil 7.13 Levenberg statik momentum (momentum 30) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği	83
Şekil 7.14 Marquart statik momentum (momentum 2) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği...	84
Şekil 7.15 Marquart statik momentum (momentum 5) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği...	84
Şekil 7.16 Marquart statik momentum (momentum 10) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği.	85
Şekil 7.17 Marquart statik momentum (momentum 15) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği.	86
Şekil 7.18 Marquart statik momentum (momentum 20) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği.	87
Şekil 7.19 Marquart statik momentum (momentum 30) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği.	88
Şekil 7.20 Levenberg dinamik momentum yöntemi iterasyon kararlılık grafiği	89
Şekil 7.21 Levenberg dinamik momentum alternatif yöntemi iterasyon kararlılık grafiği	89
Şekil 7.22 Marquart dinamik momentum yöntemi iterasyon kararlılık grafiği	90
Şekil 7.23 Marquart dinamik momentum alternatif yöntemi iterasyon kararlılık grafiği.....	91
Şekil 8.1 Yaklaşma başarı yüzdeleri (R^2) açısından karşılaştırma sonuçları	94
Şekil 8.2 İterasyon sayısı bakımından karşılaştırma sonuçları.....	95
Şekil 8.3 Harcanan toplam zaman bakımından karşılaştırma sonuçları	96
Şekil 8.4 Dalga boyu (LamL) 0.5 için karşılaştırma sonuçları	97
Şekil 8.5 Dalga boyu (LamL) 0.75 için karşılaştırma sonuçları.....	97
Şekil 8.6 Dalga boyu (LamL) 1.0 İçin Karşılaştırma Sonuçları.....	97
Şekil 8.7 Dalga boyu (LamL) 1.25 için karşılaştırma sonuçları.....	98
Şekil 8.8 Dalga boyu (LamL) 1.5 için karşılaştırma sonuçları	98
Şekil 8.9 Dalga boyu (LamL) 1.75 için karşılaştırma sonuçları.....	98
Şekil 8.10 Dalga boyu (LamL) 2.0 için karşılaştırma sonuçları.....	99
Şekil 8.11 Dalga boyu (LamL) 2.5 için karşılaştırma sonuçları.....	99
Şekil 8.12 Dalga boyu (LamL) 3.0 için karşılaştırma sonuçları.....	99
Şekil 8.13 Dalga boyu (LamL) 0.5 için iterasyon kararlılık grafiği	101
Şekil 8.14 Dalga boyu (LamL) 0.75 için iterasyon kararlılık grafiği	103
Şekil 8.15 Dalga boyu (LamL) 1.0 için iterasyon kararlılık grafiği	104
Şekil 8.16 Dalga boyu (LamL) 1.25 için iterasyon kararlılık grafiği	106
Şekil 8.17 Dalga boyu (LamL) 1.5 için iterasyon kararlılık grafiği	107
Şekil 8.18 Dalga boyu (LamL) 1.75 için iterasyon kararlılık grafiği	109
Şekil 8.19 Dalga Boyu (LamL) 2.0 için iterasyon kararlılık grafiği	110
Şekil 8.20 Dalga boyu (LamL) 2.5 için iterasyon kararlılık grafiği	111
Şekil 8.21 Dalga boyu (LamL) 3.0 için iterasyon kararlılık grafiği	113

Şekil 9.1 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - LV13 katsayısı karşılaştırma grafiği	122
Şekil 9.2 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - LB katsayısı karşılaştırma grafiği	123
Şekil 9.3 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - BT katsayısı karşılaştırma grafiği	123
Şekil 9.4 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - FN katsayısı karşılaştırma grafiği	123
Şekil 9.5 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - FN2 katsayısı karşılaştırma grafiği ..	124
Şekil 9.6 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CWP katsayısı karşılaştırma grafiği.	124
Şekil 9.7 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CVP katsayısı karşılaştırma grafiği.	124
Şekil 9.8 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - LCFL katsayısı karşılaştırma grafiği	125
Şekil 9.9 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - LCBL katsayısı karşılaştırma grafiği	125
Şekil 9.10 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CWP A katsayısı karşılaştırma grafiği	125
Şekil 9.11 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CWP F katsayısı karşılaştırma grafiği	126
Şekil 9.12 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CVPA katsayısı karşılaştırma grafiği	126
Şekil 9.13 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CVP F katsayısı karşılaştırma grafiği	126
Şekil 9.14 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - R^2 karşılaştırma grafiği.....	127
Şekil 9.15 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - LV13 katsayısı karşılaştırma grafiği	127
Şekil 9.16 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - LB katsayısı karşılaştırma grafiği	127
Şekil 9.17 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - BT katsayısı karşılaştırma grafiği	128
Şekil 9.18 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - FN katsayısı karşılaştırma grafiği	128
Şekil 9.19 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - FN2 katsayısı karşılaştırma grafiği	128
Şekil 9.20 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CWP katsayısı karşılaştırma grafiği	129
Şekil 9.21 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CVP katsayısı karşılaştırma grafiği	129
Şekil 9.22 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - LCFL katsayısı karşılaştırma grafiği	129
Şekil 9.23 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - LCBL katsayısı karşılaştırma grafiği	130
Şekil 9.24 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CWP A katsayısı karşılaştırma grafiği	130
Şekil 9.25 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CWP F katsayısı karşılaştırma grafiği	130
Şekil 9.26 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CVPA katsayısı karşılaştırma grafiği	131
Şekil 9.27 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CVP F katsayısı karşılaştırma grafiği	131
Şekil 9.28 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - R^2 karşılaştırma grafiği	131
Şekil 9.29 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - LV13 katsayısı karşılaştırma grafiği	132
Şekil 9.30 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - LB katsayısı karşılaştırma grafiği	132
Şekil 9.31 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - BT katsayısı karşılaştırma grafiği	132
Şekil 9.32 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - FN katsayısı karşılaştırma grafiği	133
Şekil 9.33 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - FN2 katsayısı karşılaştırma grafiği	133
Şekil 9.34 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - CWP katsayısı karşılaştırma grafiği	133

Şekil 9.35 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - CVP katsayısı karşılaştırma grafiği	134
Şekil 9.36 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - LCFL katsayısı karşılaştırma grafiği	134
Şekil 9.37 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi -LCBL katsayısı karşılaştırma grafiği	134
Şekil 9.38 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi CWPA katsayısı karşılaştırma grafiği	135
Şekil 9.39 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi -CWPF katsayısı karşılaştırma grafiği	135
Şekil 9.40 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi -CVPA katsayısı karşılaştırma grafiği	135
Şekil 9.41 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - CVPF katsayısı karşılaştırma grafiği	136
Şekil 9.42 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - R^2 karşılaştırma grafiği	136

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1 Eliminasyon öncesi test tablosu modeli	5
Çizelge 1.2 Elimine edilmiş test tablosu modeli	5
Çizelge 2.1 Doğrusal regresyon örnek çizelge	10
Çizelge 3.1 Doğrusal olmayan regresyon örnek veriler.....	19
Çizelge 5.1 Gemi geometrisi temel parametreleri	52
Çizelge 5.2 Analiz edilen gemi çeşitleri	56
Çizelge 5.3 Dalıp-çıkma hareketi tablosundan bir kesit	59
Çizelge 5.4 Baş-kıç vurma hareketi tablosundan bir kesit.....	59
Çizelge 5.5 Dikey hızlanım hareketi tablosundan bir kesit:.....	60
Çizelge 5.6 Analiz edilecek veriler bölümlenmeden elde edilen sonuçlar	61
Çizelge 5.7 Gemi geometrisinin dalıp çıkma hareketi regresyon yaklaşım sonuçları.....	62
Çizelge 5.8 Gemi geometrisinin baş kıç vurma hareketi regresyon yaklaşım sonuçları	62
Çizelge 5.9 Gemi geometrisinin dikey hızlanım hareketi regresyon yaklaşım sonuçları.....	63
Çizelge 7.1 Regresyon yöntemleri karşılaştırma analiz sonuçları.....	72
Çizelge 7.2 Grafiğe sığmayan gauss-newton iterasyon sonuçları	77
Çizelge 7.3 Grafiğe sığmayan Gauss-newton (çalışılmış parametreler) İterasyonları	77
Çizelge 7.4 Grafiğe sığmayan hartley yarılama iterasyonları	78
Çizelge 7.5 Grafiğe sığmayan hartley yarılama (çalışılmış parametreler) iterasyonları	79
Çizelge 7.6 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 2) iterasyonları	79
Çizelge 7.7 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 5) iterasyonları	80
Çizelge 7.8 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 10) iterasyonları	81
Çizelge 7.9 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 15) iterasyonları	81
Çizelge 7.10 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 20) iterasyonları ..	82
Çizelge 7.11 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 30) iterasyonları ..	83
Çizelge 7.12 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 2) iterasyonları.....	83
Çizelge 7.13 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 5) iterasyonları.....	84
Çizelge 7.14 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 10) iterasyonları....	85
Çizelge 7.15 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 15) iterasyonları....	85
Çizelge 7.16 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 20) iterasyonları....	86
Çizelge 7.17 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 30) iterasyonları....	87
Çizelge 7.18 Grafiğe sığmayan levenberg dinamik momentum iterasyonları	88
Çizelge 7.19 Grafiğe sığmayan levenberg dinamik momentum alternatif iterasyonları	89
Çizelge 7.20 Grafiğe sığmayan marquart dinamik momentum iterasyonları	90

Çizelge 7.21 Grafiğe sığmayan marquart dinamik momentum a lternatif iterasyonları.....	90
Çizelge 8.1 Levenberg – marquart yöntemi regresyon yaklaşım sonuçları	93
Çizelge 8.2 Dalga boyu 0.5 için iterasyonlar	100
Çizelge 8.3 Dalga boyu 0.75 için iterasyonlar	101
Çizelge 8.4 Dalga boyu 1.0 için iterasyonlar	103
Çizelge 8.5 Dalga boyu 1.25 için iterasyonlar	105
Çizelge 8.6 Dalga boyu 1.5 için iterasyonlar	106
Çizelge 8.7 Dalga boyu 1.75 için iterasyonlar	108
Çizelge 8.8 Dalga boyu 2.0 için iterasyonlar	109
Çizelge 8.9 Dalga boyu 2.5 için iterasyonlar	110
Çizelge 8.10 Dalga boyu 3.0 için iterasyonlar	112
Çizelge 9.1 Basit regresyon modelinde dalıp-çıkma hareketi için bulunan katsayılar	115
Çizelge 9.2 Basit regresyon modelinde baş-kıç vurma hareketi için bulunan katsayılar	115
Çizelge 9.3 Basit regresyon modelinde dikey hızlanım hareketi için bulunan katsayılar	116
Çizelge 9.4 Orta regresyon modelinde dalıp-çıkma hareketi için bulunan katsayılar	117
Çizelge 9.5 Orta regresyon modelinde baş-kıç vurma hareketi için bulunan katsayılar	117
Çizelge 9.6 Orta regresyon modelinde dikey hızlanım hareketi için bulunan katsayılar	118
Çizelge 9.7 Gelişmiş 1 regresyon modelinde dalıp-çıkma hareketi için bulunan katsayılar .	119
Çizelge 9.8 Gelişmiş 1 regresyon modelinde baş-kıç vurma hareketi için bulunan katsayılar	119
Çizelge 9.9 Gelişmiş 1 regresyon modelinde dikey hızlanım hareketi için bulunan katsayılar	120
Çizelge 9.10 Gelişmiş 2 regresyon modelinde dalıp-çıkma hareketi için bulunan katsayılar	121
Çizelge 9.11 Gelişmiş 2 regresyon modelinde baş-kıç vurma hareketi için bulunan katsayılar	121
Çizelge 9.12 Gelişmiş 2 regresyon modelinde dikey hızlanım hareketi için bulunan katsayılar	122

ÖNSÖZ

Gelişen bilişim dünyası gün geçtikçe daha büyük uygulamalara ve daha büyük veri tabanı sunucularına ihtiyaç duymaktadır. Büyüyen veri tabanlarında özellikle verilere erişim süresi çok önemli bir rol oynamakta ve bu konu üzerindeki araştırma ve geliştirmeler bilişim dünyasında çok kritik bir görev üstlenmektedir.

Bu tez veriye erişim aşamasında kullanılan sorguların daha verimli ve hızlı çalışması için koşul ifadelerini düzenleyen genel bir veri tabanındaki verilerin içeriğinde gizli olan bilgileri belirleyerek kural öğrenimleri sağlayacak veri analizi yaklaşım metotlarından doğrusal olmayan regresyon yöntemlerini inceler ve hangi yöntemin bu aşamada en uygun olacağını araştırır. Doğrusal olmayan regresyon yöntemleri için de önemli bir kaynak oluşturur.

Bu tezin hazırlanmasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli hocamız Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayla Şaylı'ya çok teşekkür ederim.

ÖZET

Günümüz bilişim dünyasında veri saklama ve veriye erişim gelişmiş veri tabanı sunucularında yapılmaktadır. Veri tabanlarına erişim yaygın olarak adına SQL denilen standartlaşmış bir sorgulama diliyle sağlanmaktadır. SQL dili ile veri ekleme, veri güncelleme ve veriye erişim gibi işlemler yapılmaktadır. Özellikle veriye erişim süresi veri tabanı büyüdükçe uzamakta ve daha hızlı veriye erişim yöntemleri ve performans çalışmaları önem kazanmaktadır.

Veriye erişim sorgusuna alternatif sorgular türetilerek veri erişim süresi azaltılabilir. Verilen sorguya alternatif sorgular üretmek için dinamik bir veri tabanı kurallar bütünü oluşturulabilir ve sisteme entegre edilerek sürekli öğrenen bir sistemle kullanılan her sorgu optimizasyondan geçirilebilir. Ayrıca veri kümeleriyle oluşturulacak bu modeller ile veri tahmini yapılabilir.

Bu tez sisteme entegre edilebilecek ve kural tabanı oluşturmada kullanılacak olan verilerin analizindeki yaklaşım metotlarından doğrusal olmayan regresyon ve yöntemlerini inceleyerek, sistemde en kararlı, hataya neden olmadan ve her defasında en yüksek başarı yüzdesiyle kural tabanı oluşturabilecek yöntemi seçmeyi amaçlar. Yöntemleri her açıdan inceler ve özellikle başarı yüzdesi yüksek ve kararlı yöntemi seçer. Bunu yaparken mevcut bilinen yöntemlere alternatif denemeler yapar ve bunları birbirleriyle karşılaştırarak en iyi yönteme karar verir.

Anahtar Kelimeler: Veri Tabanı Analizi, Veri Madenciliği, Regresyon, Doğrusal Regresyon, Doğrusal Olmayan Regresyon, SQL Sorgu Optimizasyonu, Eliminasyon Metoduyla Kural Öğrenme, Veri Tahmini

ABSTRACT

Today's Information World is having data storing and data accessing through advanced database servers. Accessing to those databases are provided by a query language which commonly known as SQL. Processes like data insertion, data updating and data accessing are managed by SQL language. Especially, as the data piles up and gets bigger, accessing to that data turns out to take longer; and accordingly, accessing procedures and performance operations get more important on the way to reach that data faster.

By deriving alternative queries to data access, it is possible to reduce the accessing time. In order to derive alternative queries to the given query, it can be formed solid database rules; and as an integration to the system, each query can be filtered by optimizing through a system that can learn by itself. Beside that, it is possible to estimate the data by forming data clusters.

This thesis points out to choose the most stable, without resulting an error and to be able to create the highest success rated regulation based method within the system on each trials by observing non-linear regressions and methods obtained from processing approaches that are being used to form regulation based data analysis and to be integrated to the system. It is meant to observe methods from every angle and especially to choose the most stable and highest success rated methods. At the time of processing, all the possible alternative tests are being executed for the every known method and by doing that the system decides the best method with comparing them.

Keywords: Database Analysis, Data Mining, Regression, Linear Regression, Non-Linear Regression, SQL Query Optimization, Obtaining Rules with Elimination Method, Data Estimation

1. GİRİŞ

1.1 Veri Madenciliği

Basit bir tanım yapmak gerekir ise veri madenciliği, büyük ölçekli veriler arasından bilgiye ulaşma, bilgiyi analizleme işidir. Ya da bir anlamda büyük veri yığınları içerisinde gelecek ile ilgili tahminde bulunmayı sağlayabilecek bağıntıların bilgisayar programı kullanarak yapısal olarak çıkarımların yapılmasıdır. Veri madenciliği deyimi yanlış kullanılan bir deyim olabileceğinden buna eş değer başka kullanımlar da literatüre geçmiştir. Veritabanlarında bilgi madenciliği (knowledge mining from databases), bilgi çıkarımı (knowledge extraction), veri ve örüntü analizi (data/pattern analysis), veri arkeolojisi gibi.

Bunların arasındaki en popüler kullanım Veritabanlarında Bilgi Keşfi (VBK - Knowledge Discovery From Databases - KDD) 'dir. Alternatif olarak veri madenciliği aslında bilgi keşfi sürecinin bir parçası şeklinde kabul görmektedir. Bu adımlar:

- 1- Veri Temizleme (gürültülü ve tutarsız verileri çıkarmak)
- 2- Veri Bütünleştirme (birçok veri kaynağını birleştirebilmek)
- 3- Veri Seçme (Yapılacak olan analiz ile ilgili olan verileri belirlemek)
- 4- Veri Dönüşümü (Verinin veri madenciliği tekniğinden kullanılabilir hale dönüşümünü gerçekleştirmek)
- 5- Veri Madenciliği (Veri örüntülerini yakalayabilmek için akıllı metotları uygulamak)
- 6- Örüntü Değerlendirme (Bazı ölçümlere göre elde edilmiş bilgiyi temsil eden ilginç örüntüleri tanımlamak)
- 7- Bilgi Sunumu (Madenciliği yapılmamış olan elde edilmiş bilginin kullanıcıya sunumunu gerçekleştirmek),

Veri madenciliği adımı, kullanıcı ve bilgi tabanı ile etkileşim halindedir. İlginç örüntüler kullanıcıya gösterilir, ve bunun ötesinde istenir ise bilgi tabanına da kaydedilebilir. Buna göre, veri madenciliği işlemi, gizli kalmış örüntüler bulunana kadar devam eder.

Bir veri madenciliği sistemi, aşağıdaki temel bileşenlere sahiptir:

- Veritabanı, veri ambarı ve diğer depolama teknikleri

- Veritabanı ya da veri ambarı sunucusu
- Bilgi Tabanı
- Veri Madenciliği Motoru
- Örüntü Değerlendirme
- Kullanıcı Ara yüzü

Veri madenciliği, eldeki verilerden üstü kapalı, çok net olmayan, önceden bilinmeyen ancak potansiyel olarak kullanışlı bilginin çıkarılmasıdır. Bu da; kümeleme, veri özetleme, değişikliklerin analizi, sapmaların tespiti gibi belirli sayıda teknik yaklaşımları içerir.

Başka bir deyişle, veri madenciliği, verilerin içerisindeki desenlerin, ilişkilerin, değişimlerin, düzensizliklerin, kuralların ve istatistiksel olarak önemli olan yapıların yarı otomatik olarak keşfedilmesidir.

Temel olarak veri madenciliği, veri kümeleri arasındaki desenlerin ya da düzenin, verinin analizi ve yazılım tekniklerinin kullanılması ile ilgilidir. Veriler arasındaki ilişkiyi, kuralları ve özellikleri belirlemekten bilgisayar sorumludur. Amaç, daha önceden fark edilmemiş veri desenlerini tespit edebilmektir.

Veri madenciliğini istatistiksel bir yöntemler serisi olarak görmek mümkün olabilir. Ancak veri madenciliği, geleneksel istatistikten birkaç yönde farklılık gösterir. Veri madenciliğinde amaç, kolaylıkla mantıksal kurallara ya da görsel sunumlara çevrilebilecek nitel modellerin çıkarılmasıdır. Bu bağlamda, veri madenciliği insan merkezlidir ve bazen insan – bilgisayar arayüzü birleştirilir.

Veri madenciliği sahası, istatistik, makine bilgisi, veritabanları ve yüksek performanslı işlem gibi temelleri de içerir.

Veri madenciliği konusunda bahsi geçen geniş verideki geniş kelimesi, tek bir iş istasyonunun belleğine sığamayacak kadar büyük veri kümelerini ifade etmektedir. Yüksek hacimli veri ise, tek bir iş istasyonundaki ya da bir grup iş istasyonundaki disklerle sığamayacak kadar fazla veri anlamındadır. Dağıtık veri ise, farklı coğrafi konumlarda bulunan verileri anlatır.

(Tr.wikipedia.org, 2008; Wu vd., 2008)

1.2 Veri Eğilimlerinin Tespiti ve Veri Tahminleri

Günümüz sektörlerinde risk analizlerinde veya deneysel verilerin azlığında eksik bilgilerin tahmininde veri madenciliği yöntemleri kullanılmaktadır.

Veri eğilimlerinin tespiti, diğer bir ifade ile tablonun belli bir fonksiyon ile ifade edilmesi SQL sorgu optimizasyonun yapılabilmesi yanında ileriye dönük veri tahmini veya verilerdeki eksik bilgiyi elde etmeye yönelik tahminlerini yapmayı sağlayabilir.

1.3 SQL Sorgu Optimizasyonu

Bilindiği gibi SQL sorgusunu optimize etmenin birçok yöntemi mevcuttur. SQL sorgu sunucuları, kullanılan sorguları izleyerek ve öğrenerek, çeşitli tamponlanma ve indeks yöntemleri kullanarak sorgunun sonucunu en kısa zamanda getirmeyi amaçlar.

SQL sorgularını kısa zamanda getirmenin en etkin yöntemlerinden biri indeksleme yöntemi olup yapılan sorgunun koşuluna bağlıdır. Eğer koşuldaki bir alan indekslenmemişse sorgunun çok uzun sürmesine neden olabilir. Ayrıca yapılan her indeksleme tablonun boyutuna da doğru orantılı olarak bellekte yüksek miktarda yer kaplamakta ve her tablonun güncelleme sürecinde indeks yapısı da güncellenmesi gerekeceğinden yapılan ekleme (INSERT) ,silme (DELETE) gibi işlemleri de zaman kaybına uğratar.

Eğer yapılan sorguların koşullarındaki koşul sayısı optimize edilebilirse sorgunun daha az koşulla daha hızlı çalışması sağlanabilir. Bu durumda yapılması gereken indeks sayısı da azaltılabilir ve bu sayede bellekte yer kaplayan indeks yapıları azaltılabilir, ekleme ve silme işlemleri gibi güncelleme işlemleri indeks sayısı azalacağından performans kaybından kurtulabilir.

Bilinçsizce verilen sorgular eğer son kullanıcıdan bağımsız bir şekilde koşuldaki yapılar optimize edilirse ciddi bir performans elde edilebilir.

Tablodaki veri eğilimlerinin tespiti ile sorguyu en az etkileyecek koşullar tespit edilerek, her sorgu öğrenilip, tekrar oluşturulup sorgunun daha hızlı çalışması sağlanabilir.

(Date, 2000; Elmasri ve Navathe, 2002)

1.4 Eliminasyon Metoduyla Kural Öğrenme

Kural öğrenmek bir veritabanı üzerinde çalıştırılan sorguda zamandan tasarruf sağlar. Kural

öğrenen bir sistemi daha verimli bir hale getirip, zaman kazancını maksimum yapmak, kural öğrenme işini ve sorgunun çalışma zamanını minimize etmek eliminasyon metodu ile mümkündür. Yapılan iş, sistem kural öğrenmeye başlamadan önce nitelik/sütun sayısını azaltmaktır. Ancak bu anlamlı bir şekilde yapılmalıdır. İstatistiksel metotlar yardımıyla kural yaratılmak istenen nitelik/sütun için anlamı olan başka nitelikleri/sütunları tespit etmek daha anlamsız olan nitelikleri/sütunları ise elemek mümkün olmaktadır. Niteliklerin/Sütunların azalması yada bir başka deyişle eliminasyon yapılması kural sayısının azalmasına neden olacaktır. Daha az kural üreterek çalışan öğrenen sistem daha hızlı çalışacaktır. Kural seti anlamsız verilerin neden olduğu gereksiz şişmelerden arınacaktır. Kural kümesini kullanarak çalışan sorgu daha verimli hale gelecek, sorgu çalışma zamanı azalacaktır.

(Imam vd., 1993; Piatetsky-Shapiro ve Matheus, 1993; Uysal, 2004)

1.5 Tekbiçimleştirilmiş Regresyon Katsayıları Yardımıyla Veritabanı Eliminasyonu

Bir SQL Server tablosu sütun ve satırlardan oluşur Nitelikleri/Sütunları temsil eden değerlerin $x, y, w, \dots, z$ olduğunu ve kural üretmek istediğimiz sütunun x olduğu varsayılırsa x değerinin istatistik karşılığı modelde bağımlı değişken olacaktır. Her x değeri için $y, w, \dots, z$ değerleriyle çalıştırılan modelde tekbiçimleştirilmiş regresyon katsayılarını hesaplamak mümkün olacaktır. Tekbiçimleştirilmiş katsayılar boyutsuz olup önündeki değişkenin bağımlı değişken üzerindeki göreceli etkisini gösterir.

Bağımlı değişken x ve bağımsız değişkenler $y, w, \dots, z$ olduğunda çoklu regresyon denklemi

$$x = \beta_0 + \beta_1 y + \beta_2 w + \dots + \beta_{29} z$$

Değişken dönüşümünden sonra

$$x = \alpha_1 y + \alpha_2 w + \dots + \alpha_{29} z$$

denkleme dönüşecektir.

Denklemdaki α değerleri bize bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki göreceli etkisini gösterir. Bu değerlerden yola çıkarak x değeri için hangi değerlerin daha anlamlı olduğunu katsayıları yorumlayarak görmek mümkündür. Değerlerin -1, +1 arasında çıkacağını: -1 veya +1 değerine yaklaşan değerlerin önündeki katsayıların bağımlı değişken üzerinde daha etkili olduğunu, 0'a yaklaşan değerlerin ise etkisiz olduğu istatistiksel olarak bilinmektedir. Buradan bir modellemeye varmak için tüm α değerlerinin aritmetik

ortalamasını alıp, bulunan ortalamanın üzerindeki α değerlerinin önündeki daha etkin değişkenleri modelde kullanmak daha anlamlı olacaktır. Daha anlamlı değişkenleri modelde bırakıp daha anlamsız değişkenler modelden çıkarılır ise modeldeki değişken sayısı azalacaktır, bu durumda modele “Elimine Edilmiş Model” denilebilir.

Örnek : Aşağıda verilen test tablosu (Çizelge 1.1), y , x_1 ve x_2 sütunlarından oluşmuştur ve eliminsayon öncesi tablonun modeli olduğu varsayılan:

Çizelge 1.1 Eliminasyon öncesi test tablosu modeli (Uysal, 2004)

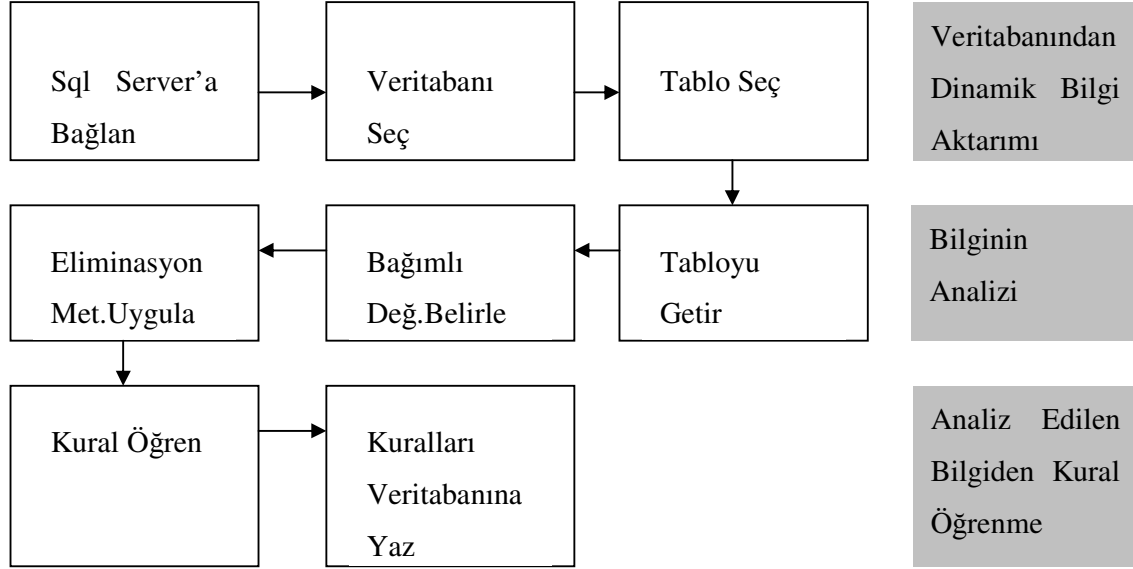
Y	x_1	x_2
22	8	6
23	10	7
18	7	5
9	2	2
14	4	3
20	6	4
21	7	4
18	6	3
16	4	3
19	6	3

Çizelge 1.2 Elimine edilmiş test tablosu modeli (Uysal, 2004)

Y	x_1
22	8
23	10
18	7
9	2
14	4
20	6
21	7
18	6
16	4
19	6

Eliminasyon öncesi ve sonrası modellerden görüldüğü üzere sütunlardan biri elenmiştir. Kural öğrenmek veritabanı üzerinde işlem yaparken zamandan tasarruf sağlar. Üretilen kurallar sorgu esnasında zaman maliyetinin azalmasını sağlamaktır. Eliminasyon metodu uygulanarak gerçekleştirilen öğrenme yönteminde kazanılan zamanın maksimuma ulaşmasını amaçlamaktadır. (Imam vd., 1993; Piatetsky-Shapiro ve Matheus, 1993; Uysal, 2004)

1.6 Eliminasyon Metodu İle Kural Öğrenen Dinamik Sistem



Şekil 1.1 Eliminasyon sistemiyle kural öğrenen sistemin çalışma metodolojisi (Uysal, 2004)

(Imam vd., 1993; Piatetsky-Shapiro ve Matheus, 1993; Uysal, 2004)

1.7 Eliminasyon Metodu ile Kural Öğrenen Dinamik Sistemde Doğrusal Olmayan Regresyon Yöntemlerinin Kullanılabilirliği

Tekbiçimleştirilmiş regresyon katsayıları yardımıyla veritabanı kural öğrenmelerinde nitelik/sütun eliminasyonu yönteminde kullanılan çoklu regresyon katsayıları (Uysal,2004) doğrusal olmayan regresyon yöntemleri yardımıyla da bulunabilir. Ayrıca çoklu regresyon yöntemlerinin modelleyemeyeceği veri kümelerini doğrusal olmayan regresyon yöntemleri modelleyebilir, üstsel fonksiyonlar yardımıyla daha iyi ve kesin sonuçlara ulaşılabilir.

(Şaylı ve Uysal, 2008)

1.8 Veri Eğilimlerinin Tespiti ve En Küçük Kareler Regresyonu

Bilindiği gibi veri eğilimlerinin tespiti için birçok yöntem vardır. Bunlardan en sık kullanılanlardan biri de interpolasyon ve çeşitleridir. İnterpolasyon, verilen bir aralıkta değerler arasında bir yaklaşım sağlamayı amaçlar. Fakat verilerde önemli hatalar olduğunda, interpolasyon yöntemleri bu iş için uygun değildir ve ara değerleri tahmin etmek için kullanıldığında tatmin edici sonuç vermez., deneysel veriler genellikle bu tiptedir. Verilerdeki değişkenlik nedeniyle, eğri aralık içinde noktalar arasında büyük oranda salınacaktır.

Bu gibi durumlar için çok daha uygun bir strateji, her bir noktaya uyması gerekmeksizin, verilerin genel eğilimine veya şekline uyan bir yaklaşım fonksiyonu türetmektir, her hangi bir noktadan geçmeksizin verilerin genel eğilimini genellikle karakterize eden düz bir doğrunun nasıl kullanabileceğini göstermektir.

Eğri uydurma için bir temel oluşturmak üzere bazı kriterler geliştirilmelidir. Bunu yapmanın en iyi yolu veri noktaları ve eğri arasındaki farklılıkları minimum yapan bir eğri türetmektir. Bu amacı gerçekleştirmek için en küçük kareler regresyonu kullanılmaktadır (**Chapra ve Canale, 2003**).

1.9 Regresyon'a Giriş:

İstatistik biliminin en önemli konularından birisini regresyon analizi oluşturmaktadır. Regresyon analizi, araştırma, matematik, finans, ekonomi, tıp gibi bilim alanlarında yoğun olarak kullanılmaktadır.

Regresyon analizinin temelinde; gözlenen bir olayın değerlendirilirken, hangi olayların etkisi içinde olduğunun araştırılması yatmaktadır. Bu olaylar bir veya birden çok olacağı gibi dolaylı veya direkt etkileniyor da olabilirler.

Regresyon analizi yapılırken, gözlem değerlerinin ve etkilenilen olayların bir matematiksel gösterimle yani bir fonksiyon yardımıyla ifadesi gerekmektedir. Kurulan bu modele regresyon modeli denilmektedir.

2. DOĞRUSAL REGRESYON

En küçük kareler yaklaşımının en basit örneği bir gözlem çiftleri kümesine düz bir doğru oluşturmaktır.

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$$

Düz doğrunun matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$y = a_0 + a_1 x + e$$

a_0 : kesme noktası

a_1 : eğim

$$e = y - a_0 - a_1 x$$

e : hata veya artık.

y 'nin gerçek değeri ile $a_0 + a_1 x$ doğrusal denklemi yardımıyla tahmin edilmiş yaklaşık değeri arasındaki farktır.

Amaç “ e ” artık toplamalarını en aza indirmektir.

Newton en küçük kareler yaklaşımını kullanarak artık kareler toplamı en aza indirgenebilir. Böylece aradaki fark eksi bir değer de çıksa karesi alınacağından eksi sayıların hata toplamalarını sıfırlanması önlemiş olunur.

Artık kareler toplamı aynı zamanda S_r denklemini vermektedir.

$$S_r = \sum_{i=1}^n e^2_i = \sum_{i=1}^n (y_{i,ölçülen} - y_{i,model})^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2 \quad (2.1)$$

En küçük kareler uyumuna göre S_r 'yi minimum yapan a_0 ve a_1 değerlerini belirlemek

için her bir katsayıya göre S_r denkleminin diferansiyeli alınır:

$$\frac{\partial S_r}{\partial a_0} = -2 \sum (y_i - a_0 - a_1 x_i)$$

$$\frac{\partial S_r}{\partial a_1} = -2 \sum [(y_i - a_0 - a_1 x_i) x_i]$$

Bu türevler sıfıra eşitlenir ise artık kareler toplamı minimum yapılmış olunur.

$$0 = \sum y_i - \sum a_0 - \sum a_1 x_i$$

$$0 = \sum y_i x_i - \sum a_0 x_i - \sum a_1 x_i^2$$

Bu iki denklem eş zamanlı olarak çözülür ise:

$$a_1 = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.2)$$

ve

$$a_0 = \bar{y} - a_1 \bar{x} \quad \text{olur.} \quad (2.3)$$

Burada $\bar{x}$ x'lerin aritmetik ortalaması $\bar{y}$ de y'lerin aritmetik ortalamasıdır.

$$\text{Kısaca } \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} \quad \text{olur.} \quad (2.4)$$

(Chapra ve Canale, 2003)

2.1 Polinom Regresyonu

Polinom regresyonu da doğrusal bir regresyondur.

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_m x^m + e$$

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$$

$$S_r = \sum (y_i - a_0 - a_1 x - a_2 x_i^2)^2$$

Her bir katsayıya göre S_r denkleminin diferansiyeli alınırsa çıkan üç denklem aşağıdaki gibidir.

$$(n)a_0 + (\sum x_i)a_1 + (\sum x_i^2)a_2 = \sum y_i$$

$$(\sum x_i)a_0 + (\sum x_i^2)a_1 + (\sum x_i^3)a_2 = \sum x_i y_i$$

$$(\sum x_i^2)a_0 + (\sum x_i^3)a_1 + (\sum x_i^4)a_2 = \sum x_i^2 y_i$$

Bu üç denklem eş zamanlı olarak eleme yöntemi ile rahatça çözülebilir, a_0 , a_1 ve a_2 değerleri bulunabilir. Denklemleri iki boyutlu olarak matris ile çözmek de yarar vardır. Ayrıca bu şekilde daha rahat kodlanabilir. (**Chapra ve Canale, 2003**)

2.2 Doğrusal Regresyona (Polinom Regresyonu) Bir Örnek

Çizelge 2.1 Doğrusal regresyon örnek çizelge

x_i	y_i
0	2.1
1	7.7
2	13.6
3	27.2
4	40.9
5	61.1

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$$

$$m = 2$$

$$n = 6$$

olmak üzere $(y_i - \bar{y})^2$ ve $(y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2)^2$ denklemleri çözülür ise aşağıdaki sonuçlara ulaşılır.

x_i	y_i	$(y_i - \bar{y})^2$	$(y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2)^2$
0	2.1	544.4	0.14
1	7.7	314.47	1.00286
2	13.6	140.03	1.08158

3	27.2	3.12	0.80491
4	40.9	239.22	0.61951
5	61.1	1272.11	0.09439

$$\sum x_i = 15, \sum y_i = 152.6, \sum x_i^2 = 55, \sum x_i^3 = 225, \sum x_i^4 = 979,$$

$$\sum x_i y_i = 585.6, \sum x_i^2 y_i = 2488.8$$

$$\bar{x} = 2.5 \quad \bar{y} = 25.433$$

denklemler daha genel matris formülasyonunda yazılır ise:

$$\begin{bmatrix} 6 & 15 & 55 \\ 15 & 55 & 225 \\ 55 & 225 & 979 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 152.6 \\ 585.6 \\ 2488.8 \end{Bmatrix}$$

Bu denklemden:

$$a_0 = 2.47857 \quad a_1 = 2.35929 \quad a_2 = 1.86071 \text{ ve,}$$

$$y = 2.47857 + 2.35929x + 1.86071x^2 \text{ olur.}$$

$$S_t = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = 2513.39 \text{ (tablodaki 3. sütunun toplamı)}$$

$$S_r = \sum (y_i - a_0 - a_1 x - a_2 x^2)^2 = 3.74657 \text{ (tablodaki son sütunun toplamı)}$$

bulunur ve

$$r^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} = \frac{2513.39 - 3.74657}{2513.39} = 0.99851 \text{ sonucu çıkar.}$$

Bulunan model eğrinin gerçek sonuçlara çok yakınsandığını ifade eder.

(Chapra ve Canale, 2003)

2.3 Regresyonda Yaklaşım ve Hata Kavramları

Burada S_t regresyon öncesinde bağımlı değişkenin (y) ortalama değeri etrafında karelerin toplamıdır.

$$S_t = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (2.5)$$

S_r ise regresyon doğrusu etrafındaki artık karelerin toplamıdır.

$S_t - S_r$ ortalama bir değerden çok düz bir doğruyla tanımlamak yoluyla hata azalması veya iyileşmenin ölçüsünü belirtir.

$$r^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} \quad \text{determinasyon katsayısını,} \quad (2.6)$$

Karekökü olan “r” ise korelasyon katsayısını verir.

Bu şekilde $r^2 = 0.95$ çıkan bir yaklaşım için modelin yaklaşım sonucunun %95 doğruluk veya tersi olarak %5’lik bir hata ile açıklandığı söylenebilir.

$S_r = 0$ olması durumunda $r = r^2 = 1$ olup doğrunun model ile %100 açıklandığını belirtir.

$S_r = S_t$ olması durumunda $r = r^2 = 0$ olup eğri uydurma bir iyileşme göstermez.

(Chapra ve Canale, 2003)

2.4 Doğrusal En Küçük Kareler İçin Genel Matris Formülasyonu ve Doğrusal Olmayan Regresyon İçin Önemi

Genel doğrusal en küçük kareler modeli aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$y = a_0 z_0 + a_1 z_1 + a_2 z_2 + \dots + a_m z_m + e$$

Böylece tüm modellere ait genel bir denklem oluşturulabilir. Burada “z” yerine yazılacak terimler modeli istenen modele dönüşümü sağlayacaktır. Örnek olarak $z_0=1$, $z_1=x$, $z_2=x^2$ verilir ise, Polinom regresyonu için bir model elde etmiş olunur.

Burada önemli bir nokta ise doğrusal teriminin modelin parametrelere nasıl bağlı olduğunu açıklamaktadır.

Yukarıdaki eşitlik matris formunda ifade edilirse:

$$\{Y\} = [Z] \{A\} + \{E\} \quad (2.7)$$

Burada $[Z]$ bağımsız değişkenlerin ölçülmüş değerlerinde “z” fonksiyonlarının hesaplanmış değerlerinin bir matrisidir.

$$[Z] = \begin{bmatrix} z_{01} & z_{11} & \cdots & z_{m1} \\ z_{02} & z_{12} & \cdots & z_{m2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ z_{0n} & z_{1n} & \cdots & z_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{burada } \mathbf{m} \text{ modeldeki değişken sayısı, } \mathbf{n} \text{ ise veri noktası sayısıdır}$$

$\{Y\}$ ise bağımlı değişkenin gözlenmiş değerlerini içerir. (örnek olarak $y = 2x+1$ denkleminde y bağımlı değişken x ise bağımsız değişkendir.)

$$\{Y\}^T = [y_1 \quad y_2 \quad \cdots \quad y_n]$$

$$\{A\}^T = [a_1 \quad a_2 \quad \cdots \quad a_m]$$

$$\{E\}^T = [e_1 \quad e_2 \quad \cdots \quad e_n]$$

Artık karelerin toplamı aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$S_r = \sum_{i=0}^n (y_i - \sum_{j=0}^m a_j z_{ji})^2 \text{ olur.}$$

S_r ’yi minimum yapmak için her bir katsayı için türev alınır ve çıkan denklemler sıfıra eşitlenir ise bu işlemin matris formu aşağıdaki gibi olur:

$$[[Z]^T [Z]] \{A\} = \{[Z]^T \{Y\}\}$$

Buradan $\{A\}$ çekilir ise bulunan katsayıların bir matris formu elde edilmiş olur.

$$\{A\} = [[Z]^T [Z]]^{-1} \{[Z]^T \{Y\}\} \quad (2.8)$$

Bu denklem doğrusal olmayan regresyonda çok yardımcı olacaktır. Çünkü doğrusal olmayan bir denklemin köklerini eleme yöntemleri ile çözmek oldukça güçtür. (**Chapra ve Canale, 2003**)

2.5 Jakoben ve Hessian Matrisler

2.5.1 Jakoben Matris

Bir Jakoben Matris aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$[J] = \begin{bmatrix} \partial f_1 / \partial a_0 & \partial f_1 / \partial a_1 & \dots & \partial f_1 / \partial a_k \\ \partial f_2 / \partial a_0 & \partial f_2 / \partial a_1 & \dots & \partial f_2 / \partial a_k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \partial f_i / \partial a_0 & \vdots & \vdots & \partial f_i / \partial a_k \end{bmatrix}$$

Burada $\partial f_i / \partial a_k$, i'inci veri noktasında k'ıncı parametreye göre fonksiyonun kısmi türevidir.

(Chapra ve Canale, 2003; Madsen vd., 2004)

2.5.2 Hessian Matris

Jakoben Matrisinin kendisinin transpozu ile çarpımı Hessian matris yaklaşımını vermektedir ve $[H]$ **Hessian Matris** ise aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$[H] = [J]^T [J] \text{ (Lourakis, 2005)}$$

2.5.3 Genel Matris Formülasyonundaki Değişkenler ve Jakoben - Hessian Matrisleriyle İlişkisi

Jakoben Matris formülasyonun genel matris formülasyonundaki $[Z]$ matrisiyle aynı matris olduğu gözükmemektedir ve birçok farklı kaynakta $[Z]$ matrisi $[J]$ olarak ifade edilmektedir.

Bu durumda $[[Z]^T [Z]]$ ifadesi ise $[[J]^T [J]]$ ifadesine denktir ve Hessian Matrisi vermektedir (Lourakis, 2005) ve bir çok farklı kaynakta $[H]$ ile ifade edilmektedir.

$\{Y\}$ matrisi ise ölçümler ile orijinal bağımsız değişkenler arasındaki fark vektörüdür ve bir çok farklı kaynakta $\{f\}$ ile ifade edilmektedir. (Madsen vd., 2004; Lourakis, 2005; Roweis, 2005)

$$\{f\} = \begin{Bmatrix} y_1 - f(x_1) \\ y_2 - f(x_2) \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n - f(x_n) \end{Bmatrix} \quad (2.9)$$

$\{\Delta A\}$ ise her iterasyonda değişecek olan değişim vektörüdür. Her değişim ilk verilen katsayı değerlerine eklenecek ve doğru katsayıları bulana kadar devam edecektir.

$$\{\Delta A\} = \begin{Bmatrix} \Delta a_0 \\ \Delta a_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \Delta a_m \end{Bmatrix} \quad (2.10)$$

(Chapra ve Canale, 2003; Madsen vd., 2004; Lourakis, 2005; Roweis, 2005)

3. DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON

Doğrusal olmayan regresyonda, doğrusal regresyonda kullanılan yöntemler kullanılır. Tek fark ise denklemin katsayılarını çözmek için kullanılan yöntemlerdedir.

Doğrusal regresyonda olduğu gibi çıkan denklemler eleme yöntemiyle çözülemez ve bu noktada genel matris formülasyonu devreye girer ve denklemleri çözmek için iterasyon yapılır. Genel matris formülasyonu sayesinde iterasyonlar daha rahat kodlanabilir ve karmaşık ve çok uzun süren iterasyon işlemleri bilgisayar yardımıyla çözülür hale gelir.

(Chapra ve Canale, 2003)

Bu durumda doğrusal olmayan regresyon analiz yöntemleri birbirlerinden iterasyon yöntemleriyle ayrılmaktadır.

3.1 Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi Yöntemleri

1. Gauss-Newton
2. Modified (Modified Gauss-Newton)
3. Levenberg
4. Levenberg-Marquart [Seber ve Wild 2005]

Doğrusal olmayan regresyon yöntemleri arasında en sade olanı Gauss-Newton yöntemidir, eğer Gauss-Newton yöntemi doğru anlaşılır ise diğer doğrusal olmayan regresyon yöntemleri daha anlaşılır hale gelecektir.

3.2 Gauss-Newton İterasyon Metodu ile Doğrusal Olmayan Regresyon

Gauss-Newton yöntemi, veriler ve doğrusal olmayan denklemler arasındaki artıkların kareleri toplamını minimum yapmak için bir algoritmadır. İncelenen tekniğin anahtar kavramı, orijinal doğrusal olmayan denklemini yaklaşık olarak ifade etmek için Taylor serisi açılımını kullanmasıdır. Daha sonra artıkları minimum yapan parametrelerin yeni bir tahminini elde etmek için “En Küçük Kareler” yöntemi kullanılabilir.

$$y_i = f(x_i; a_0, a_1, \dots, a_m) + e_i$$

Kısaltılmış bir formda:

$y_i = f(x_i) + e_i$ burada fonksiyonumuz doğrusal olmayan bir modeldir.

Doğrusal olmayan model Taylor serisine açılır ve birinci türevden sonrası atılır ise:

$$f(x_i)_{j+1} = f(x_i)_j + \frac{\partial f(x_i)_j}{\partial a_0} \Delta a_0 + \frac{\partial f(x_i)_j}{\partial a_1} \Delta a_1 \text{ olur,}$$

$$y_i - f(x_i)_j = \frac{\partial f(x_i)_j}{\partial a_0} \Delta a_0 + \frac{\partial f(x_i)_j}{\partial a_1} \Delta a_1 + e_i \text{ olur}$$

Bu ifade önce yapıldığı gibi matris formunda ifade edildiğinde

$$\{D\} = [Z_j] \{\Delta A\} + \{E\} \text{ olur.}$$

$[Z_j]$, fonksiyonun başlangıç tahmini j 'de hesaplanmış olan kısmi türevlerin matrisidir.

($[J]$ (Jakoben) Matrisi)

$$[Z_j] = \begin{bmatrix} \partial f_1 / \partial a_0 & \partial f_1 / \partial a_1 & \dots & \partial f_1 / \partial a_k \\ \partial f_2 / \partial a_0 & \partial f_2 / \partial a_1 & \dots & \partial f_2 / \partial a_k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \partial f_i / \partial a_0 & \vdots & \vdots & \partial f_i / \partial a_k \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Burada $\partial f_i / \partial a_k$, i 'inci veri noktasında k 'inci parametreye göre fonksiyonun kısmi türevidir.

Başka bir deyişle her bir sütun fonksiyonun sırasıyla katsayıya göre diferansiyelinin alınması ve yerine bağımsız değişkenlerin yerleştirilerek kısmi türevlerinin alınması ile oluşturulur. Sıra önemli değildir. Önemli olan buradaki oluşturulmuş sıraya göre $\{\Delta A\}$ vektörünün oluşturulmasıdır. Buraya özellikle dikkat edilmelidir.

$\{D\}$ Vektörü, ölçümler ile orijinal bağımsız değişkenler arasındaki fark vektörüdür.

$$\{D\} = \begin{Bmatrix} y_1 - f(x_1) \\ y_2 - f(x_2) \\ \vdots \\ y_n - f(x_n) \end{Bmatrix} \quad (\{f\}) \quad (3.2)$$

$\{\Delta A\}$ Vektörü ise her iterasyonda değişecek olan değişim vektörüdür. Her değişim ilk verilen katsayı değerlerine eklenecek ve doğru katsayıları bulana kadar devam edecektir. Eğer doğru ilk değerler verilir ise bir süre sonra değişimlerdeki değişim sıfıra yaklaşacaktır.

$$\{\Delta A\} = \begin{Bmatrix} \Delta a_0 \\ \Delta a_1 \\ \vdots \\ \Delta a_m \end{Bmatrix} \quad (3.3)$$

Bu kuramlar daha genel matris formülasyonu ile birleştirilir ise:

$$[Z]^T [Z] \{\Delta A\} = [Z]^T \{D\} \quad ([J]^T [J] \{\Delta A\} = [J]^T \{f\})$$

Buradan yine $\{\Delta A\}$ çekilir ise bulunan katsayı değişimlerinin bir matris formunu elde edilmiş olunur.

$$\{\Delta A\} = [Z]^T [Z]^{-1} [Z]^T \{D\} \quad (\{\Delta A\} = [J]^T [J]^{-1} [J]^T \{f\}) \quad (3.4)$$

Bu ise parametrelerin iyileştirilmiş değerlerini hesaplamak için kullanılabilir:

$$a_{0,j+1} = a_{0,j} + \Delta a_0 \quad ((j+1) = \text{bir sonraki iterasyonda kullanılacak değer}) \quad (3.5)$$

($p^{k+1} = p^k + \Delta A^k$ ile katsayılar yenilenir.)

$$|\mathcal{E}_a|_k = \left| \frac{a_{k,j+1} - a_{k,j}}{a_{k,j+1}} \right| \times \%100 \text{ değeri kabul edilebilir bir durdurma kriterinin altına}$$

ininceye kadar sürdürülür

(Chapra ve Canale, 2003; Madsen vd., 2004; Seber ve Wild, 2005).

3.2.1 Kısaca Gauss Newton

$\{\Delta A\} = \left[[J]^T [J] \right]^{-1} \left\{ [J]^T \{f\} \right\}$ veya başka bir ifade ile $\{\Delta A\} = [H]^{-1} \left\{ [J]^T \{f\} \right\}$ formülünden çekilen $\{\Delta A\}$ matrisinin sırasıyla bir önceki katsayı değerlerine aşağıdaki gibi eklenmesidir:

$$p^{k+1} = p^k + \Delta A^k \quad (k = \text{iterasyon})$$

(Chapra ve Canale, 2003; Madsen vd., 2004).

3.2.2 Doğrusal Olmayan Regresyon'a (Gauss-Newton) Bir Örnek

Fonksiyon: $f(x; a_0, a_1) = a_0 (1 - e^{-a_1 x})$

Çizelge 3.1 Doğrusal olmayan regresyon örnek veriler

x	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25
y	0.28	0.57	0.68	0.74	0.79

Katsayılara göre fonksiyonun kısmi türevleri:

$$\frac{\partial f}{\partial a_0} = 1 - e^{-a_1 x} \quad \frac{\partial f}{\partial a_1} = a_0 x e^{-a_1 x} \text{ olur,}$$

başlangıç değerlerini keyfi olarak $a_0 = 1.0$ ve $a_1 = 1.0$ seçilmiştir.

1. iterasyon:

x bağımsız değişkenleri sütun halinde 2 kısmi türev fonksiyonuna yerleştirilirse $[Z]$ matrisini elde edilir.

$$[Z_0] = \begin{bmatrix} 0.2212 & 0.1947 \\ 0.5276 & 0.3543 \\ 0.7135 & 0.3581 \\ 0.8262 & 0.3041 \\ 0.8946 & 0.2371 \end{bmatrix}$$

katsayılar iterasyon ile değiştikçe $[Z]$ matrisi tekrar hesaplanacak ve her bir iterasyonda işlemlere tekrar sokulacaktır.

Matris kendi transpozu ile çarpılır ise:

$$[[Z]^T [Z]] = \begin{bmatrix} 2.3193 & 0.9489 \\ 0.9489 & 0.4404 \end{bmatrix}$$

olur ve

$$[[Z]^T [Z]]^{-1} = \begin{bmatrix} 3.6397 & 0.9489 \\ 0.9489 & 0.4404 \end{bmatrix} \text{ elde edilir.}$$

$$\{D\} = \begin{Bmatrix} 0.28 - 0.2212 \\ 0.57 - 0.5276 \\ 0.68 - 0.7135 \\ 0.74 - 0.8262 \\ 0.79 - 0.8946 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.0588 \\ 0.0424 \\ -0.0335 \\ -0.0862 \\ -0.1046 \end{Bmatrix}$$

bu vektör $[Z]^T$ ile çarpılır ise:

$$\{[Z]^T \{D\}\} = \begin{Bmatrix} -0.1533 \\ -0.0365 \end{Bmatrix}$$

$$\{\Delta A\} = \begin{Bmatrix} -0.2174 \\ 0.5019 \end{Bmatrix}$$

son olarak katsayılardaki bu değişim eklenir ise:

$$\begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1.0 \\ 1.0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.2174 \\ 0.5019 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.7286 \\ 1.5019 \end{Bmatrix} \text{ olur,}$$

ilk iterasyonda bulunan sonuçlar:

$$a_0 = 0.7286 \quad a_1 = 1.5019$$

$$y = 0.7286 (1 - e^{-1.5019x})$$

$$S_r = \sum_{i=1}^n [y_i - a_0(1 - e^{-a_1 x_i})]^2 = \sum_{i=1}^5 [y_i - 0.7286(1 - e^{-1.5019 x_i})]^2 \quad (\text{Artık kareler toplamı})$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{0.28 + 0.57 + 0.68 + 0.74 + 0.79}{5} = 0.606$$

$$S_t = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^5 (y_i - 0.606)^2$$

Formülleri ile

$$r^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} \text{ den bu iterasyonda modelin gerçeğe ne kadar yaklaştığı hesaplanabilir.}$$

(Chapra ve Canale, 2003)

3.2.3 Gauss-Newton Yöntemi ve Bazı Kusurları:

1. Yavaş yakınsayabilir
2. Geniş bir aralıkta salınabilir, yani sürekli yön değiştirir.
3. Hiç yakınsamayabilir

(Chapra ve Canale, 2003).

3.2.4 Algoritmelerde Kullanılacak Temel Fonksiyonlar ve Parametrelerin Geniş Açıklamaları

3.2.4.1 Koşul ve Döngüler

Algoritmelerdeki koşul (IF...THEN...END IF) ve döngü (DO...WHILE) deyimleri kolay anlaşılması açısından **visual basic** dilinde kullanılan biçimiyle verilmiştir.

3.2.4.2 Algoritmelerde Kullanılan Değişkenler

- i. “C” değişkeni fonksiyonda kullanılan bağımsız değişkenlerin ($x_1, x_2, x_3 \dots$) katsayı vektörüdür ($c_1, c_2, c_3 \dots$). Bu vektör iterasyon sırasında sürekli değişerek fonksiyonu sonuca yaklaştırır.
- ii. “Eski_C” değişkeni bir önceki iterasyonda bulunan katsayı vektörüdür.
- iii. “X” değişkeni fonksiyonda kullanılan bağımsız değişkenler ($x_1, x_2, x_3 \dots$) vektörüdür. Veri tabanından select sorgusu ile çekilir ve her bir iterasyonda tüm orjinal veriler bu vektörde yerine konur.
- iv. “Y” değişkeni veri tabanından çekilen, verilen orjinal ölçümleri içeren vektörü ifade eder.

- v. “**S_r**” değişkeni eşitlik (2.1) ‘de verilen artık kareler toplamıdır.
- vi. “**r²**” değişkeni eşitlik (2.6) ‘da verilen determinasyon katsayısıdır ve aynı zamanda iterasyonun ulaştığı başarıyı belirler Eğer iterasyonların belli bir başarı yüzdesinde durdurulması isteniliyorsa bu değere bakılır.
- vii. “**Eski_r²**” değişkeni bir önceki iterrasyonda tutulan **r²** değeridir. İki değer arasındaki mutlak fark aynı zamanda durdurma kriteri olarak kullanılmıştır. İki değer arasındaki fark verilen hassasiyetden (**Epsilon**) küçükse iterasyon sonlandırılır. Çünkü sonuca yaklaştıkça iterasyonlar arasındaki katsayı değişimleri sıfıra yaklaşmaktadır..
- viii. “**Epsilon**” değişkeni **v**’de anlatılan ve iki iterasyon arasında bulunan mutlak **r²** farkıdır ($|r^2 - Eski_r^2|$). Bu değer ne kadar yüksek verilirse o kadar daha iyi sonuca ulaşılacak ama aynı zamanda iterasyon sayısı artacaktır. İhtiyaçlara göre optimum bir değer verilmelidir.
- ix. “**Min_r²**” değişkeni iterasyonların belli bir başarıya ulaştığında durmasını sağlayan durdurma kriteri değeridir. Eğer en iyi sonuca ulaşmak isteniyorsa bu değer 1 (% 100) verilerek sadece diğer durdurma kriterlerinin kullanılmasını sağlanabilir. Bu değer ne kadar yüksek verilirse o kadar daha iyi sonuca ulaşılacak ama aynı zamanda iterasyon sayısı artacaktır. İhtiyaçlara göre optimum bir değer verilmelidir. Bu çalışmada bu değer en iyi sonucu görmek adına 1.0 (% 100) verilmiştir.
- x. “**It**” değişkeni yöntemin kaçınıcı iterasyonda olduğunu gösteren değerdir. Eğer iterasyonların belli bir sayıyı aşmaması isteniyorsa bu değişkenin değerine bakılır.
- xi. “**Max_it**” değişkeni en fazla kaç iterasyon yapılacağını bildiren durdurma kriteri değeridir. Bu değer çok yüksek tutulursa iterasyonlar diğer durdurma kriterlerinde birine takılacaktır ki bu çalışmada yeterince büyük bir değer verilmiştir.
- xii. “**Fi**” değişkeni bir önceki iterayonda bulunan katsayılarla oluşturulan denklemi ifade etmektedir.
- xiii. “**J**” değişkeni eşitlik (3.1) ‘de verilen kısmi türevler matrisini ifade etmektedir (Jakoben matrisi).
- xiv. “**JT**” değişkeni “**J**” matrisinin transpozudur.
- xv. “**H**” değişkeni “**JT**” ve “**J**” değişkenlerinin matris çarpımı olan Hessian matrisini ifade eder.

- xvi. “ $\mathbf{H}^{-1}$ ” değişkeni “ $\mathbf{H}$ ” matris değişkeninin tersi matrisini ifade eder.
- xvii. “ $\mathbf{f}$ ” değişkeni eşitlik (2.9) ve eşitlik (3.2)’de verilen ölçümler ile orijinal bağımsız değişkenler arasındaki fark vektörünü ifade eder.
- xviii. “ $\mathbf{d}$ ” değişkeni “ $\mathbf{JT}$ ” değişkeni ile “ $\mathbf{f}$ ” değişkeninin matris çarpımını ifade eder.
- xix. “ ΔA ” değişkeni eşitlik (2.10) ve eşitlik (3.3) ‘de verilen değişim vektörünü ifade eder.
- xx. “**Alt_It**” Hartley algoritmasında kullanılan alt iterasyonların kaçınıcı iterasyonda olduğunu gösteren değerdir. Eğer alt iterasyonların belli bir sayıyı aşmaması isteniyorsa bu değişkenin değerine bakılır.
- xxi. “**Max_Alt_it**” Hartley Algoritmasında kullanılan en fazla kaç alt iterasyon yapılacağını bildiren alt iterasyon durdurma kriteri değeridir. Bu çalışmada bu değer 10 olarak verilmiştir.
- xxii. “ λ ” değişkeni Levenberg ve Marquart yöntemlerinde kullanılan katsayı değişkenidir. Genelde ilk değer 10^{-3} alınır ve sabit veya değişken bir katsayı (momentum) ile iterasyon durumuna göre artırılır veya azaltılır.
- xxiii. “**Step**” değişkeni Levenberg ve Marquart yöntemlerinde kullanılır. Bu çalışmada sabit momentum değeri olarak 2, 5, 10, 15, 20, 30 değerleri verilerek denenmiştir. Ayrıca dinamik momentum yöntemlerinde de kullanılır.
- xxiv. “ ρ ” değişkeni dinamik momentum katsayılı Levenberg ve Marquart yöntemlerinde dinamik momentum katsayısını oluşturan değeri ifade etmek için kullanılmıştır.

3.2.4.3 Algoritmalarda Kullanılan Yordamlar

- i. “**Fonksiyon**” yordamı bir önceki iterasyonda bulunan katsayılar (“ $\mathbf{C}$ ”) ile yeni fonksiyonu belirleyen yordamdır.
- ii. “**JakobenMatris**” yordamı eşitlik (3.1) ’de verilen formülü mevcut fonksiyon (“ $\mathbf{Fi}$ ”) ve veri tabanından gelen parametreleri ($\mathbf{X}$) kullanarak bulan yordamdır.
- iii. “**FarkMatris**” yordamı mevcut fonksiyonu ($\mathbf{Fi}$) ve veri tabanından gelen parametreleri ($\mathbf{X}$) kullanarak eşitlik (2.9) ve (3.2)’deki formülü uygulayan yordamdır.
- iv. “**ArtıkKareToplamı**” yordamı fark matrisini ($\mathbf{f}$) kullanarak eşitlik (2.6)’daki formülü

uygulayarak, artık kareler toplamını bulan yordamdır.

- v. **“DeterminasyonKatsayısı”** yordamı eşitlik (2.6)’da verilen formülü uygulayarak r^2 değerini bulan yordamdır.
- vi. **“TranspozMatris”** yordamı bir matrisin tranpozunu bulan yordamdır.
- vii. **“MatrisCarp”** yordamı verilen iki matrisi çarpan yordamdır.
- viii. **“TersMatris”** yordamı verilen bir matrisin ters matrisini bulan yordamdır.
- ix. **“MatrisTopla”** yordamı verilen iki matrisin toplam matrisini bulan yordamdır.
- x. **“Max”** yordamı verilen iki değer arasında büyük olan değeri döndüren yordamdır.
- xi. **“Pow(a,b)”** yordamı a^b matematiksel ifadesinin değerini döndüren yordamdır.

3.2.5 Gauss-Newton Algoritması

Gauss-Newton yöntemi en sade doğrusal olmayan regresyon yöntemidir ve algoritması aşağıdaki gibidir:

DO

```

It = It + 1
Fi = Fonksiyon( C )
J = JakobenMatris( Fi,X)
f = FarkMatris(Fi,X,Y)
Eski_  $r^2$  =  $r^2$ 
Sr = ArtıkKareToplamı(f);
 $r^2$  = DeterminasyonKatsayısı (Sr )
JT = TranspozMatris( J )
H = MatrisCarp( JT , J )
 $H^{-1}$  = TersMatris ( H )
d = MatrisCarp( JT, f )
 $\Delta A$  = MatrisCarp(  $H^{-1}$ , d)
C = C +  $\Delta A$ 

```

WHILE (Mutlak(r^2 - Eski_ r^2) > Epsilon AND It < Max_It AND r^2 < Min_ r^2)

3.3 Hartley Yarılama İterasyon Metodu İle Doğrusal Olmayan Regresyon

Hartley metodunun Gauss-Newton metodundan tek farkı bir **alt iterasyon** safhası içermesidir. Öyle ki eğer bir önceki artık kareler toplamı o anki artık kareler toplamından daha küçükse, yani bir öncekinde bulunan sonuç daha iyi ise bir alt iterasyon safhası başlar ve bu alt iterasyon bir önceki iterasyonda bulunan artık kareler toplamından daha iyi oluncaya kadar ve/veya belirlenmiş bir maksimum alt iterasyon sayısı kadar devam eder. Alt iterasyon her seferinde ΔA kadar yarıya bölünerek devam eder. Bundan sonraki safhalar Gauss-Newton ile aynıdır. Eğer iterasyonlar düzgün gider ise hiç alt iterasyona gerek kalmadan da sonuç alınabilir ki bu durum Gauss-Newton algoritmasıyla eş değerdir. Bu çalışmada her bir alt iterasyonda değişim vektörü 2'ye bölündüğü için hartley yarılama metodu kullanılmıştır.

(SAS,1999;Nesterov, 2003)

3.3.1 Hartley Yarılama Algoritması

DO

$It = It + 1$

$Fi = \text{Fonksiyon}(C)$

$J = \text{JakobenMatris}(Fi, X)$

$f = \text{FarkMatris}(Fi, X, Y)$

$Eski_r^2 = r^2$

$S_r = \text{ArtıkKareToplamı}(f);$

$r^2 = \text{DeterminasyonKatsayısı}(S_r)$

$JT = \text{TranspozMatris}(J)$

$H = \text{MatrisCarp}(JT, J)$

$H^{-1} = \text{TersMatris}(H)$

$d = \text{MatrisCarp}(JT, f)$

$\Delta A = \text{MatrisCarp}(H^{-1}, d)$

$Eski_C = C$

$C = C + \Delta A$

$Alt_It = 0$

/*Hartley Alt İterasyonu*/

WHILE $S_r > Eski_S_r$ **AND** $Alt_It < Max_Alt_It$

```

    Alt_It = Alt_It + 1
    ΔA = ΔA / 2
    C = Eski_C + ΔA
    Fi = Fonksiyon( C)
    f = FarkMatris(Fi,X,Y)
    Sr = ArtıkKareToplamı(f);

END WHILE

WHILE (Mutlak(r2 - Eski_r2) > Epsilon AND It < Max_It AND r2 < Min_r2)

```

3.4 Levenberg İterasyon Metodu İle Doğrusal Olmayan Regresyon

Levenberg yöntemi en hızlı artış yöntemi (steepest descent) ile Gauss-Newton yöntemini birleştiren ve her ikisinin avantajlarını bir araya getiren bir yöntemdir. En hızlı artış yöntemi, başlama noktası optimumdan uzak da olsa fonksiyonun değerini artırır, Levenberg yöntemi , eğer yaklaşım sonuçtan uzak bir nokta ise en hızlı artış yöntemini, optimuma yaklaştığı zaman ise Newton yöntemini kullanır.

Bu işlemi Hessian Matrisinin ($[H] = [J]^T [J]$) Köşegenini (Diyagonal) değiştirerek gerçekleştirir. Hessian Matrisinin köşegenini λ gibi bir değişken katsayı ile toplanarak değiştirilir.

λ katsayısı optimumdan uzaklaştıkça arttırılacak, optimuma yaklaştıkça küçültülecektir.

Genelde ilk değeri 10^{-3} alınır ve optimuma yaklaşınca 10 ile bölünür, optimumdan uzaklaştıkça 10 ile çarpılır. Önemli olan Hessian Matrisinin köşegeninin belli bir momentum katsayısı (**Damping Parameter**) (λ) ile öteletmektir. (Lourakis, 2005)

$$\{\Delta A\} = [H]^{-1} \{[J]^T \{f\}\} \quad (\text{Gauss-Newton})$$

Gauss-Newton'dan alınan bu formül aşağıdaki şekli alır. (I = birim matris)

$$\{\Delta A\} = [H + \lambda I]^{-1} \{[J]^T \{f\}\} \quad (\text{Levenberg}) \quad (3.6)$$

(Madsen vd., 2004; Lourakis, 2005; Roweis, 2005)

Eşitlik (3.6)'da görüldüğü gibi λ katsayısı küçüldükçe yöntem Gauss-Newton metoduna benzemektedir. (Chapra ve Canale, 2003)

Levenberg metodunun Gauss-Newton metoduna göre en önemli avantajı başlangıç parametrelerine bağlı olmaksızın sonuca ulaşma başarısının daha yüksek olmasıdır.

3.4.1 Sabit Momentum Katsayısı İle Levenberg Algoritması

Bu algoritmada başlangıçta verilen sabit momentum değeri yine sabit bir değer olan “**step**” değişkeni ile artırılıp azaltılmaktadır. Bu sabit değer genel olarak 10 değerini almakla beraber bu çalışmada 2, 5, 10, 15, 20 ve 30 değerleri denenmiş ve birbirlerine üstünlükleri araştırılmıştır.

DO

$It = It + 1$

$Fi = \text{Fonksiyon}(C)$

$J = \text{JakobenMatris}(Fi, X)$

$f = \text{FarkMatris}(Fi, X, Y)$

$Eski_r^2 = r^2$

$Eski_S_r = S_r$

$S_r = \text{ArtıkKareToplamı}(f);$

$r^2 = \text{DeterminasyonKatsayısı}(S_r)$

IF $S_r > Eski_S_r$ **THEN**

$\lambda = \lambda * \text{step}$

$C = Eski_C$

ELSE

$\lambda = \lambda / \text{step}$

$Eski_C = C$

END IF

$JT = \text{TranspozMatris}(J)$

$H = \text{MatrisCarp}(JT, J)$

$H[i,i] = H[i,i] + \lambda$ //Levenberg, H matrisinin diyagonali λ ile toplanıyor.

$H^{-1} = \text{TersMatris}(H)$

$d = \text{MatrisCarp}(JT, f)$

$$\Delta A = \text{MatrisCarp}(H^{-1}, d)$$

$$C = C + \Delta A$$

WHILE (**Mutlak**($r^2 - \text{Eski_}r^2$) > Epsilon **AND** It < Max_It **AND** $r^2 < \text{Min_}r^2$)

3.4.2 Dinamik Momentum Katsayısı ile Levenberg Algoritması

Bu algorithmada sabit momentum yöntemleriyle olan tek fark λ katsayısının başlangıçta verilen sabit bir değer ile değil belli bir formülasyon ile arttırılıp azaltılmasıdır. Bu durumda iterasyon yöntemi iterasyonun akışına göre kendisine değişken bir momentum katsayısı belirlemektedir.

$$\rho_i = (r_{i-1}^2 - r_i^2) / (\Delta A_i^T (\mu_i \Delta A_i + d_i)) \quad (3.7)$$

Buradaki “i” değişkeni mevcut iterasyonu,

r^2 eşitlik 2.6 ‘da verilen determinasyon katsayısını,

“ ΔA ” eşitlik 2.10 ve 3.3 ‘de verilen değişim vektörünü,

“ d ” değişkeni eşitlik 3.1 ‘de verilen kısmi türevler matrisininin (**J** veya **Z**) transpozu (**J^T**) ile eşitlik 2.9 ve 3.2’de verilen ölçümler ve orijinal bağımsız değişkenler arasındaki fark vektörününün çarpımını ifade eder. ($d = J^T f$)

Bulunan değişken (ρ) iterasyonların kararlı olma durumunda (ρ) ve $(1 - (2\rho - 1)^3)$ değerlerinden hangisi büyük ise o değer olarak kullanılır. Eğer iterasyon bir önceki iterasyondan daha kötü bir sonuç üretmiş ise her seferinde 2 ile çarpılarak iterasyonlar kararlı hale getirilmeye çalışılır. (Lourakis, 2005; Roweis, 2005)

DO

$$It = It + 1$$

$$Fi = \text{Fonksiyon}(C)$$

$$J = \text{JakobenMatris}(Fi, X)$$

$$f = \text{FarkMatris}(Fi, X, Y)$$

$$\text{Eski_}r^2 = r^2$$

$$\text{Eski_}S_r = S_r$$

$$S_r = \text{ArtıkKareToplamı}(f);$$

$$r^2 = \text{DeterminasyonKatsayısı}(S_r)$$

```

 $\rho = (\text{Eski\_}r^2 - r^2) / (\text{MatrisCarp}(\text{TranspozMatris}(\Delta A), \text{MatrisTopla}(\text{MatrisCarp}(\Delta A, \lambda), d)))$ 

```

```

IF  $S_r > \text{Eski\_}S_r$  THEN

```

```

     $\lambda = \lambda * \text{step}$ 

```

```

    step = step * 2

```

```

    C = Eski_C

```

```

ELSE

```

```

     $\lambda = \lambda * \text{Max}(\rho, 1 - \text{Pow}((2 * \rho - 1), 3))$ 

```

```

    Step = 10;

```

```

    Eski_C = C

```

```

END IF

```

```

JT = TranspozMatris(J)

```

```

H = MatrisCarp(JT, J)

```

```

H[i,i] = H[i,i] +  $\lambda$  //Levenberg,H matrisinin diyagonali  $\lambda$  ile toplanıyor.

```

```

 $H^{-1} = \text{TersMatris}(H)$ 

```

```

d = MatrisCarp(JT, f)

```

```

 $\Delta A = \text{MatrisCarp}(H^{-1}, d)$ 

```

```

C = C +  $\Delta A$ 

```

```

WHILE (Mutlak( $r^2 - \text{Eski\_}r^2$ ) > Epsilon AND It < Max_It AND  $r^2 < \text{Min\_}r^2$ )

```

3.4.3 Dinamik Momentum Katsayısı ile Alternatif Levenberg Algoritması

Momentum katsayısı kullanan iterasyon yöntemlerini incelendiğinde iterasyon sonucunda yaklaşma oranı bir önceki yaklaşma oranına göre daha düşük ise momentum katsayısı Hessian matrisi ile çarpılmakta, tersi durumda ise bölünmektedir. Dinamik momentum katsayısı yönteminde de bu metot uygulanırsa daha iyi sonuç alınabilir.

DO

$It = It + 1$

$Fi = \text{Fonksiyon}(C)$

$J = \text{JakobenMatris}(Fi, X)$

$f = \text{FarkMatris}(Fi, X, Y)$

$Eski_r^2 = r^2$

$Eski_S_r = S_r$

$S_r = \text{ArtıkKareToplamı}(f);$

$r^2 = \text{DeterminasyonKatsayısı}(S_r)$

$\rho = (Eski_r^2 - r^2) / (\text{MatrisCarp}(\text{TranspozMatris}(\Delta A), \text{MatrisTopla}(\text{MatrisCarp}(\Delta A, \lambda), d)))$

IF $S_r > Eski_S_r$ **THEN**

$\lambda = \lambda * \text{step}$

$\text{step} = \text{step} * 2$

$C = Eski_C$

ELSE

$\lambda = \lambda / \text{Max}(\rho, 1 - \text{Pow}(2 * \rho - 1, 3))$

$\text{Step} = 10;$

$Eski_C = C$

END IF

$JT = \text{TranspozMatris}(J)$

$H = \text{MatrisCarp}(JT, J)$

$H[i, i] = H[i, i] + \lambda$ //Levenberg, H matrisinin diyagonali λ ile toplanıyor.

$H^{-1} = \text{TersMatris}(H)$

$d = \text{MatrisCarp}(JT, f)$

$\Delta A = \text{MatrisCarp}(H^{-1}, d)$

$C = C + \Delta A$

WHILE ($\text{Mutlak}(r^2 - Eski_r^2) > \text{Epsilon}$ **AND** $It < \text{Max_It}$ **AND** $r^2 < \text{Min_r}^2$)

3.5 Levenberg – Marquart İterasyon Metodu İle Doğrusal Olmayan Regresyon

Marquardt, Levenberg yöntemini akıllıca bir metotla daha ileriye götürmüştür.

Yaptığı değişiklik ise Levenberg' in Birim Matrisini (I), Hessian ($[H]$) matrisinin diyagonalı ile değiştirmesidir.

$$\{\Delta A\} = [H + \lambda I]^{-1} \{[J]^T \{f\}\} \quad (\text{Levenberg})$$

Levenberg' in yukarıdaki formülü aşağıdaki forma dönüşmüştür:

$$\{\Delta A\} = [H + \lambda \text{diag}[H]]^{-1} \{[J]^T \{f\}\} \quad (\text{Marquart}) \quad (3.8)$$

Yukarıdaki formüle göre artık Hessian matrisinin diyagonalı λ katsayısı ile toplanmak yerine kendi diyagonalinin λ katsayısının çarpımı ile toplanacaktır. (Madsen vd., 2004; Lourakis, 2005; Roweis, 2005)

Momentum katsayısı (λ) Levenberg yönteminde olduğu gibi ilk değeri 10^{-3} alınır ve optimuma yaklaşıncı 0.1 ile çarpılır, optimumdan uzaklaştıkça 10 ile çarpılır. Dinamik momentum katsayısını bulma yöntemi keza Levenberg yönteminde olduğu gibidir ve Alternatif momentum katsayısını işleme yöntemleri Levenberg –Marquart için de geçerlidir.

3.5.1 Sabit Momentum Katsayısı İle Levenberg-Marquart Algoritması

DO

$It = It + 1$

$Fi = \text{Fonksiyon}(C)$

$J = \text{JakobenMatris}(Fi, X)$

$f = \text{FarkMatris}(Fi, X, Y)$

$Eski_r^2 = r^2$

$Eski_S_r = S_r$

$S_r = \text{ArtıkKareToplamı}(f);$

$r^2 = \text{DeterminasyonKatsayısı}(S_r)$

IF $S_r > Eski_S_r$ **THEN**

$\lambda = \lambda * \text{step}$

```

    C = Eski_C
ELSE
     $\lambda = \lambda / \text{step}$ 
    Eski_C = C
END IF

    JT = TranspozMatris( J )
    H = MatrisCarp( JT , J )
    H[i,i] = H[i,i] * (1 +  $\lambda$ )    //Marquardt
     $H^{-1} = \text{TersMatris}( H )$ 
    d = MatrisCarp( JT, f )
     $\Delta A = \text{MatrisCarp}( H^{-1}, d )$ 
    C = C +  $\Delta A$ 

WHILE ( Mutlak( $r^2$  - Eski_  $r^2$ ) > Epsilon AND It < Max_It AND  $r^2$  < Min_  $r^2$  )

```

3.5.2 Dinamik Momentum Katsayısı ile Levenberg-Marquart Algoritması

(Madsen vd., 2004; Lourakis, 2005; Roweis, 2005)

```

DO

    It = It + 1
    Fi = Fonksiyon( C )
    J = JakobenMatris( Fi,X)
    f = FarkMatris(Fi,X,Y)
    Eski_  $r^2 = r^2$ 
    Eski_  $S_r = S_r$ 
     $S_r = \text{ArtıkKareToplamı}(f)$ ;
     $r^2 = \text{DeterminasyonKatsayısı}(S_r)$ 

     $\rho = (\text{Eski\_} r^2 - r^2) / ( \text{MatrisCarp}( \text{TranspozMatris}( \Delta A ) , \text{MatrisTopla}$ 
     $(\text{MatrisCarp}(\Delta A, \lambda), d) )$ 

```


IF $S_r > \text{Eski_}S_r$ **THEN**

$\lambda = \lambda * \text{step}$

$\text{step} = \text{step} * 2$

$C = \text{Eski_}C$

ELSE

$\lambda = \lambda * \text{Max}(\rho, 1 - \text{Pow}(2 * \rho - 1, 3))$

$\text{Step} = 10;$

$\text{Eski_}C = C$

END IF

$JT = \text{TranspozMatris}(J)$

$H = \text{MatrisCarp}(JT, J)$

$H[i,i] = H[i,i] * (1 + \lambda)$ //Marquart

$H^{-1} = \text{TersMatris}(H)$

$d = \text{MatrisCarp}(JT, f)$

$\Delta A = \text{MatrisCarp}(H^{-1}, d)$

$C = C + \Delta A$

WHILE (**Mutlak**($r^2 - \text{Eski_}r^2$) > Epsilon **AND** It < Max_It **AND** $r^2 < \text{Min_}r^2$)

3.5.3 Dinamik Momentum Katsayısı ile Alternatif Levenberg-Marquart Algoritması

Momentum katsayısı kullanan iterasyon yöntemlerini incelediğimizde iterasyon sonucu yaklaşma oranı bir önceki yaklaşma oranına göre düşük ise momentum katsayısı Hessian matrisi ile çarpılmakta tersi durumda ise bölünmektedir. Levenberg – Marquart Dinamik iterasyon yöntemine bu formülasyonu uygularsak Levenberg yönteminde olduğu gibi daha iyi sonuç alınabilir.

DO

$It = It + 1$

$Fi = \text{Fonksiyon}(C, X)$

$J = \text{JakobenMatris}(Fi)$

$f = \text{FarkMatris}(Fi)$

$Eski_r^2 = r^2$

$Eski_S_r = S_r$

$S_r = \text{ArtıkKareToplamı}(f);$

$r^2 = \text{DeterminasyonKatsayısı}(S_r)$

$\rho = (Eski_r^2 - r^2) / (\text{MatrisCarp}(\text{TranspozMatris}(\Delta A), \text{MatrisTopla}(\text{MatrisCarp}(\Delta A, \lambda), d)))$

IF $S_r > Eski_S_r$ **THEN**

$\lambda = \lambda * \text{step}$

$\text{step} = \text{step} * 2$

$C = Eski_C$

ELSE

$\lambda = \lambda / \text{Max}(\rho, 1 - \text{Pow}(2 * \rho - 1, 3))$

$\text{Step} = 10;$

$Eski_C = C$

END IF

$JT = \text{TranspozMatris}(J)$

$H = \text{MatrisCarp}(JT, J)$

$H[i, i] = H[i, i] * (1 + \lambda)$ //Marquardt

$H^{-1} = \text{TersMatris}(H)$

$d = \text{MatrisCarp}(JT, f)$

$\Delta A = \text{MatrisCarp}(H^{-1}, d)$

$C = C + \Delta A$

WHILE ($\text{Mutlak}(r^2 - Eski_r^2) > \text{Epsilon}$ **AND** $It < \text{Max_It}$ **AND** $r^2 < \text{Min_r}^2$)

3.6 Hessian Matrisinin Diyagonalı İle Başlangıç Parametre Optimizasyonu

Levenberg ve Marquart yöntemlerinde kullanılan λ katsayısı her ne kadar genelde 10^{-3} alınsa da bu başlangıç değeri fonksiyona göre optimize edilebilir. Bunu yapmak için Hessian Matrisi ($[H]$) ilk parametrelere göre bulunduktan sonra bu matrisin diyagonalinin maksimum noktası bulunarak bu sayı λ katsayısı ile çarpılır ve ikinci iterasyonda bu sayı momentum katsayısı olarak kullanılır.

Bu yöntemi,

$$\lambda = \lambda * \mathbf{Max}(\mathbf{diag}([H])) \quad \text{formülü ile ifade edilir.} \quad (3.9)$$

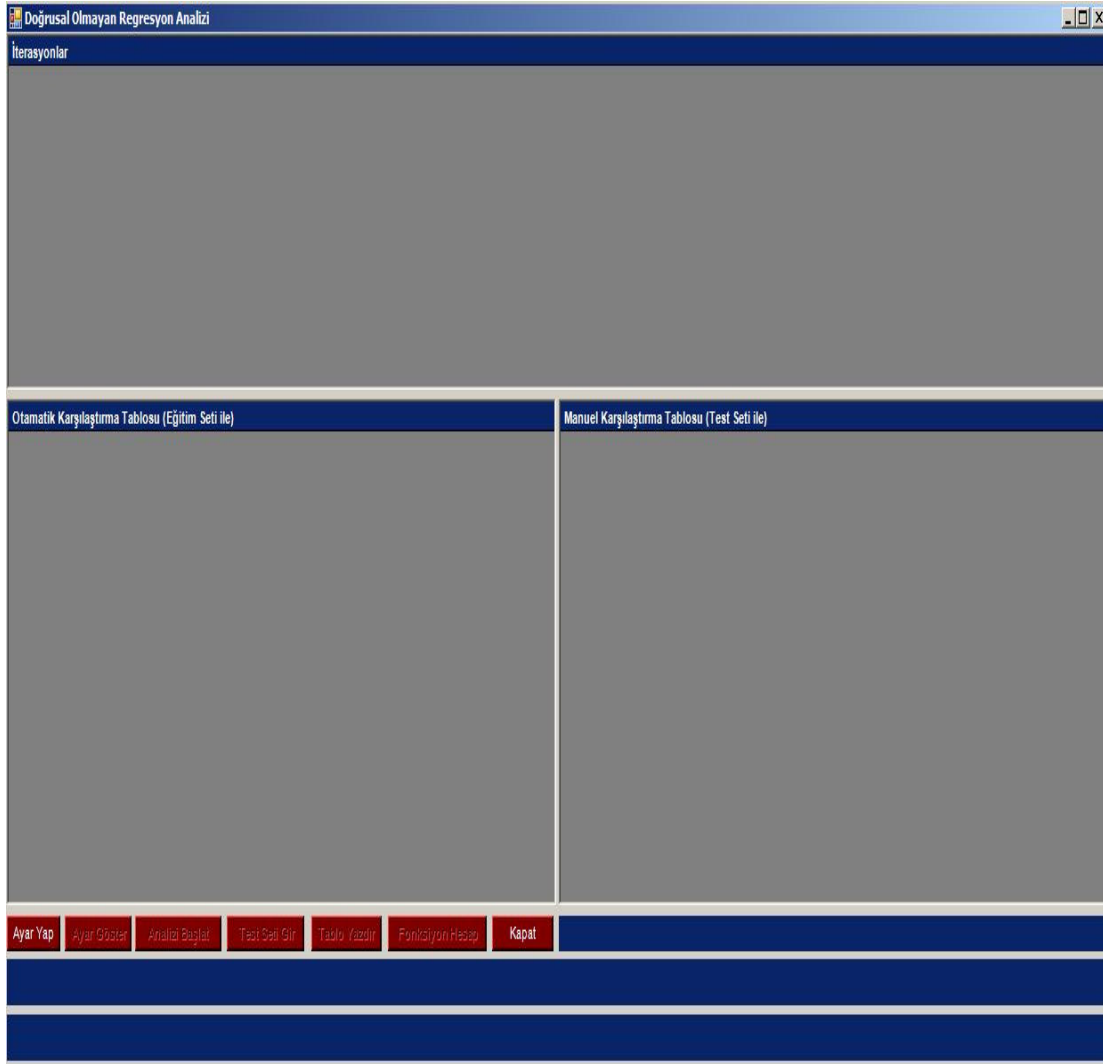
(Lourakis, 2005; Roweis, 2005)

Bu yöntem yapılan analizlere göre başlangıç parametreleri düzgün şekilde verildiğinde iterasyon sayısını azaltmakla beraber, başlangıç parametreleri kötü verildiğinde iterasyonu uzatmakta hatta sonuca ulaşmasını engellemektedir. Bunun sebebi ise kötü başlangıç değerleriyle başlayan fonksiyonun ilk iterasyon sonucu ulaşılan Hessian matrisinin değerleri çok büyük çıkmakta ve iterasyonu gereksiz yere daha kötü noktalara çekmektedir.

4. DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON ANALİZİ PROGRAMI

Bu program MS Visual Studio .Net ortamında C# (C Sharp) dili kullanılarak yazılmıştır. Veri tabanı sunucusu olarak ise MS SQL Server Kullanılmıştır.

4.1 Analiz Programına Genel Bakış



Şekil 4.1 Regresyon analiz programına genel bakış

Ekranda görüldüğü gibi program 3 ana tablo ve 7 ana işlevden oluşmaktadır. Bir çok özellik ayarlar doğru şekilde yapıldıktan ve analiz hatasız olarak gerçekleştirildikten sonra işlevsel hale gelir.

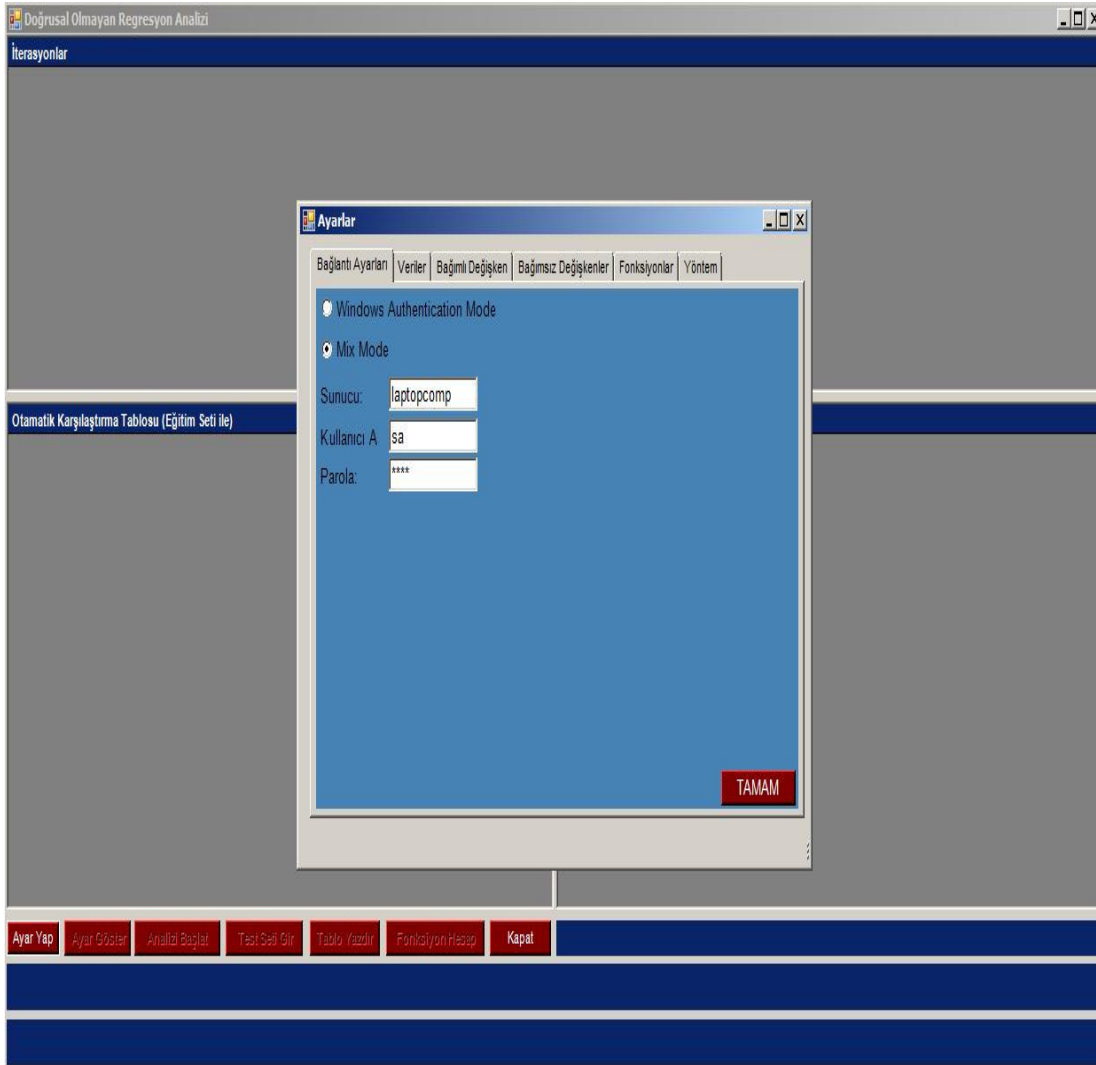
En üstte görülen tablo analiz sırasındaki iterasyonlar ve sonuçlarını gösterir. Alt soldaki tablo otomatik olarak bulunan fonksiyon ile analiz edilen verilerin sonuçlarını karşılaştıran

bir tablodur. Alt sağdaki tablo ise eğer elimizde bir test seti var ise yaklaştırılan fonksiyon ile test edilen verilerin sonuçlarını gösterir.

4.2 Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi Programını Kullanma

Ekranda görülen “Ayar Yap” düğmesine basılarak regresyon analizi için gereken ayarlar yapılır. Her adımda ayar yaptıktan sonra mutlaka “Tamam” düğmesine basılarak ilerlenir.

4.2.1 Veri Tabanı Ayarları ve Bağlantı Kurulumu

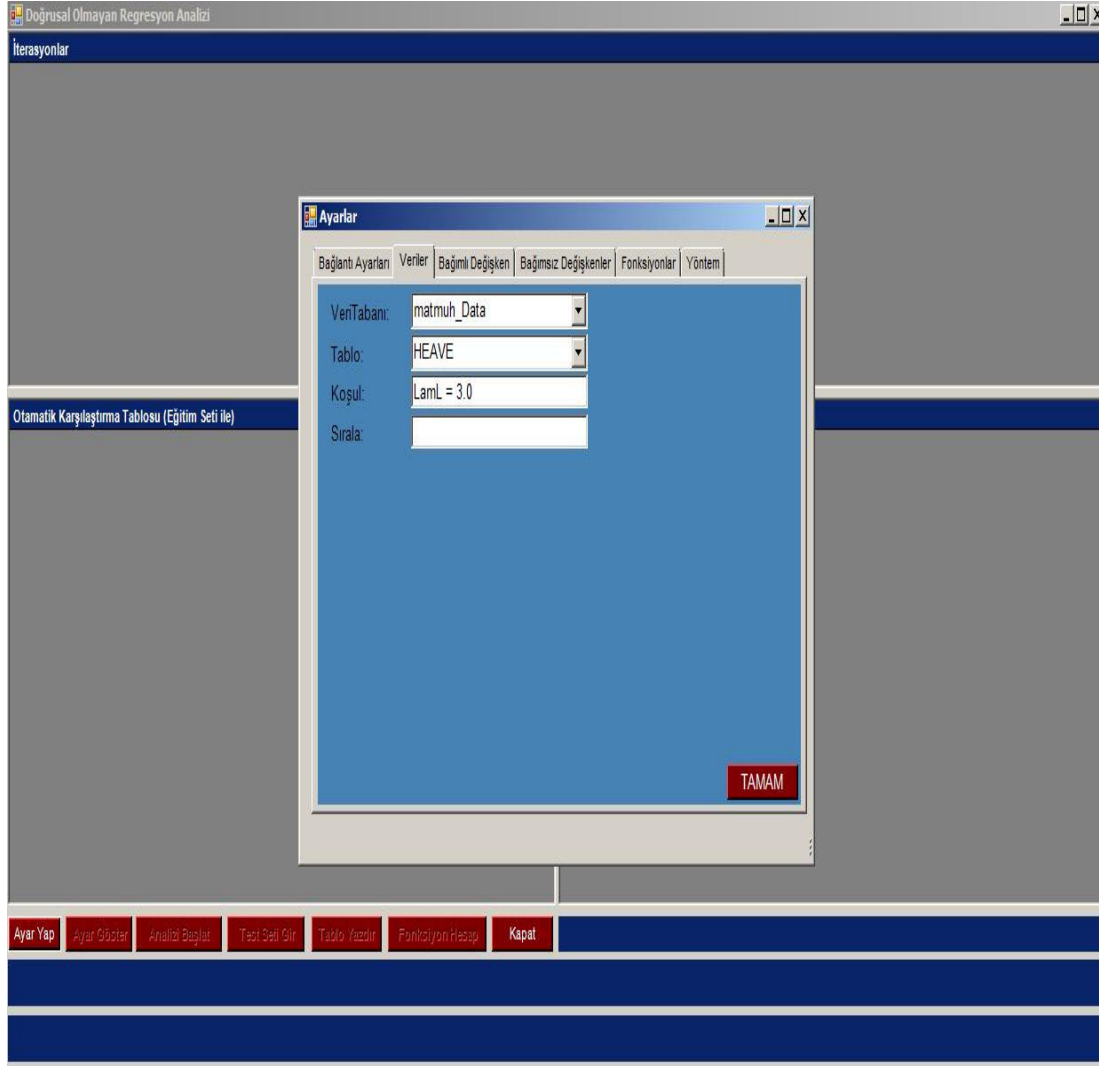


Şekil 4.2 Veri tabanı ayarları ve bağlantı kurulumu

Bu adımda MS SQL veri tabanına bağlantı kurulur. Bilindiği gibi MS SQL sunucu “Windows Authentication Mode” olarak veya “Mix” modda çalışır. Eğer “mix” moda çalışıyor ise

kullanıcı adı ve parola gereklidir. Verilere ulaşılacak tablolarda yetkili bir kullanıcının kullanılması önerilir.

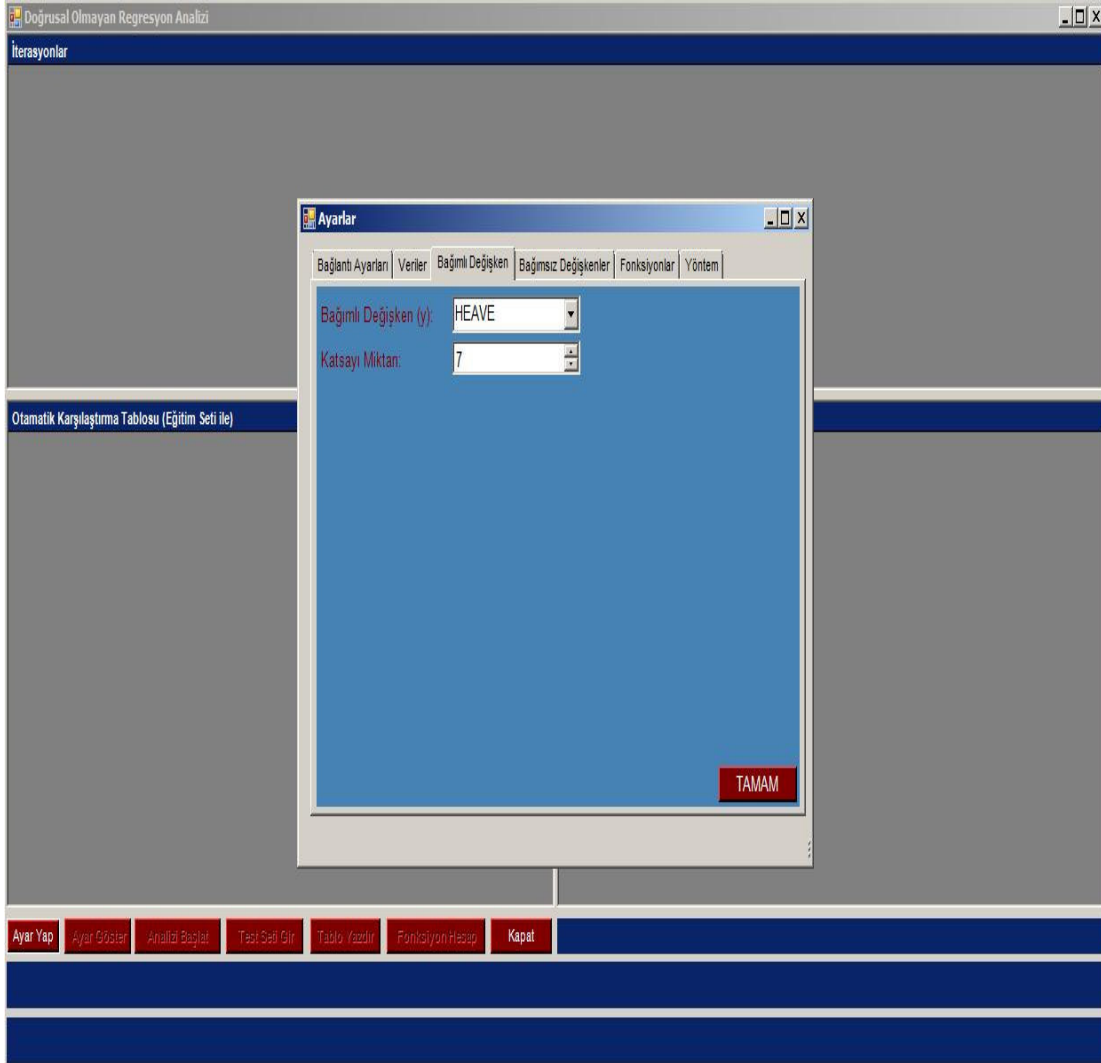
4.2.2 Veri Tabanı ve Tablo Seçimi, Seçim Koşulu ve Sıralamayı Tanımlama



Şekil 4.3 Veri tabanı ve tablo seçimi, seçim koşulu ve sıralamayı tanımlama

Bu adımda verilerin bulunduğu veri tabanı ile seçilen veri tabanındaki bir tablo seçilir ve veriler istenilirse filtrelenebilir ve/veya istenilen sırada analize sokulabilir. Sunucudaki veri tabanı ve tablolar otomatik olarak gelir. Koşul SQL cümlesindeki “WHERE” ifadesinden sonra gelen cümlecik, sıralama ise SQL cümlesindeki “ORDER BY” ifadesinden sonra gelen cümlecik eklenmek suretiyle kullanılır. Sıralama yapmak sonuca etki etmezken, koşul analize sokulacak veriyi değiştireceğinden sonuca direk etki eder.

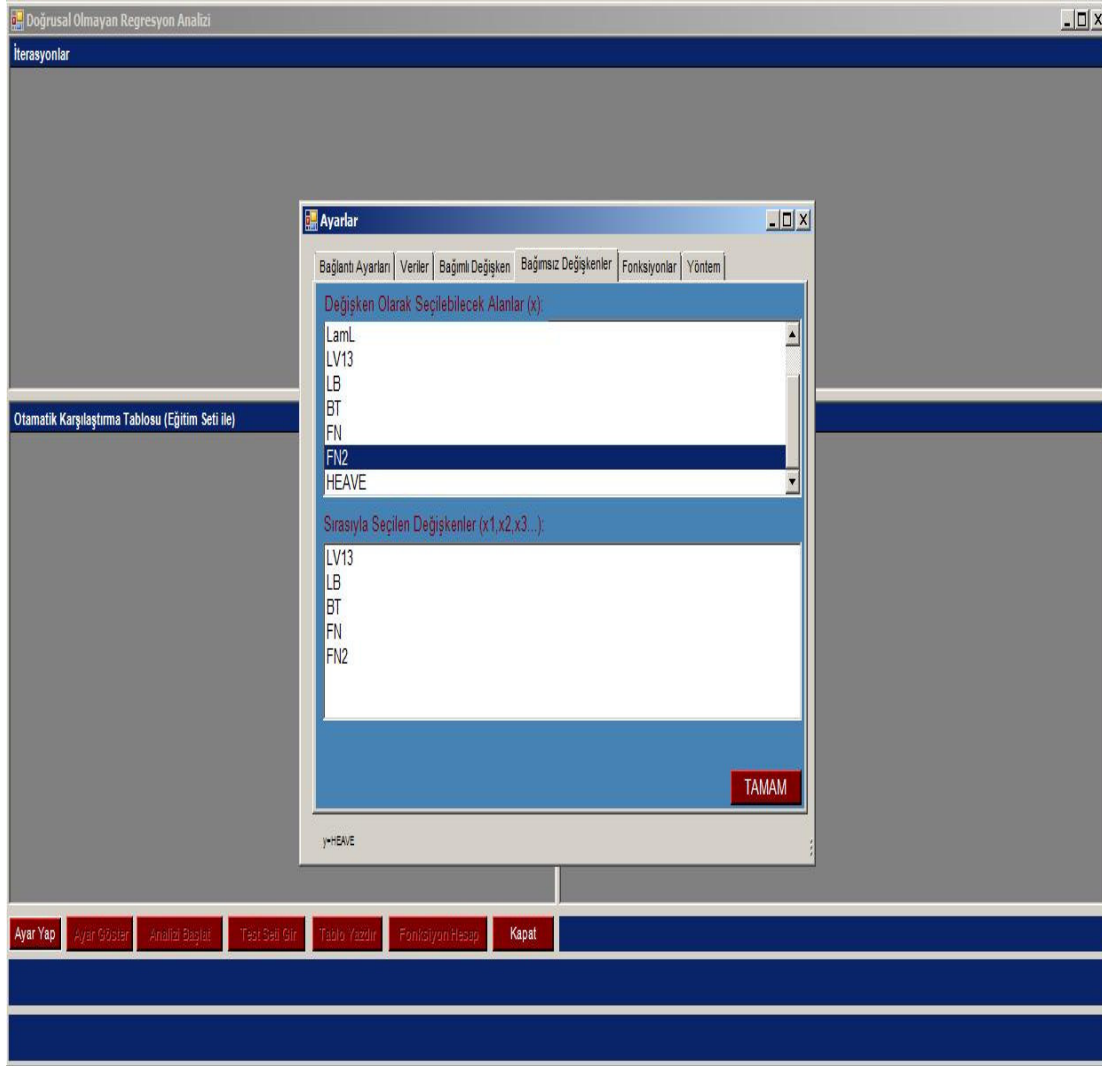
4.2.3 Bağımlı Değişken Seçimi ve Fonksiyondaki Katsayı Miktarını Belirleme



Şekil 4.4 Bağımlı değişken seçimi ve fonksiyondaki katsayı miktarını belirleme

Bu adımda fonksiyonun “y” değeri yani bağımlı değişkeni tablodaki istenilen kolonla eşleştirilir. Yaklaşılmaya çalışılan fonksiyonun kaç adet katsayı kullandığı da bu bölümde girilir. Bilindiği gibi doğrusal olmayan regresyon analizinde fonksiyondaki tüm katsayılarla göre türev alınarak iterasyon yapılır.

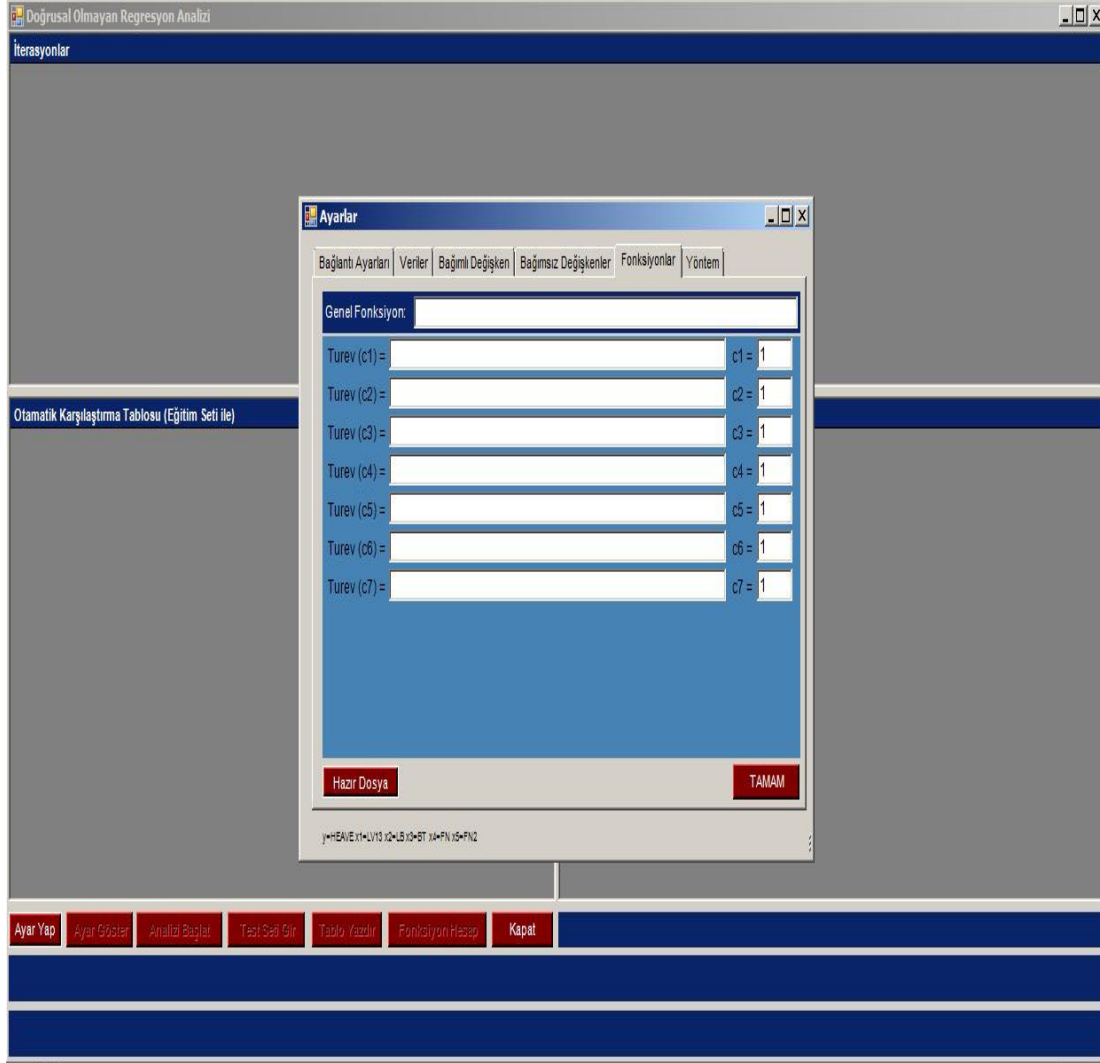
4.2.4 Fonksiyondaki Bağımsız Değişkenleri Tablodaki Verilerle Eşleme



Şekil 4.5 Fonksiyondaki bağımsız değişkenleri tablodaki verilerle eşleme

Bu adımda fonksiyondaki bağımsız değişkenlerin tablodaki kolonlara eşleme işlemi gerçekleştirilir. Fareye Sağ tık ile veya iki kere sol tık ile işlem gerçekleştirilir. Dikkat edilecek nokta sırasıyla seçilen kolonların sırasıyla bağımsız değişkenlere atanacağıdır. Yani ilk seçilen değişken x_1 ikinci seçilen x_2 olacak gibi düşünülür.

4.2.5 Fonksiyonun ve Katsayılara Göre Türevlerinin ve Başlangıç Parametrelerinin Girilmesi



Şekil 4.6 Fonksiyonun ve katsayılarına göre türevlerinin ve başlangıç parametrelerinin girilmesi

Şekil 4.6’da görüldüğü gibi seçilen katsayı miktarına göre türev seçenekleri otomatik gelmektedir.

Dikkat edilecek nokta fonksiyonun katsayılarının “1”den başlayarak “c” ile gösterilmesi, bağımsız değişkenlerin ise yine “1”den başlayarak “x” ile gösterilmesidir. Fonksiyonun katsayılarına türevlenmiş ifadeleri ise elle girilmelidir. Çünkü bir yaklaşım programında türevin de bir yaklaşım ile ifade edilmesi sonuca kötü yönde etki edecektir. Programı kullanmak asgari düzeyde türev bilgisi gerekmektedir.

Ayrıca her bir katsayı için girilen türevin yanında katsayının ilk değeri verilmelidir..

Şekil 4.6'ya bakıldığında genel fonksiyon 7 adet katsayı ve 5 adet parametre olarak aşağıdaki gibi verilmiştir:

$$c_1 * \text{Math.exp}(c_2 * x_1 + c_3 * x_2 + c_4 * x_3 + c_5 * x_4 + c_6 * x_5) + c_7$$

(Math.exp() “e üzeri” anlamındadır, JavaScript kütüphanesine göre girilmelidir.)

Örnek olarak bu fonksiyonun c_2 katsayısına göre türevi alınırsa.

$$c_1 * x_1 * \text{Math.exp}(c_2 * x_1 + c_3 * x_2 + c_4 * x_3 + c_5 * x_4 + c_6 * x_5) * \ln(e) \quad (\ln(e)=1)$$

$$= c_1 * x_1 * \text{Math.exp}(c_2 * x_1 + c_3 * x_2 + c_4 * x_3 + c_5 * x_4 + c_6 * x_5) \text{ elde edilir.}$$

[Karadeniz 1995]

4.2.5.1 Fonksiyon ve Türevleri Girilirken Kullanılabilecek Fonksiyonlar

Kullanılacak matematiksel fonksiyonlar Java kütüphanesine göre girilmelidir. Java kütüphanesinde kullanılabilecek fonksiyonlar aşağıda verilmiştir. Fonksiyonlar büyük-küçük harf duyarlıdır.

Math.abs(n) n sayısının mutlak değerini döndürür

Math.acos(n) n değerinin radyan olarak cos-1 değerini döndürür

Math.asin(n) n değerinin radyan olarak sin-1 değerini döndürür

Math.atan(n) n değerinin radyan olarak tan-1 değerini döndürür

Math.atan2(n,k) Kartezyen koordinatlarından 0,0 dan n,k ya kadar açı (rads) değerini döndürür

Math.ceil(n) n değerinin en yakın yukarı tam sayıya yuvarlanmasını döndürür

Math.cos(n) cos (n) değerini döndürür (n radyan türündendir)

Math.exp(n) e^n değerini döndürür

Math.floor(n) n değerinin en yakın aşağı tam sayıya yuvarlanmasını döndürür

Math.log(n) ln(n) değerini döndürür. $\log_{10}(n)$ değeri için, Math.log(n) / Math.log(10) kullanır.

Math.max(a,b,c,...) En büyük sayıyı döndürür

Math.min(a,b,c,...) En küçük sayıyı kullanır

Math.pow(n,k) n^k değerini döndürür

Math.random() 0 ile 1 arasında rastgele sayı üretir

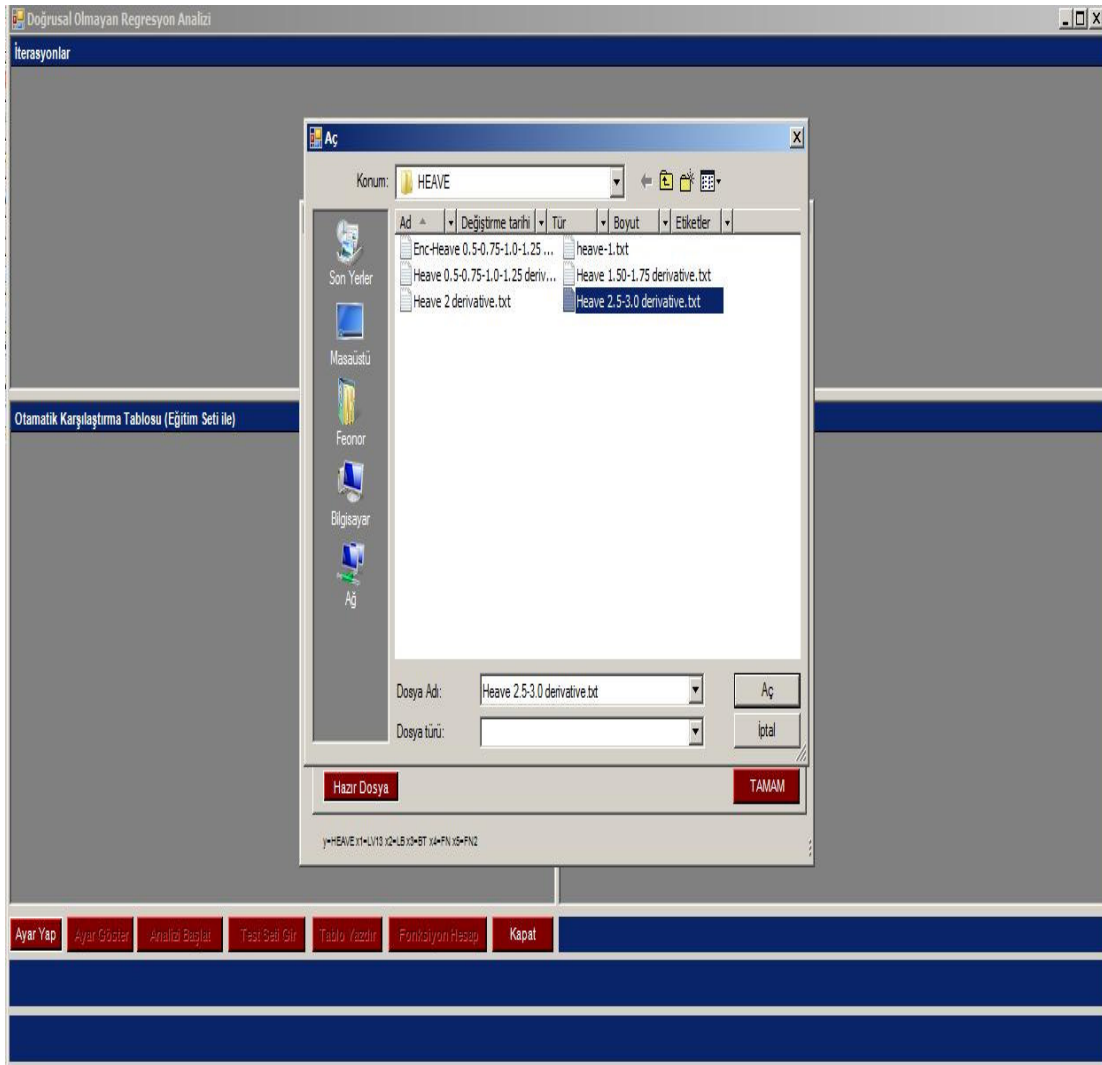
Math.round(n) Yukarı ya da aşağıya en yakın tam sayıya yuvarlanmış değeri döndürür

Math.sin(n) $\sin(n)$ değerini döndürür (n radyandır)

Math.sqrt(n) Kare kök n döndürür

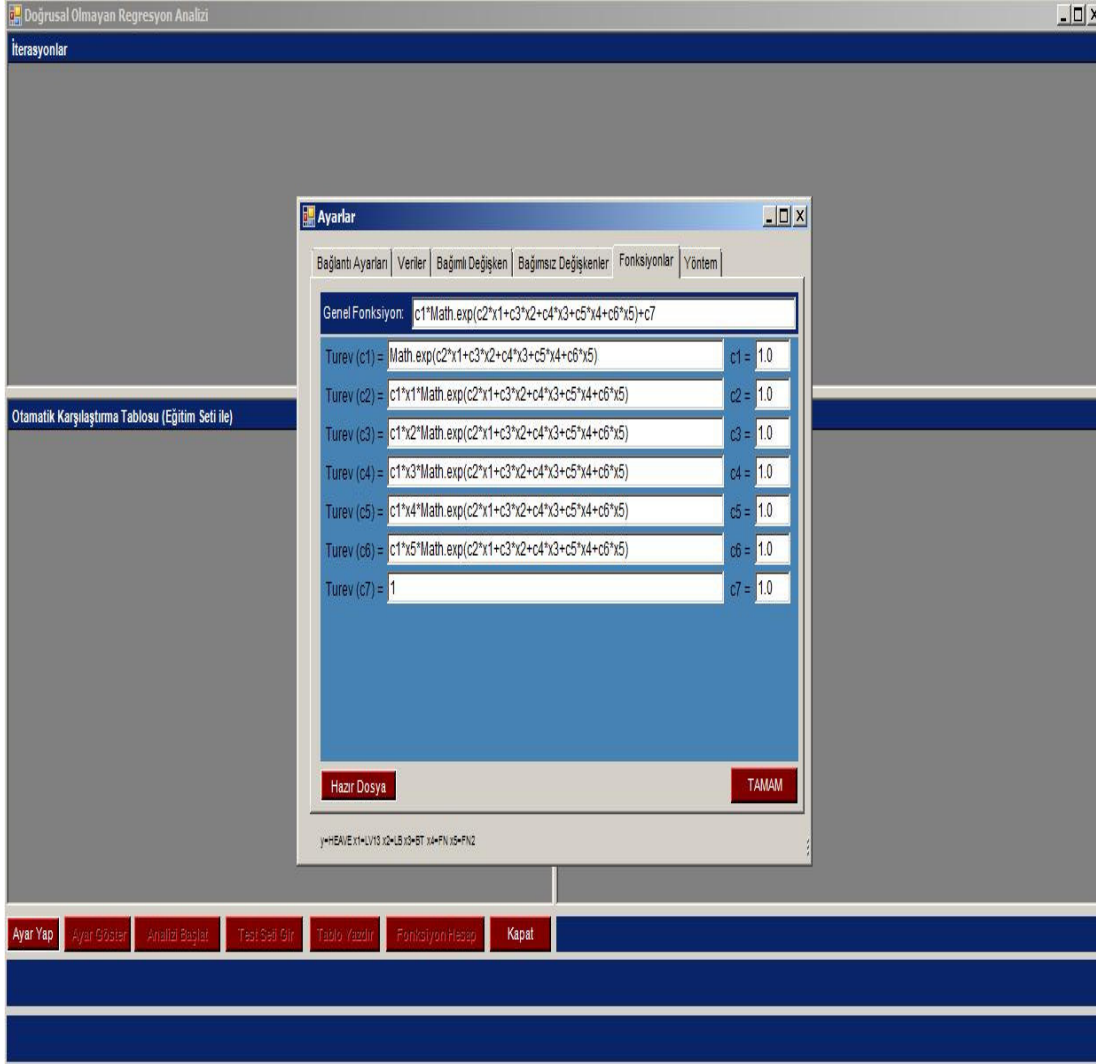
Math.tan(n) $\tan(n)$ değerini döndürür (n değeri radyandır)

4.2.5.2 Fonksiyon ve Fonksiyon Türevleri İçin Hazır Dosya Kullanımı



Şekil 4.7 Fonksiyon ve fonksiyon türevleri için hazır dosya kullanımı

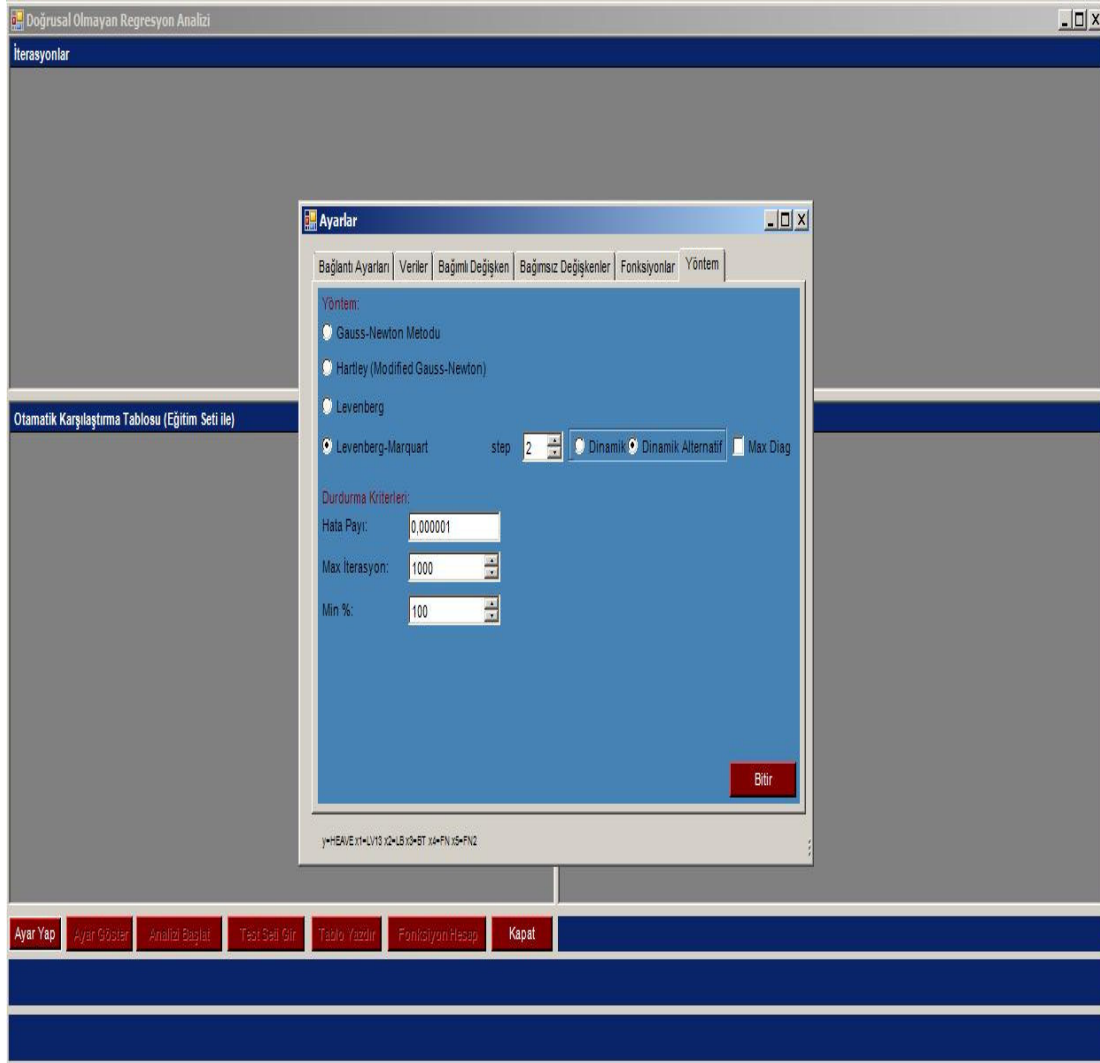
Her analizde fonksiyon ve türevleri teker teker girilmek yerine formata uygun bir dosya hazırlanarak ve daha sonra “Hazır Dosya” düğmesi ile seçilerek otomatik olarak fonksiyon ve türevleri getirilebilir. Dosyanın formatı oldukça basittir. En üste genel fonksiyon yazılır ve satır atlanır, bundan sonra her bir fonksiyonun türevi ve başlangıç parametresi yine satır atlanarak dosyaya yazılır.



Şekil 4.8 Fonksiyon türevleri ve katsayı başlangıç değerlerinin girilmesi

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi 7 katsayısı olan bir denklem için 7 adet türev ve 7 adet başlangıç değeri verilir.

4.2.6 Analiz için Yöntem ve Durdurma Kriterlerini Belirleme



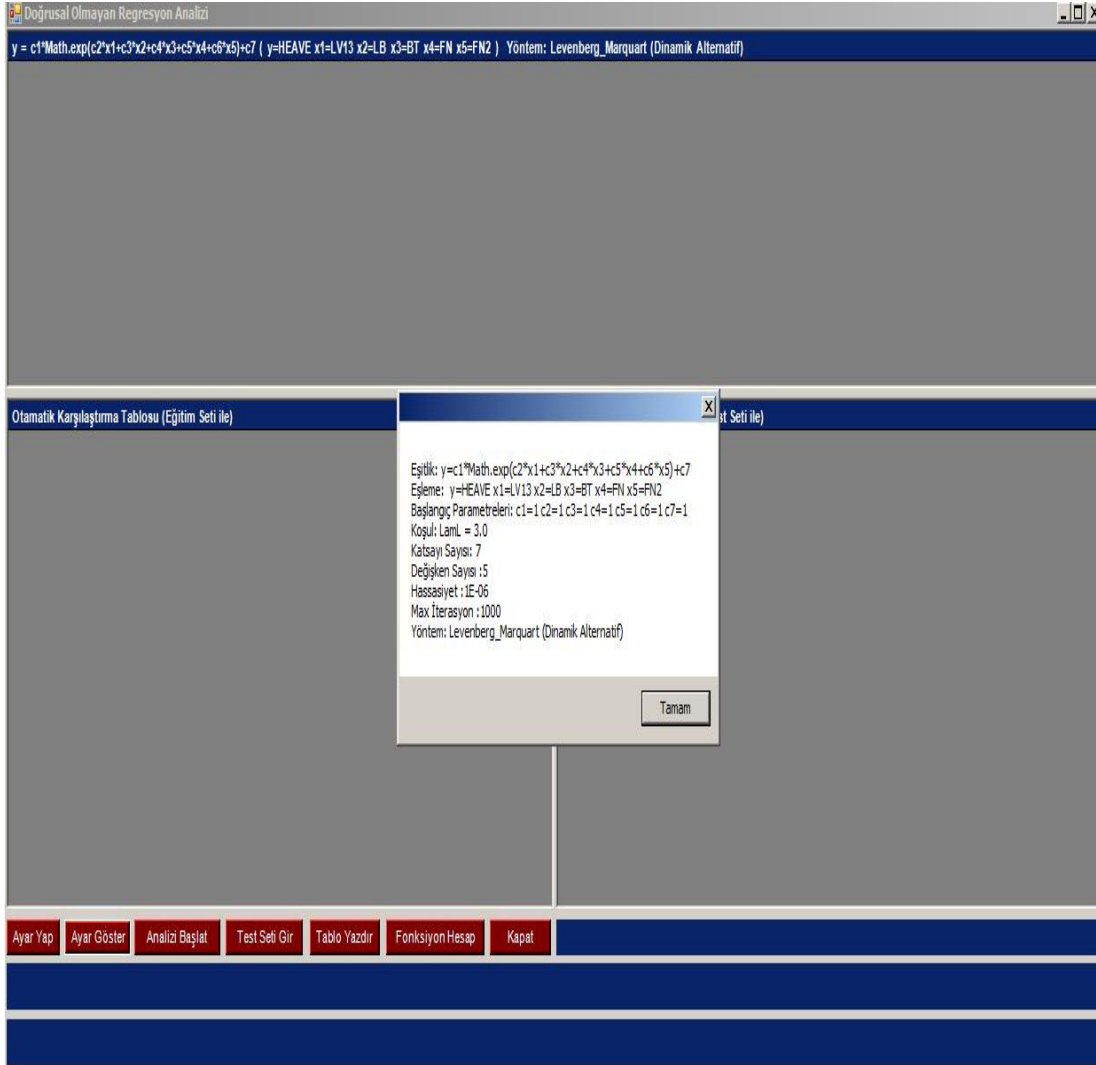
Şekil 4.9 Regresyon yöntem ve durdurma kriterlerini belirleme

Analiz için son adımdır ve bu adımda en önemli kriterler olan doğrusal olmayan regresyon analizi yöntemi ve durdurma kriterleri seçimi yapılır. Seçilen yönteme göre yanında o yönteme özgü diğer seçimler açılır. Örneğin Levenberg veya Levenberg-Marquart yöntemlerinden biri seçildiğinde momentum katsayısının her adımda hangi değer ile çarpılıp küçüleceği (step) seçilir veya “dinamik” veya “dinamik alternatif” yöntemlerinden biri seçilir. Step (basamak) seçimi dinamik yöntemlerden biri seçildiğinde ve iterasyon ancak bir önceki iterasyondan daha kötü sonuç ürettiğinde devreye girer, normal bir akışta dinamiktir. Normal olarak Dinamik yöntemlerden biri seçildiğinde step parametresi “2” bırakılır ama yine de bu parametre deneme açısından kullanıcıya bırakılmıştır.

Bir diğ er seçimde Max Diag yönteminin kullanıp kullanılmayacağıdır, eğer Max Diag yöntemi seçilir ise başlangıç parametrelerine bu yöntemi uygulayarak optimize etmeye çalışır. Ancak test edildiği üzere çok kötü seçilen başlangıç parametreleriyle birlikte Max Diag seçimi iterasyonları olumsuz etkilemektedir. Kötü etkilenen iterasyonlar ek 1 ve ek 2 'de verilmiştir.

Analizin durdurma kriterleri ise yine bu adımda seçilir. Hata payı diye bahsedilen durdurma kriteri ardışık iki iterasyon arasındaki kareler farkının ne ölçüde olacağıdır. Eğer iterasyonlar iyiye gidiyor ise bir süre sonra katsayıların değişimi "0" sifıra yaklaşmaktadır. Eğer yaklaştırma işlemi yolunda gitmez ise ikinci durdurma kriteri devreye girer ve en fazla kaç iterasyon yapılacağına göre analiz işlemini sonlandırır veya seçilen başarı yüzdesi kriteri ile iterasyonlar son bulabilir. En iyi sonuca ulaşmak adına başarı yüzdesi (Min %) ek yüksek değer olan 100 (%100) seçilmelidir. [Seber ve Wild 2005].

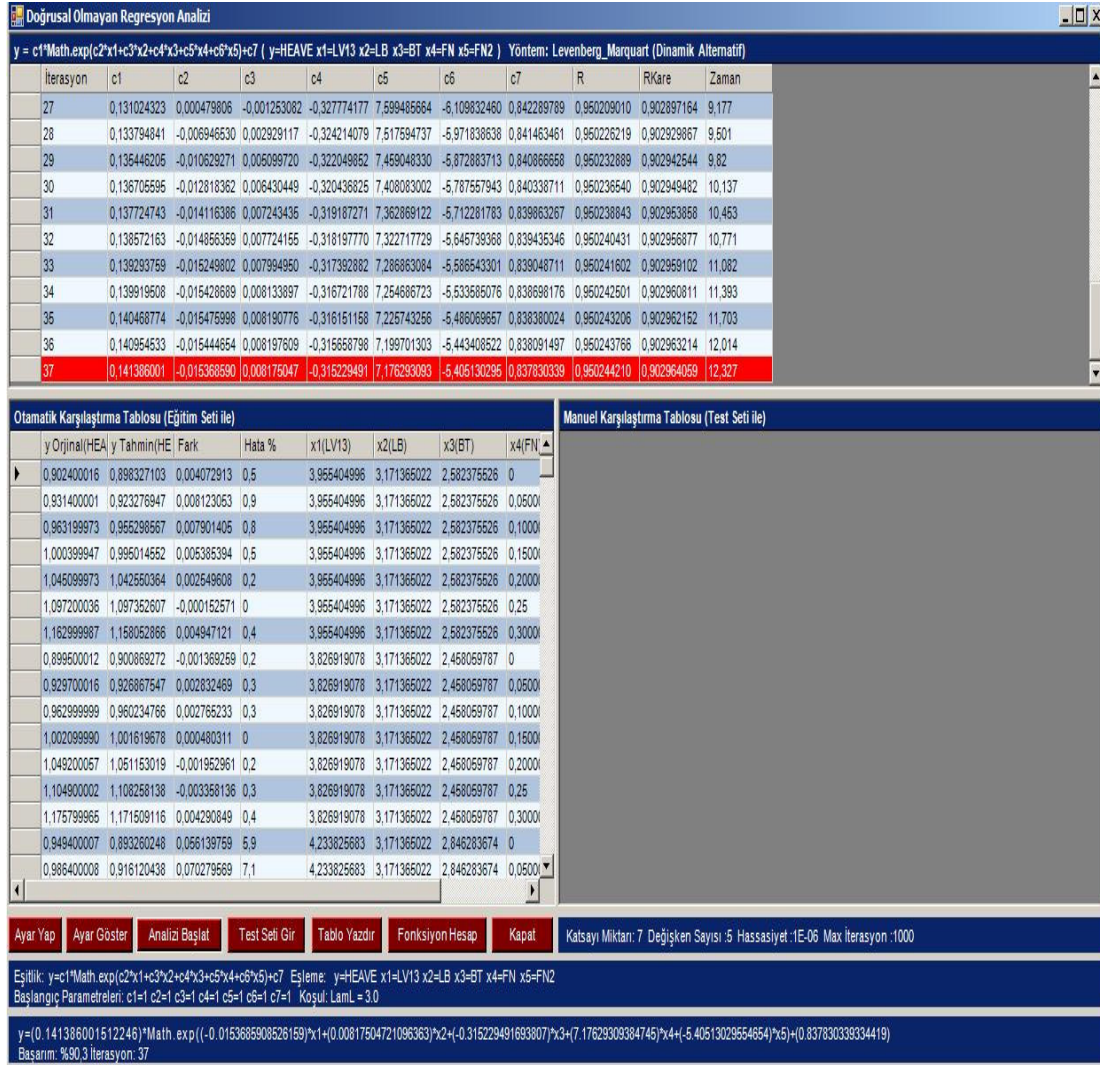
4.2.7 Yapılan Ayarlara Göz Atılması



Şekil 4.10 Yapılan ayarlara göz atılması

Ayarların yapıldıktan sonra doğru yapılıp yapılmadığını kontrol içindir. Girilen fonksiyonu, veri tabanı ile eşlemeyi, başlangıç değerlerini, katsayı miktarını, değişken sayısı, kullanılacak olan yöntem gibi girilen parametreleri gösterir.

4.2.8 Analizi Başlatma ve Sonucun Değerlendirilmesi

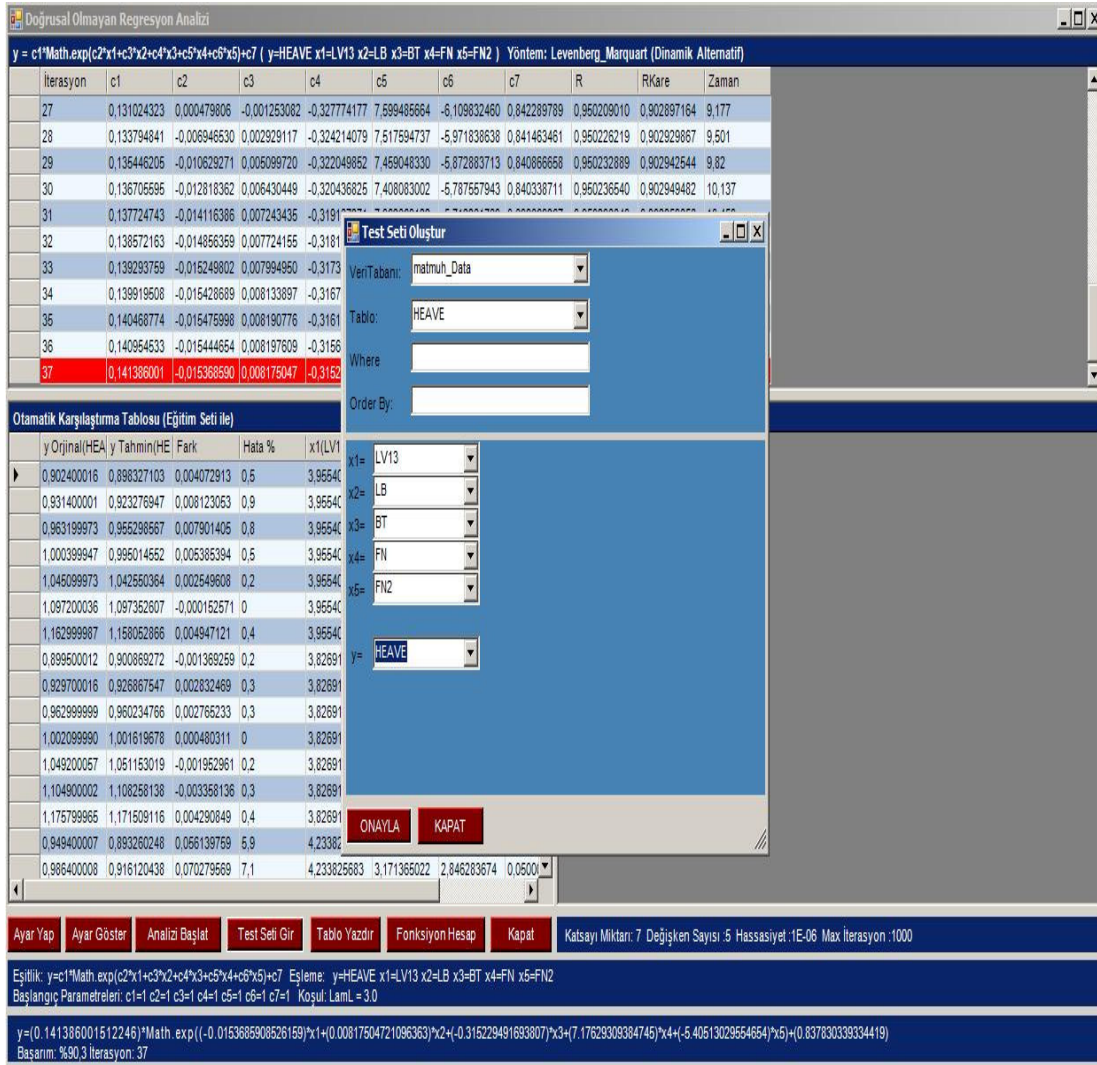


Şekil 4.11 Regresyon analizini başlatma ve sonuçların gösterimi

Analizi başlatmak için ayarlar yapıldıktan sonra “Analizi Başlat” düğmesine basılması yeterlidir.

Yukarıdaki ekranda görüldüğü gibi tüm yapılan iterasyonlar ve elde edilen katsayı değerleri bir tabloda gösterilmiştir. Analizin doğruluk oranı olarak R^2 alanında dikkat edilmelidir. R^2 nin pozitif ve “1”e yakın bir değer olması analizin iyi bir sonuç verdiğini gösterir. 0,98 olan bir “Rkare (R^2)” değeri %98’lik bir doğruluğa işaretler. Analizde sonunda igenelde en iyi sonuç son satırdadır. Program en iyi R^2 değerinin üzerinde kırmızı renkte durmaktadır.

4.2.9 Bulunan Fonksiyonun Başka Bir Veri Tablosuyla Test Edilmesi



Şekil 4.12 Bulunan fonksiyonun başka bir veri tablosuyla test edilmesi

Bu bölümde eğitim (analiz) için verilen veriler dışında eğer test için hazırlanan veriler var ise veri tabanından gerekli tablo seçilerek istenilen kolonlar bağımlı değişken (y) ve bağımsız değişkenler (x1,x2,...) ile analizde yapıldığı gibi eşleştirilir. Seçim kriteri ve test edilme sırası alanları ise yine analizdeki gibi girilir.

Eşleştirme onaylandıktan sonra alt soldaki tabloda test işleminin sonucu görülür. Test işlemindeki gerçek değerlerle yaklaştırma fonksiyonunun ürettiği değerler ve hata oranları tabloda görülebilir.

4.2.10 Ekrandaki Tabloların Veri Tabanına Aktarılması

Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi

$y = c1 * \text{Math.exp}(c2 * x1 + c3 * x2 + c4 * x3 + c5 * x4 + c6 * x5) + c7$ ($y = \text{HEAVE}$ $x1 = \text{LV13}$ $x2 = \text{LB}$ $x3 = \text{BT}$ $x4 = \text{FN}$ $x5 = \text{FN2}$) Yöntem: Levenberg_Marquart (Dinamik Alternatif)

İterasyon	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	R	RKare	Zaman
27	0,131024323	0,000479806	-0,001253082	-0,327774177	7,599486664	-5,109832480	0,842289789	0,950209010	0,902897164	9,177
28	0,133794841	-0,006946530	0,002929117	-0,324214079	7,517594737	-5,971838638	0,841463461	0,950226219	0,902929867	9,501
29	0,135446205	-0,010629271	0,005099720	-0,322049852	7,469048330	-5,872883713	0,840866658	0,950232889	0,902942544	9,82
30	0,136705595	-0,012818362	0,006430449	-0,320436825	7,408083002	-5,787567943	0,840338711	0,950236540	0,902949482	10,137
31	0,137724743	-0,014116386	0,007243435	-0,319187271	7,362869122	-5,712281783	0,839863267	0,950238843	0,902953858	10,453
32	0,138672163	-0,014865359	0,007724155	-0,318197770	7,322717729	-5,645739368	0,839435346	0,950240431	0,902956877	10,771
33	0,139293759	-0,015249802	0,007994950	-0,317392882	7,286863084	-5,586543301	0,839048711	0,950241602	0,902959102	11,082
34	0,139919508	-0,015428689	0,008133897	-0,316721788	7,254686723	-5,533585076	0,838698176	0,950242501	0,902960811	11,393
35	0,140468774	-0,015479998	0,008190776	-0,316151158	7,225743256	-5,486069657	0,838380024	0,950243206	0,902962152	11,703
36	0,140954533	-0,015444854	0,008197809	-0,315658798	7,197222222	-5,441111111	0,838000000	0,950243786	0,902963214	12,014
37	0,141386001	-0,015368590	0,008175047	-0,315229491	7,170000000	-5,400000000	0,837800000	0,950244210	0,902964069	12,327

Otomatik Karşılaştırma Tablosu (Eğitim Seti ile)

y Orjinal(HEA) y Tahmin(HE) Fark	Hata %	x1(LV13)	x2(LB)	x3(BT)	x4(FN)	x5(FN2)
0,902400016	0,898327103	0,004072913	0,5	3,955404996	3,	0,15000
0,931400001	0,923276947	0,008123053	0,9	3,955404996	3,	0,20000
0,963199973	0,956298567	0,007901405	0,8	3,955404996	3,	0,15000
1,000399947	0,995014552	0,005385394	0,5	3,955404996	3,171365022	2,582375526
1,045099973	1,042550364	0,002549608	0,2	3,955404996	3,171365022	2,582375526
1,097200036	1,097352607	-0,000152571	0	3,955404996	3,171365022	2,582375526
1,162999987	1,168052866	0,004947121	0,4	3,955404996	3,171365022	2,582375526
0,899500012	0,900869272	-0,001369259	0,2	3,826919078	3,171365022	2,458059787
0,929700016	0,926867547	0,002832469	0,3	3,826919078	3,171365022	2,458059787
0,962999999	0,960234766	0,002765233	0,3	3,826919078	3,171365022	2,458059787
1,002099990	1,001619678	0,000480311	0	3,826919078	3,171365022	2,458059787
1,048200057	1,051153019	-0,001952961	0,2	3,826919078	3,171365022	2,458059787
1,104900002	1,108258138	-0,003358136	0,3	3,826919078	3,171365022	2,458059787
1,175799965	1,171509116	0,004290049	0,4	3,826919078	3,171365022	2,458059787
0,949400007	0,893260248	0,056139759	5,9	4,233825683	3,171365022	2,846283674
0,986400008	0,916120438	0,070279569	7,1	4,233825683	3,171365022	2,846283674

Tabloyu Yazdırma

Tablo: İterasyonlar

Tablo Adı:

Tabloyu Oluştur

Ayar Yap Ayar Göster Analizi Başlat Test Seti Gir Tablo Yazdır Fonksiyon Hesap Kapat

Katsayı Miktarı: 7 Değişken Sayısı: 5 Hassasiyet: 1E-06 Max İterasyon: 1000

Eşitlik: $y = c1 * \text{Math.exp}(c2 * x1 + c3 * x2 + c4 * x3 + c5 * x4 + c6 * x5) + c7$ Eşleme: $y = \text{HEAVE}$ $x1 = \text{LV13}$ $x2 = \text{LB}$ $x3 = \text{BT}$ $x4 = \text{FN}$ $x5 = \text{FN2}$

Başlangıç Parametreleri: c1=1 c2=1 c3=1 c4=1 c5=1 c6=1 c7=1 Koşul: LamL=3,0

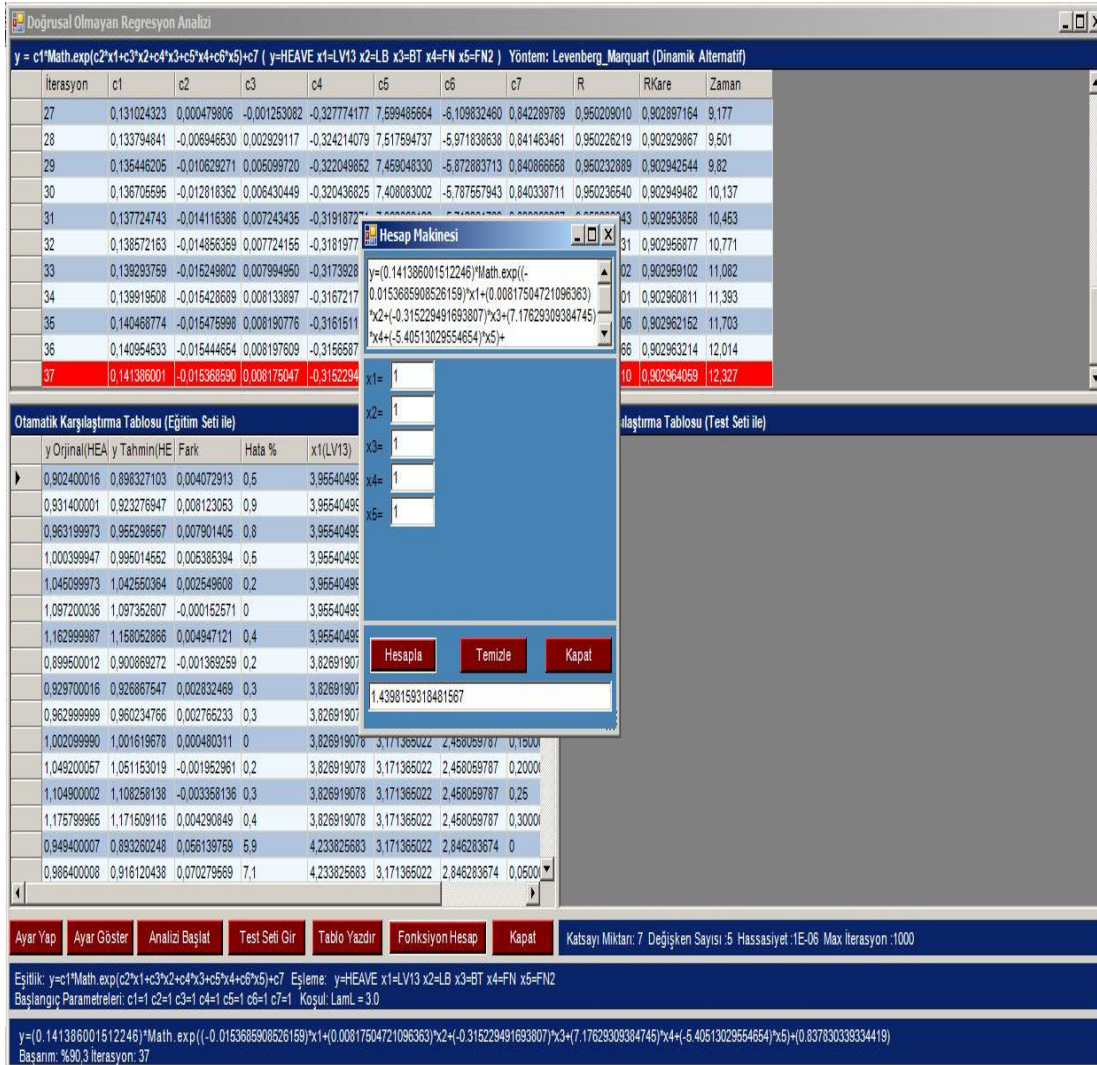
$y = (0,141386001512246) * \text{Math.exp}((-0,015368590826159) * x1 + (0,00817504721096363) * x2 + (-0,315229491693807) * x3 + (7,17629309384745) * x4 + (-5,40513029554854) * x5) + (0,837830338334419)$

Başarımlar: %90,3 İterasyon: 37

Şekil 4.13 Ekrandaki tabloların veri tabanına aktarılması

Ana ekranda görülen üç tablonun birer kopyası “Tablo Yazdır” seçeneği ile istenilen tablo adı ile veri tabanına aktarılabilir. Tablo mevcut değil ise otomatik oluşturulur, var ise tabloya veriler eklenir

4.2.11 Bulunan Fonksiyonun Dinamik Hesap Makinesinde Tahminlerde Kullanılması



Şekil 4.14 Bulunan fonksiyonun dinamik hesap makinesinde kullanımı

Eğer analiz sonunda bir yaklaşım fonksiyonuna ulaşılabilmiş ise “Fonksiyon Hesap” işlemi ile elde edilen fonksiyon ileriye dönük veri tahminleri yapmak için kullanılabilir. Fonksiyon girilen bağımsız değişken sayısına göre ve fonksiyona göre hesap makinesini otomatik yaratacaktır..

5. DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON VE GAUSS-NEWTON METODUYLA GEMİ GEOMETRİSİ VERİ ANALİZİ

Doğrusal olmayan regresyon yöntemleri birer yaklaşım yöntemleridir ve veri tabanı analizlerinde, ileriye dönük tahminlerinde, veri tabanı kural yaratmada veya kısaca veri madenciliğinde kullanılabilir.

Yöntemler birbirlerinden sadece iterasyon metotlarıyla ayrıldığına göre veri tabanı analizine en sade yöntem olan Gauss-Newton yöntemiyle başlanabilir.

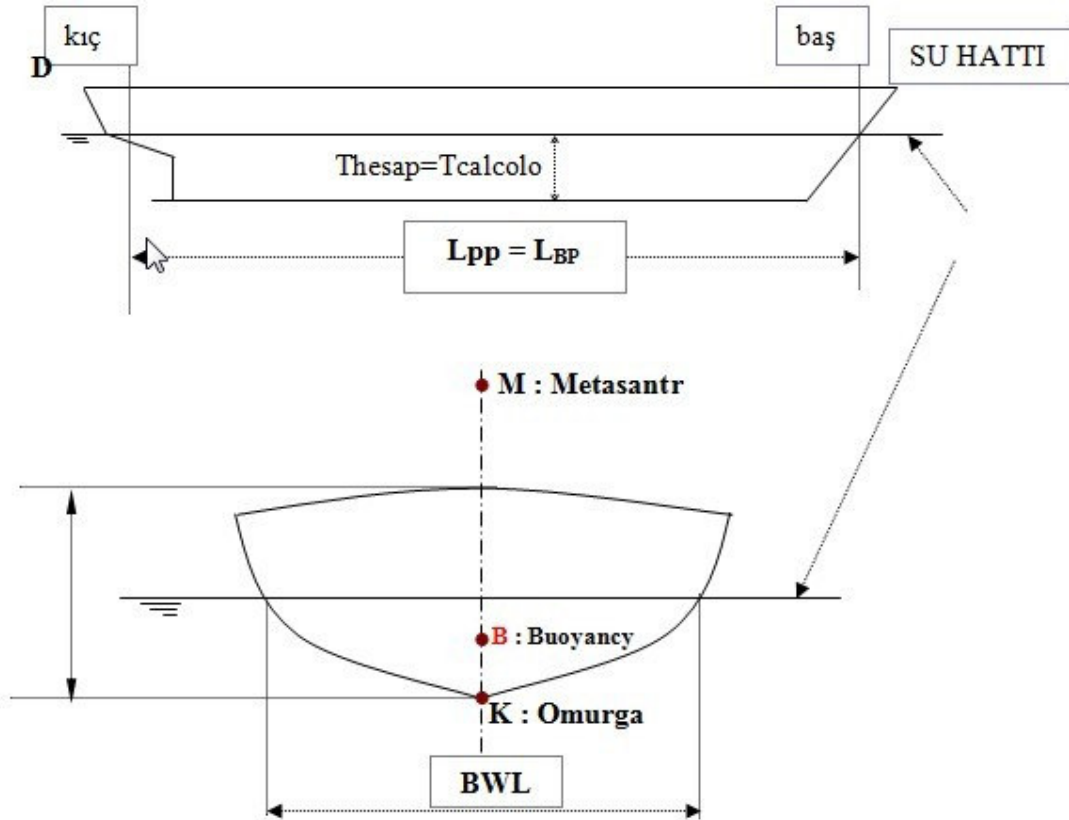
5.1 Temel Gemi Geometrisi ve Doğrusal Olmayan Regresyon İle Veri Analizleri

5.1.1 Temel Gemi Geometrisi ve Temel Parametreleri

Çizelge 5.1 Gemi geometrisi temel parametreleri

DISPL	TEKNE AĞIRLIĞI (DEPLASMAN=YER DEĞİŞTİREN DENİZ SUYU MİKTARI)
VOL	VOLUME= ∇ DEPLASMAN/ ρ
LBP	Dikmeler Arası Boy
BWL	BWL=B
D	Depth
T	T
Tcalcolo	Thesap
$L/\nabla^{1/3}$	Boyutsuz Oran
T/B	Boyutsuz Oran
LBP/B	Boyutsuz Oran
LBP/T	Boyutsuz Oran
LCB	Hacim merkezi
LCF	Yüzme merkezi
LCB-LCF	Fark
BML	Boyuna Metasantr
BMT	Enine Metasantr

AW	Su-hattı alanı
CWP	Su hattı narinlik katsayısı
CP	Prizmatik katsayısı
CM	Orta kesit katsayısı
CB	Blok katsayısı
CVP	Düşey narinlik katsayısı
CWPa	Su hattı nar. katsayısı KIÇ
CWPf	Su hattı nar. Katsayısı BAŞ
CVPa	Düşey prizma katsayısı KIÇ
CVPf	Düşey prizma katsayısı BAŞ
CBa	Blok katsayısı KIÇ
CBf	Blok katsayısı BAŞ

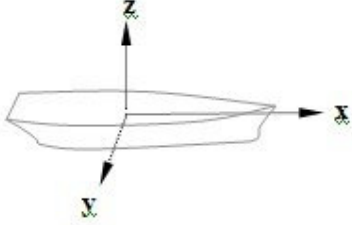


Şekil 5.1 Temel gemi geometrisi

(Sabuncu,1993)

5.1.2 Temel Gemi Hareketleri

Heave = Dalıp-çıkma, **z** eksenini doğrultusundaki düşey harekettir.

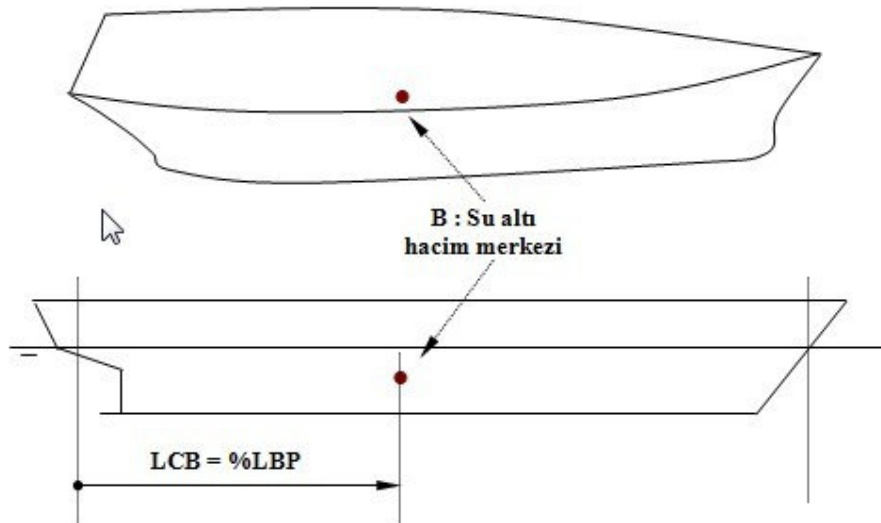


Şekil 5.2 Temel gemi hareketleri

Pitch = Baş-kıç vurma, **y** eksenini etrafındaki dönel harekettir.

Vacc = Dikey hızlanım, **x** eksenini doğrultusundaki hızlanma hareketidir

[Sabuncu,1993]



Şekil 5.3 Geminin su altı hacim merkezi

5.1.3 Form Dolgunluk Katsayıları

- **CB:** Blok katsayısı. Deplasman hacminin (simgesi: ∇), L B T boyutlarındaki kuyuya oranı olan bir narinlik katsayısıdır.
 $CB = \nabla / (L.B. T)$, 1'den küçüktür.
 - **CM:** Orta kesit (Maksimum dolgunluklu kesite ait dolgunluk veya narinlik katsayısı, Maksimum kesit yaklaşık L/2'dedir.)
 $CM = A_M / (B.T)$, 1'den küçüktür. A_M : Orta kesit alanıdır (Yandaki şekildeki geometrinin su hattına k)
 - **CP:** Prizmatik katsayı. $CP = A_M * L / (L.B. T)$, 1'den küçüktür. Enine veya longitudinal prizmatik katsayıdır.
 - **CPV:** Düşey prizmatik katsayı. $CP = A_{WP} * T / (L.B. T)$, 1'den küçüktür. Enine veya longitudinal prizmatik katsayıdır.
- (Sabuncu,1993)

5.1.4 After(a) ve Forward(f) Katsayılar:

Gerek CP, CPV ve gerekse CWP; hem kıç taraf (aft) ve hem de baş taraf (Forward) olarak ikiye ayrılabilir.

Bu durumda CWP_a, CWP_f, CVP_a, CVP_f, Cba, Cbf parametreleri elde edilmekte. Amaç formu daha hassas olarak temsil etmektir.

- **LCB:** Longitudinal Center of Buoyancy, Sephiye merkezi (su-altı hacim merkezi) boyuna konumu.
- **LFB:** Longitudinal Center of Flotation, Yüzme merkezi boyuna konumu (Şekil 3).
- **BM:** Enine kesit resmindeki BM mesafesidir. Buoyancy=Sephiye=Su-altı hacim merkezi ile M Metasantr arası mesafe.
 $BM = I / \nabla$ ile hesaplanır. I, AW su hattı alanının boyuna eksene göre alan atalet momenti.

BML: Enine kesit resmindeki BML ($=I_{yy} / \nabla$) mesafesidir. BM gibi, fakat boyuna Metasantr yarıçapı olarak tanımlanır. (Sabuncu,1993)

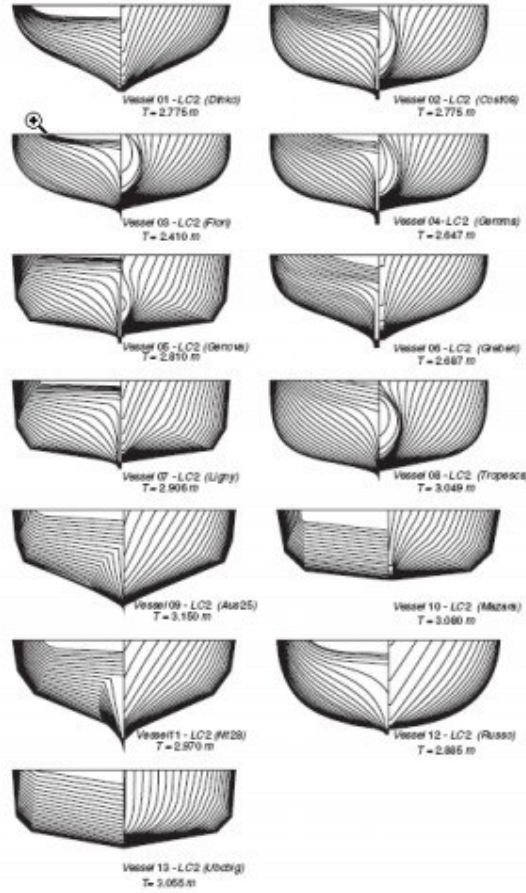
5.1.5 Analiz Edilen Gemi Çeşitleri

Çizelge 5.2 Analiz edilen gemi çeşitleri

Vessel	L (m)	L/B (-)	B/T (-)	$L/\nabla^{1/3}$ (-)	C_{WP} (-)	C_{VP} (-)	C_{WPA} (-)	C_{WPF} (-)	C_{VPA} (-)	C_{VPF} (-)	LCF/L (-)	LCB/L (-)
V_011	21.38	3.171	2.582	3.955	0.857	0.490	0.965	0.621	0.513	0.583	0.392	0.463
V_012	21.38	3.171	2.458	3.827	0.874	0.505	0.979	0.635	0.535	0.589	0.393	0.456
V_013	21.38	3.171	2.846	4.234	0.807	0.468	0.909	0.591	0.479	0.570	0.400	0.479
V_021	25.74	3.677	2.646	4.200	0.841	0.574	0.846	0.663	0.608	0.670	0.406	0.488
V_022	25.74	3.677	2.541	4.103	0.864	0.576	0.871	0.673	0.613	0.701	0.399	0.482
V_023	25.74	3.677	2.769	4.312	0.796	0.587	0.804	0.654	0.611	0.696	0.426	0.494
V_031	25.00	3.472	3.158	4.216	0.832	0.610	0.834	0.698	0.635	0.689	0.436	0.494
V_032	25.00	3.472	2.988	4.091	0.853	0.617	0.868	0.703	0.638	0.701	0.427	0.488
V_033	25.00	3.472	3.398	4.386	0.770	0.630	0.744	0.690	0.675	0.674	0.468	0.499
V_041	26.35	3.513	2.914	4.144	0.813	0.621	0.852	0.666	0.626	0.715	0.427	0.489
V_042	26.35	3.513	2.833	4.083	0.823	0.625	0.868	0.668	0.628	0.720	0.423	0.486
V_043	26.35	3.513	3.158	4.327	0.771	0.624	0.789	0.659	0.635	0.698	0.447	0.497
V_051	25.00	3.125	2.835	3.692	0.875	0.628	0.882	0.668	0.710	0.757	0.397	0.472
V_052	25.00	3.125	2.752	3.634	0.890	0.629	0.890	0.674	0.719	0.763	0.393	0.468
V_053	25.00	3.125	3.000	3.802	0.819	0.651	0.800	0.658	0.753	0.760	0.423	0.477
V_061	20.50	2.941	2.766	3.852	0.804	0.521	0.845	0.559	0.511	0.614	0.435	0.492
V_062	20.50	2.941	2.585	3.691	0.834	0.533	0.879	0.574	0.530	0.622	0.429	0.484
V_063	20.50	2.941	3.066	4.117	0.742	0.512	0.769	0.536	0.495	0.597	0.451	0.503
V_071	25.00	3.125	2.835	3.631	0.898	0.644	0.891	0.690	0.719	0.746	0.398	0.467
V_072	25.00	3.125	2.753	3.576	0.903	0.651	0.894	0.696	0.732	0.747	0.398	0.463
V_073	25.00	3.125	3.001	3.739	0.860	0.652	0.852	0.679	0.723	0.743	0.413	0.473
V_081	27.25	3.733	2.547	4.118	0.782	0.650	0.799	0.669	0.661	0.747	0.440	0.501
V_082	27.25	3.733	2.394	3.989	0.818	0.642	0.836	0.679	0.657	0.750	0.426	0.495
V_083	27.25	3.733	2.700	4.243	0.753	0.654	0.746	0.661	0.674	0.740	0.452	0.507
V_091	21.00	2.770	2.627	3.514	0.861	0.540	0.844	0.672	0.515	0.652	0.424	0.481
V_092	21.00	2.770	2.406	3.332	0.887	0.563	0.881	0.697	0.556	0.663	0.424	0.472
V_093	21.00	2.770	2.756	3.619	0.831	0.537	0.816	0.660	0.572	0.643	0.433	0.486
V_101	30.80	2.962	3.870	4.061	0.766	0.662	0.873	0.544	0.718	0.695	0.388	0.424
V_102	30.80	2.962	3.402	3.811	0.783	0.688	0.884	0.567	0.759	0.688	0.392	0.418
V_103	30.80	2.962	4.132	4.199	0.756	0.648	0.862	0.533	0.700	0.689	0.386	0.428
V_111	20.00	3.061	2.633	3.967	0.799	0.495	0.734	0.666	0.495	0.509	0.428	0.486
V_112	20.00	3.061	2.455	3.787	0.824	0.514	0.754	0.691	0.527	0.520	0.430	0.478
V_113	20.00	3.061	2.901	4.239	0.738	0.484	0.667	0.636	0.474	0.487	0.447	0.497
V_121	27.30	4.015	2.729	4.275	0.884	0.636	0.831	0.784	0.663	0.651	0.447	0.485
V_122	27.30	4.015	2.484	4.072	0.915	0.648	0.866	0.806	0.679	0.663	0.444	0.480
V_123	27.30	4.015	2.941	4.447	0.841	0.642	0.785	0.765	0.665	0.642	0.461	0.490
V_131	28.00	3.060	3.386	3.825	0.854	0.663	0.903	0.699	0.658	0.770	0.428	0.488
V_132	28.00	3.060	2.995	3.599	0.885	0.680	0.939	0.707	0.685	0.788	0.416	0.477
V_133	28.00	3.060	3.704	4.003	0.823	0.657	0.859	0.694	0.650	0.755	0.442	0.496
min	30.80	4.015	4.132	4.447	0.915	0.688	0.979	0.806	0.759	0.788	0.468	0.507
max	20.00	2.770	2.394	3.332	0.738	0.468	0.667	0.533	0.474	0.487	0.386	0.418

Yukarıdaki tablo (Çizelge 5.2) incelenen gemi geometrilerini göstermektedir. 13 farklı gemi geometrisi ve üç farklı ağırlık ile toplam 39 adet farklı inceleme gemisi mevcuttur.

Aşağıda farklı gemi geometrilerinin görüntüleri verilmiştir.



Şekil 5.4 Analiz edilen gemi çeşitleri

Amaç: temel gemi geometrisine göre gemilerin x,y ve z koordinatlarında yaptığı hareketlerin çeşitli parametrelere göre elde edilmiş verilere doğrusal olmayan fonksiyon ile yaklaşmak.

5.1.6 Analizde Kullanılacak Veriler ve Fonksiyon

Regresyon analizi yapılacaksa verilere göre sonuç alınabilecek bir fonksiyon seçilmelidir. Seçilen fonksiyon verilere en yüksek yaklaşım oranını vermeli ve en az iterasyonda sonuç vermelidir. Analize girecek olan veriler ise daha iyi sonuç alınması adına bölümlere ayrılabilir, fonksiyonu en az etkileyen parametreler fonksiyon grafikleri dikkate alınarak, deneme yanılma yöntemiyle veya korelasyon yöntemiyle elenerek sadeleştirilebilir.

5.1.7 Değişkenleri Eleme ve Seçme Yöntemi ve Korelasyon

Bu tablolar öngörülen basit bir modeldir (Şaylı vd., 2006). Aslında daha fazla parametre mevcuttur ancak bağımlı değişkenleri en çok etkileyen temel bağımsız değişkenler LV13,

LB, BT, FN, FN2 olduğundan bu 5 parametre ile bağımlı değişkene ait bir fonksiyon yaratmaya çalışıldı.

Değişkenlerin fonksiyona katkısı deneme yanılma yöntemiyle yapılabilir olmakla birlikte seçilen bu veriler korelasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Korelasyon katsayısı yüksek çıkan alanlar fonksiyonda yerini almıştır. Gereğinden fazla değişken kullanmak hem analizi uzatmakta hem de yaklaşım doğruluğunu azaltabilmektedir.

(Şaylı vd., 2005)

5.1.8 Yaklaşım fonksiyonu ve En İyi Sonuç İçin Denenen Fonksiyonlardan Bir Kısım

Yaklaşımında incelenen verilere bakıldığında üstsel bir fonksiyonun gemi hareketlerini daha iyi ifade edecek tespitinde bulunmak mümkündür. Bu nedenle yaklaşım fonksiyonları aşağıdaki şekilde denemeye alınmıştır.

- $y = c_1 x_1 ((c_2 x_2 - 1) e^{(-c_3 (x_3 - c_4 x_4))})^{(1/(1-c_5 x_5))}$ (x_1 değişkeni her bir parametre ile yer değiştirilerek denenmiştir.)
- $y = c_1 x_1 e^{(c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4 + c_5 x_5)}$ (x_1 değişkeni her bir parametre ile yer değiştirilerek denenmiştir.)
- $y = c_1 x_1 e^{(c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4 + c_5 x_5)} + c_6$ (x_1 değişkeni her bir parametre ile yer değiştirilerek denenmiştir.)
- $y = e^{(c_1 x_1^2 + c_2 x_2^2 + c_3 x_3^2 + c_4 x_4^2 + c_5 x_5^2)}$
- $y = e^{(c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4 + c_5 x_5)}$
- $y = c_1 e^{(c_2 x_1^2 + c_3 x_2^2 + c_4 x_3^2 + c_5 x_4^2 + c_6 x_5^2)}$
- $y = c_1 e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5)}$
- $y = e^{(c_1 x_1^2 + c_2 x_2^2 + c_3 x_3^2 + c_4 x_4^2 + c_5 x_5^2)} + c_6$
- $y = e^{(c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4 + c_5 x_5)} + c_6$
- $y = c_1 e^{(c_2 x_1^2 + c_3 x_2^2 + c_4 x_3^2 + c_5 x_4^2 + c_6 x_5^2)} + c_7$
- $y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5)}) + c_7$

Çeşitli denemeler sonucu aşağıdaki fonksiyonunun tüm analizler için kullanması uygun olduğu sonucuna ulaşıldı. Aşağıda bu fonksiyonun genel formu görülmektedir. Fonksiyon alacağı parametre sayısına göre düzenlenebilir.

Denenen fonksiyonlar içerisinde bütün veri tipleri için sonuç üretebilen fonksiyon aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$y = c_1(e^{(c_2x_1+c_3x_2+\dots+c_nx_{n-1})}) + c_{n+1} \quad (5.1)$$

Veri analizinde 5 adet değişken kullanıldığı için fonksiyon aşağıdaki formu aldı:

$$y = c_1(e^{(c_2x_1+c_3x_2+c_4x_3+c_5x_4+c_6x_5)}) + c_7 \quad (5.2)$$

Bağımlı ve bağımsız değişkenler yerlerine konulursa aşağıdaki form elde edilir:

$$y(\text{heave} - \text{pitch} - \text{vacc}) = c_1(e^{(c_2LV13+c_3LB+c_4BT+c_5FN+c_6FN2)}) + c_7 \quad (5.3)$$

5.1.9 Dalıp-Çıkma Hareketi Tablosu

Çizelge 5.3 Dalıp-çıkma hareketi tablosundan bir kesit

LamL	Heave	LV13	LB	BT	Fn	Fn2
0.5	0.0921	3.9554	3.1714	2.5824	0	0
0.5	0.0604	3.9554	3.1714	2.5824	0.05	0.0025

Bu tabloda 273×9 adet veri bulunmaktadır. . Burada her bir LamL (Dalga boyu) için 9 ayrı veri deney analizleri mevcuttur (LamL=0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2, 2.5, 3). Burada kullanılan bağımsız değişkenler LV13, LB, BT, Fn, Fn2; bağımlı değişken ise Heave 'dir.

5.1.10 Baş-Kıç Vurma Hareketi Tablosu

Çizelge 5.4 Baş-kıç vurma hareketi tablosundan bir kesit

LamL	Pitch	LV13	LB	BT	Fn	Fn2
0.5	0.0433	3.9554	3.1714	2.5824	0	0
0.5	0.0274	3.9554	3.1714	2.5824	0.05	0.0025

Bu tabloda 273×9 adet veri bulunmaktadır. Burada her bir LamL (Dalga boyu) için 9 ayrı

veri deney analizleri mevcuttur (LamL=0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2, 2.5, 3). Burada kullanılan bağımsız değişkenler LV13, LB, BT, Fn, Fn2; bağımlı değişken ise Pitch' dir.

5.1.11 Dikey Hızlanım Hareketi Tablosu

Çizelge 5.5 Dikey hızlanım hareketi tablosundan bir kesit:

LamL	VACC	LV13	LB	BT	Fn	Fn2
0.5	3.7331	3.9554	3.1714	2.5824	0	0
0.5	3.4545	3.9554	3.1714	2.5824	0.05	0.0025

Bu tabloda 273×9 adet veri bulunmaktadır. Burada her bir LamL(Dalga boyu) için 9 ayrı veri deney analizleri mevcuttur (LamL=0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2, 2.5, 3) . Burada kullanılan bağımsız değişkenler LV13, LB, BT, Fn, Fn2; bağımlı değişken ise Vacc' dır.

5.2 Gemi Geometrisinin Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi Sonuçları

5.2.1 Analiz Edilecek Veriler Bölümünden Elde Edilen Sonuçlar

Bu bölümde ele alınan sonuçlar

$$y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5)}) + c_7 \text{ fonksiyonu ve ,}$$

$x_1 = LV13, x_2 = LB, x_3 = BT, x_4 = FN, x_5 = FN2$ eşleşmeleriyle tüm tablo verileri baz alınarak elde edilmiştir.

Tablolarda görülen (Çizelge 5.6),

- **Tablo** alanı hangi tablonun analiz edildiği,
- **İterasyon** alanı sonuca kaç iterasyonda ulaşıldığı
- $c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7$ Alanları analiz sonucunda bulunan $y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5)}) + c_7$ fonksiyonunun katsayıları
- **R** alanı **R²** alanının mutlak karekökü ve aynı zamanda korelasyon katsayısı

- R^2 alanı fonksiyonun başarısını gösteren 0–1 arasındaki sonuçlar.
- **Zaman** alanı kaç saniyede sonuca ulaşıldığıdır.

Çizelge 5.6 Analiz edilecek veriler bölümlenmeden elde edilen sonuçlar

Tablo	İterasyon	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	R	R^2	Zaman (sn)
Heave	6	0,170903	0,365362	-0,04571	-0,16737	2,58433	-3,13374	0,12623	0,210852	0,044459	13,1
Pitch	7	0,064416	0,368517	-0,20897	0,06818	2,24022	-2,10827	0,447812	0,093208	0,008688	14,9
Vacc	11	0,351478	0,413983	0,06062	-0,06339	6,991698	-8,15669	2,981301	0,424388	0,180105	23,3

Sonuç tablosunda (Çizelge 5.6) görüldüğü gibi “Dalıp-Çıkma” (Heave) tablosu bölümlenmeden %4.4, “Baş-Kıç Vurma” (Pitch) tablosu bölümlenmeden %0.8, “Dikey Hızlanım” (Vacc) tablosu bölümlenmeden %18.0 yaklaşım başarı yüzdelere (R^2) ulaşabilmiştir. Bu sonuçlar bir yaklaşım için çok düşüktür ve daha iyi sonuç için tabloların verileri arası bölümlendirmesi gerekmektedir.

5.2.2 Analiz Edilecek Veriler Bölümlenerek Elde Edilen Sonuçlar

Bu bölümde elde edilen sonuçlar

$$y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5)}) + c_7 \text{ fonksiyonu ve ,}$$

$$x_1 = LV13, x_2 = LB, x_3 = BT, x_4 = FN, x_5 = FN2 \text{ eşleşmeleriyle,}$$

Her bir **LamL** için ayrı ayrı olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Tablolarda görülen,

- **LamL** alanı hangi LamL oranına (dalga boyu) göre analiz edildiği,
- **İterasyon** alanı sonuca kaç iterasyonda ulaşıldığı
- $c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7$ Alanları analiz sonucunda bulunan
 $y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5)}) + c_7$ fonksiyonunun katsayıları
- R alanı R^2 alanının mutlak karekökü ve aynı zamanda korelasyon katsayısı

- R^2 alanı fonksiyonun başarısını gösteren 0–1 arasındaki sonuçlar.
- **Zaman** alanı ise kaç saniyede sonuca ulaşıldığıdır.

5.2.2.1 Dalıp-çıkma Tablosu Her Dalga Boyu (LamL) İçin Sonuçlar

Çizelge 5.7 Gemi geometrisinin dalıp çıkma hareketi regresyon yaklaşım sonuçları

LamL	İterasyon	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	R	R ²	Zaman (sn)
0,5	11	0,000866863	1,870999	-0,4194997	-0,532778	-10,2103	5,126319	0,006407918	0,8823557	0,7785517	2,8
0,75	14	0,1427609	-0,659977	0,5581359	0,4338431	-9,91096	17,73394	-0,01212918	0,9361211	0,8763227	3,4
1	12	0,002273515	1,915844	-0,4519504	-0,542289	5,12657	-39,4986	0,009682151	0,9092829	0,8267953	2,9
1,25	10	0,1464239	0,6477109	-0,1061784	-0,187975	4,179278	-14,754	-0,3937586	0,9121726	0,8320588	2,5
1,5	15	0,006462274	1,106587	-0,1109295	-0,346715	13,80535	-30,4910	0,4141094	0,9102805	0,8286105	3,5
1,75	9	0,04833499	0,3657036	0,01626336	-0,228949	12,17807	-17,2031	0,5492998	0,9518257	0,9059722	1,9
2	12	0,234401	-0,083485	0,07696699	-0,205113	8,823562	-6,69394	0,6204175	0,961411	0,9243111	2,2
2,5	18	0,2135322	-0,121868	0,03695572	-0,295552	8,600554	-5,74558	0,778883	0,9572758	0,9163769	2,9
3	9	0,1450873	-0,014239	0,007633399	-0,311688	6,977123	-5,08114	0,835549	0,9502458	0,9029671	4,3

5.2.2.2 Baş-Kıç Vurma Tablosu Her Dalga Boyu (LamL) İçin Sonuçlar

Çizelge 5.8 Gemi geometrisinin baş kıç vurma hareketi regresyon yaklaşım sonuçları

LamL	İterasyon	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	R	R ²	Zaman (sn)
0,5	26	0,018511	-0,2941	0,439579	0,258671	-8,00561	2,932853	-0,00169	0,943277	0,889772	6,1
0,75	13	0,004097	1,444201	-0,4611	-0,27286	-7,06477	2,788267	-0,00428	0,924945	0,855524	3,1
1	24	0,176064	0,401821	-0,0681	-0,02935	-1,12123	-5,09018	-0,20135	0,969429	0,939793	5,7
1,25	13	-0,23088	-1,27571	0,006632	-0,00013	31,32866	-45,712	0,677049	0,902789	0,815028	3,1
1,5	20	0,01624	0,658753	-0,17505	0,144186	6,828839	-18,1533	0,54313	0,748421	0,560133	4,7
1,75	12	0,055007	0,146364	-0,2399	0,200415	9,695334	-12,1919	0,748517	0,936534	0,877095	2,9
2	23	0,216531	-0,21966	-0,27414	0,143196	10,51706	-9,75709	0,827396	0,96453	0,930318	5,4
2,5	5	0,072956	-0,06635	-0,39131	0,081536	12,54666	-11,0594	0,992892	0,918789	0,844173	1,2
3	10	0,148611	-0,00793	-0,36232	0,050566	9,308174	-8,49185	0,906173	0,975477	0,951556	2,7

5.2.2.3 Dikey Hızlanım Tablosu Her Dalga Boyu (LamL) İçin Sonuçlar

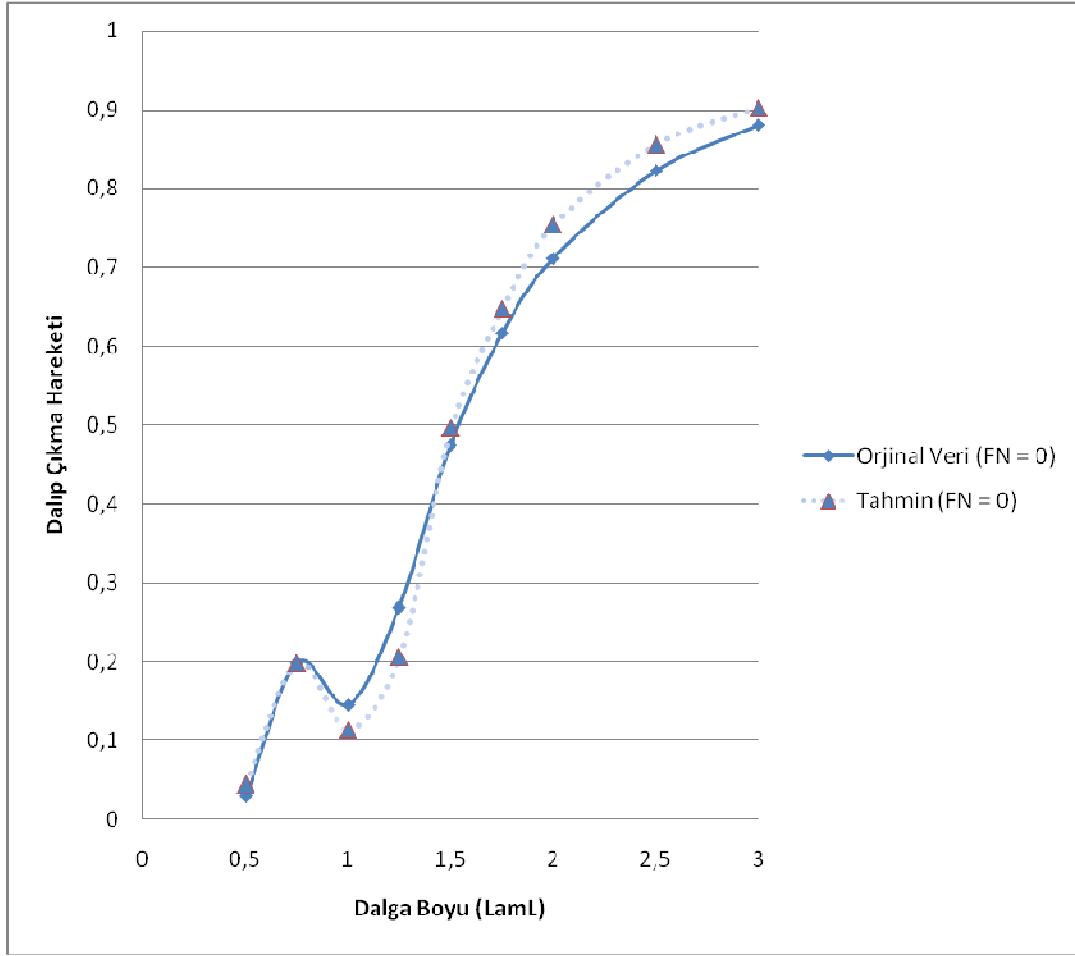
Çizelge 5.9 Gemi geometrisinin dikey hızlanım hareketi regresyon yaklaşım sonuçları

LamL	İterasyon	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	R	R ²	Zaman (sn)
0,5	14	-11,8184	0,052709	-0,38562	-0,05766	0,75959	3,635584	7,578526	0,729306	0,531887	3,4
0,75	15	1,370881	0,921895	-0,339	-0,41352	-1,14717	0,113394	-1,25399	0,713241	0,508713	3,5
1	16	0,022563	1,497915	-0,04162	-0,26713	8,085082	-29,0292	2,056255	0,792367	0,627846	3,8
1,25	12	0,003776	1,221265	0,20622	-0,0624	19,0824	-40,958	6,395244	0,91713	0,841127	2,8
1,5	13	0,05756	0,459398	0,160505	0,034771	18,77961	-29,6256	5,680002	0,963867	0,92904	3,1
1,75	7	1,503932	-0,12282	0,108306	0,062897	9,902179	-7,29636	3,562747	0,984045	0,968344	1,8
2	9	3,555582	-0,33104	0,078289	0,054798	6,811583	1,319956	3,013871	0,983695	0,967656	2,2
2,5	15	1,989528	-0,08555	-0,03571	-0,00066	7,078913	-4,24984	2,047357	0,988856	0,977836	3,5
3	8	1,884536	-0,01274	-0,03604	-0,00041	4,806538	-2,12258	0,988287	0,991996	0,984055	1,9

5.2.2.4 Elde Edilen Yaklaşım Sonuçları

Aşağıdaki grafik LV13, LB ve BT parametreleri sabit alınarak çizilmiştir. Sabit olarak **LV13** = 3,33151, **LB** = 2,770448, **BT** = 2,406349 değerleri alınmakla birlikte gemi tablosundaki (Çizelge 5.2) **V_092** (vessel_no=26) Gemisine denk gelmektedir.

5.2.3 Geminin Hareketsiz Haldeyken Dalga Boyuna Bağlı Dalıp-Çıkma Hareket Grafiği

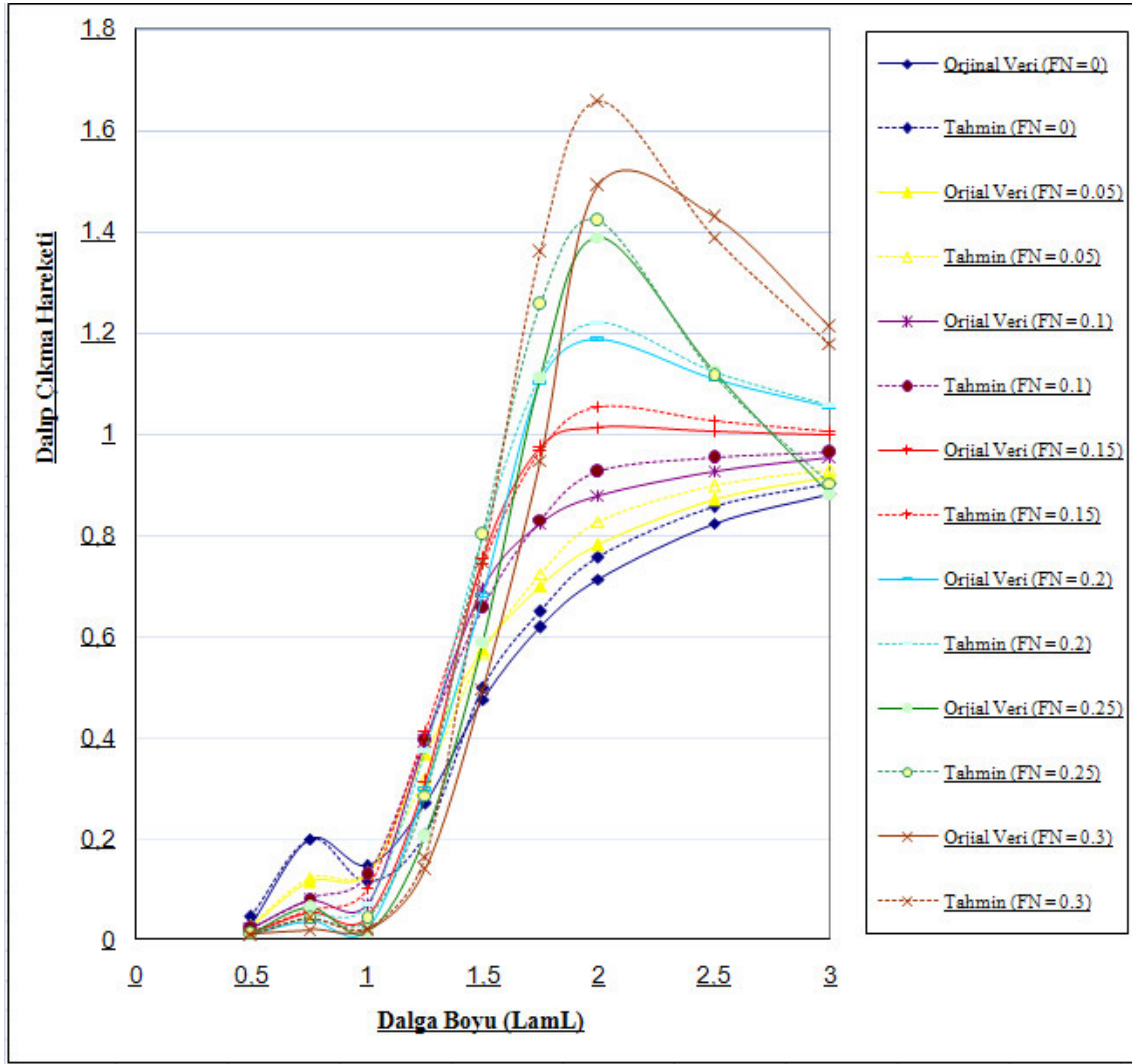


Şekil 5.5 Gemi hareketsiz haldeyken dalga boyuna bağlı dalıp-çıkma hareketi yaklaşımı

- Görülen noktalı çizgiler gerçek verilere yaklaşım grafiğidir.
- Gemi genel olarak dalga boyu büyüdükçe yalpalanma oranı da artmaktadır.
 - Artma eğilimi üstsel bir fonksiyon biçimindedir.
- Grafiğe bakıldığında yaklaşım fonksiyonunun özellikle gemi geometrisi gibi çok fazla ve değişken parametrelili verilere yaklaşımının oldukça başarılı olduğu söylenebilir.

5.2.4 Dalıp-çıkma Hareketi İçin Yaklaşım Grafikleri

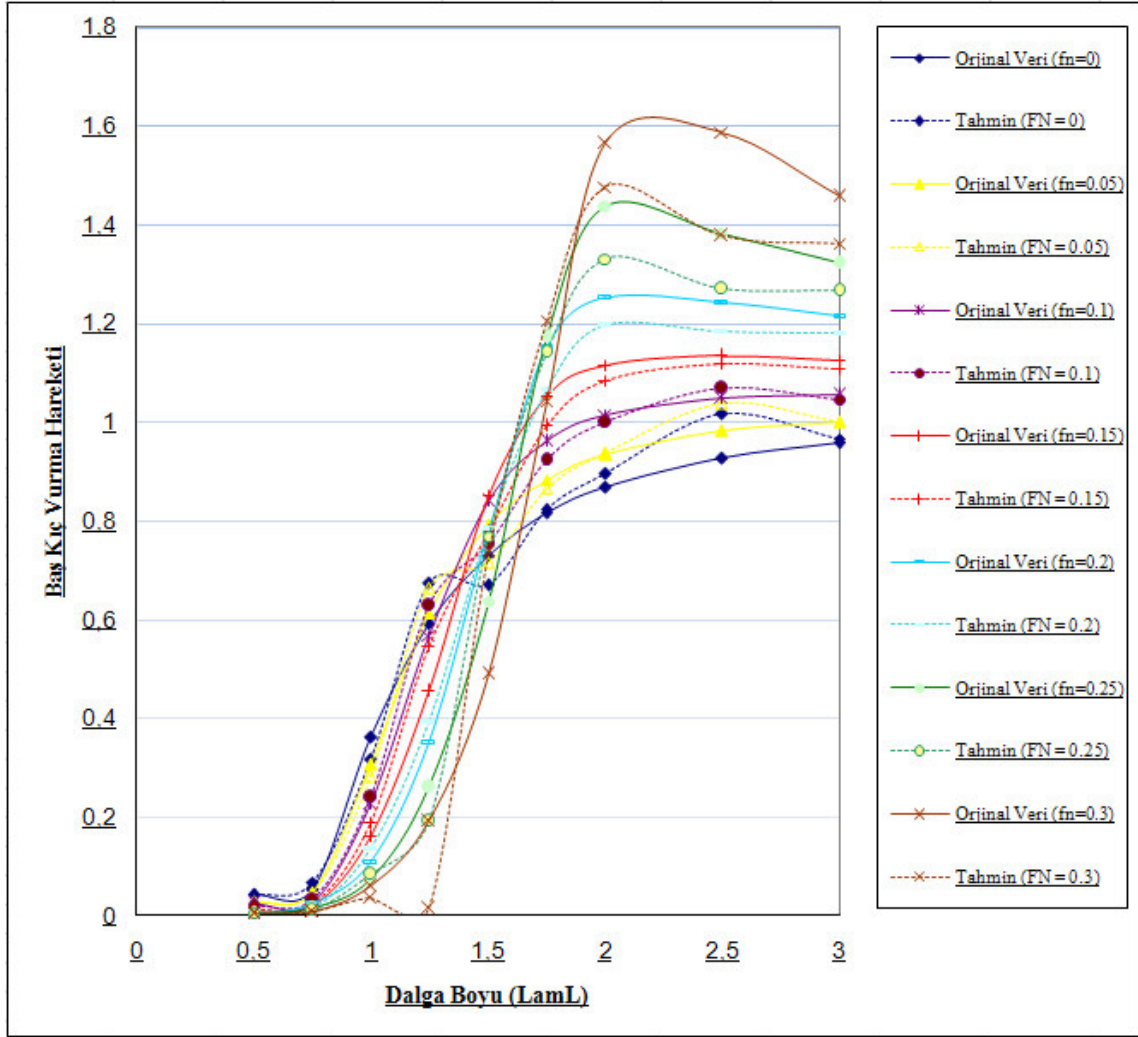
Aşağıdaki grafik LV13, LB ve BT parametreleri sabit alınarak çizilmiştir. Sabit olarak **LV13=3.33151**, **LB=2.770448**, **BT=2.406349** değerleri alınmakla birlikte Gemi Tablosundaki **V_092** (vessel_no=26) gemisine denk gelmektedir.



Şekil 5.6 Dalıp-çıkma hareketi için yaklaşım grafikleri

5.2.5 Baş-kıç vurma Hareketi İçin Yaklaşım Grafikleri

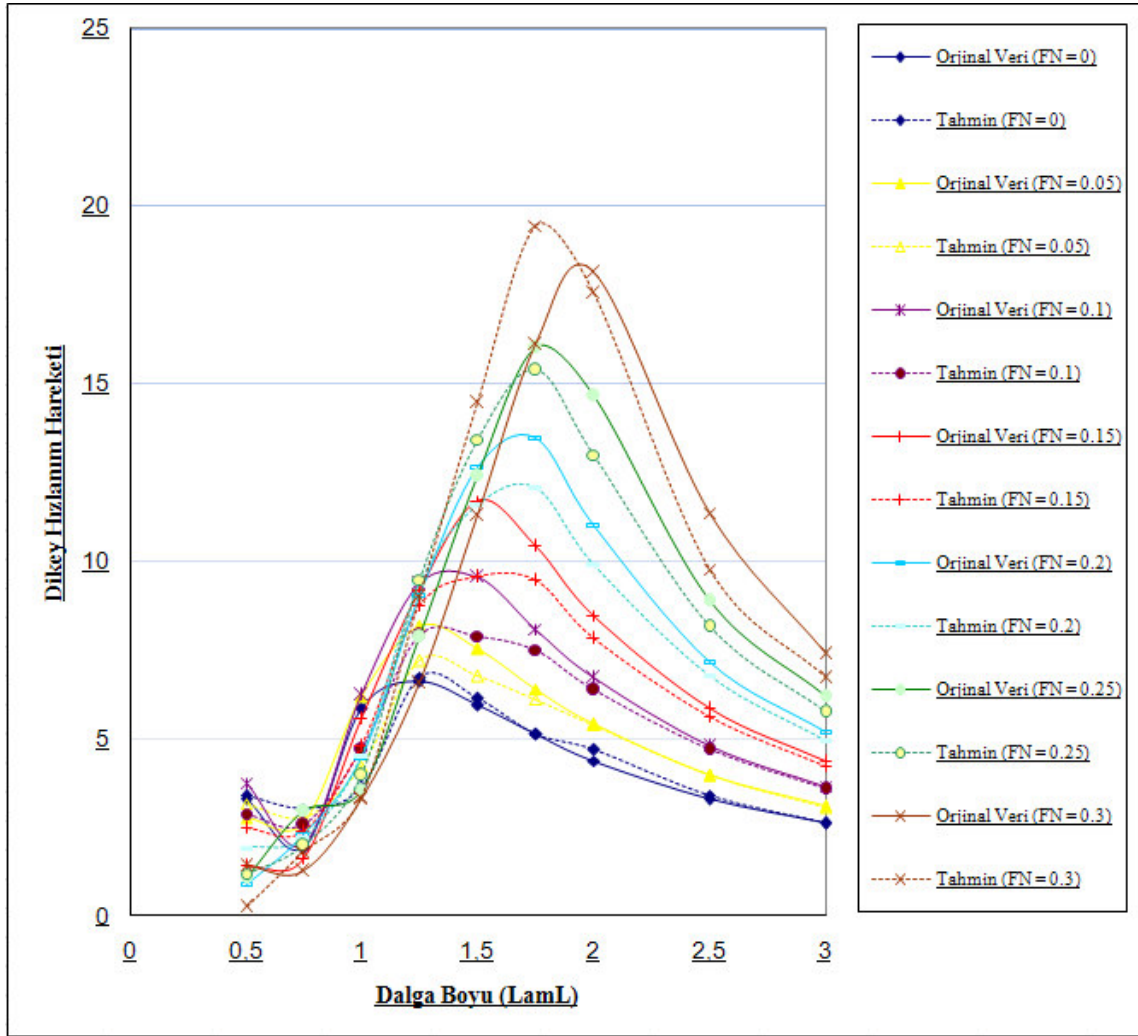
Aşağıdaki grafik LV13, LB ve BT parametreleri sabit alınarak çizilmiştir. Sabit olarak **LV13=3,33151**, **LB=2,770448**, **BT=2,406349** değerleri alınmakla birlikte gemi tablosundaki (Çizelge 5.2) **V_092** (vessel_no=26) Gemisine denk gelmektedir.



Şekil 5.7 Baş-kıç vurma hareketi için yaklaşım grafikleri

5.2.6 Dikey Hızlanım Hareketi İçin Yaklaşım Grafikleri

Aşağıdaki grafik LV13, LB ve BT parametreleri sabit alınarak çizilmiştir. Sabit olarak **LV13** = 3,33151, **LB** = 2,770448, **BT** = 2,406349 değerleri alınmakla birlikte gemi tablosundaki (Çizelge 5.2) **V_092** (vessel_no = 26) gemisine denk gelmektedir.



Şekil 5.8 Dikey hızlanım hareketi için yaklaşım grafikleri

5.3 Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi ile İleriye Dönük Veri Tahminleri

Bulunan yaklaşım fonksiyonları ile verilen parametrelere karşılık gelen fonksiyondaki değeri bulunarak ileriye dönük veri tahminleri yapılabilir veya diğer parametreler ve fonksiyonun değeri verilerek eksik bilgi tamamlanabilir.

Örneğin dikey hızlanım (V_{acc}) tablosunun $LamL = 3$ noktasındaki veriler baz alınarak (Çizelge 5.9) bulunan katsayılar eşitlik (5.3) 'deki yerine konulursa regresyon analizi programı yardımıyla ve $LV13 = 1$, $LB = 1$, $BT = 1$, $FN = 1$, $FN2 = 1$ parametre değerleriyle y (dikey hızlanım) değeri 27.25870889702896 bulunur ki bu şekilde istenen bir veri noktası yaklaşık % 98 doğruluk oranıyla (Çizelge 5.9) bulunuyor demektir.

6. GAUSS-NEWTON ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1 Yaklaşım Sonuçları

Sonuçlara bakıldığında, 27 adet yaklaşım grafiğinin;

- 12 tanesinin %90-%99 arasında,
- 10 tanesinin %80-%89 arasında,
- 2 tanesinin %70-%79 arasında,
- 1 tanesinin %60-%69 arasında,
- 2 tanesinin %50-%59 arasında

olduğu görülür.

6.2 Regresyon Analizi Sonuç ve Yorumları

- Regresyon yöntemi veri analizi ve fonksiyon yaklaşımında oldukça etkili bir yöntem olmakla birlikte “doğrusal olmayan regresyon” yöntemi böylesine çok parametrelili ve değişken deney verilerine yaklaşımında da çok başarılı olduğu söylenebilir.
- Analiz yapılırken gerçek deney verilerinin doğru parçalara ayrılarak yaklaşılması, sonucun başarısını ve güvenilirliğini arttırmaktadır. Buradaki veriler dalga boyuna (LamL) göre gruplara ayrılmış ve daha iyi sonuç alınmıştır. veri analizleri kendi aralarında daha iyi analiz edilerek daha ufak parçalara ayrılarak daha iyi sonuçlara ulaşılabilir.
- Tüm veri eğilimlerine yaklaşımında aynı fonksiyonun kullanılmıştır. Bu tüm bir sisteme tek bir fonksiyonla yaklaşmak içindir. Eğer her bir veri eğilimi daha farklı fonksiyonlarla denenirse daha iyi sonuçlar elde edilebilir.
- Elimizdeki deney verileriyle maliyeti yüksek yeni deneyler yapmak yerine yaklaşım fonksiyonuna girilen parametreler değiştirilerek ileriye dönük tahmin ve eksik bilgi tamamlaması yapılabilir.

6.3 Gemi Geometrisi Analizi Sonuç ve Yorumları

- Yapılan analizler gemi geometrisinin gemi hareketlerine etkilerinin hız ve dalga büyüklüğüne göre önemli değişkenlikler sergilediğini ortaya koymuştur.

- Geminin durgun haldeyken dalga büyüklüğü geminin hareketlerine düzgün bir değişkenlik ile etki ederken bazı hız noktalarında çok önemli değişkenlik ve sıçramalara rastlanmıştır.
 - Özellikle hızın $FN = 2.0$ olduğu noktada önemli sıçramalara rastlanmış regresyon analizinde en çok hata payları bu noktalarda oluşmuştur.
- Hızın $FN = 2.0$ olduğu noktanın aşağısında ve yukarısında görece düzgün bir değişkenlik gösterdiği söylenebilir.
- Gemi geometrisi ne olursa olsun bu kritik hızlarda geminin o hız aralığını bir an evvel aşması gerektiği açıktır çünkü ne olacağı tam olarak kestirilemeyen en kritik hızın bir an evvel aşılması geminin hareketlerindeki tehlikeyi de en aza indirecektir.

6.4 Gauss - Newton Yöntemine Özel Sonuç ve Yorumlar

Gauss – Newton yöntemi en sade doğrusal olmayan regresyon yöntemi olarak uygulaması ve kodlanabilirliği en kolay yöntemdir.

Gauss – Newton yönteminde yaşanan en büyük zorluk başlangıç parametrelerinin çok doğru bir şekilde verilmesi gerektiğidir. Yapılan analizler çok sayıda başlangıç parametre denemesi sonucunda ancak belli bir başarı yüzdesine ulaşmıştır. Analiz sırasında verilen çok sayıda başlangıç parametresi denemeleri iterasyonun tıkanmasına yol açmış ve sonuç alınamamıştır.

Eğer dinamik bir sistemde anlık sonuç üreten, veri analizini gerçekleştirip veri tabanı kuralı oluşturan veya sorgu optimizasyonunu gerçekleştiren bir yaklaşım gerekiyorsa Gauss-Newton yöntemi bu gibi durumlar için çok uygun değildir, çünkü başlangıç parametreleri rastgele verilirse sonuca ulaşamayabilecek ve veri tabanı optimizasyonu başarısız olabilecektir.

7. DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON YÖNTEMLERİ VE KARŞILAŞTIRMA SONUÇLARI

Doğrusal olmayan regresyon yöntemleri ile veri tabanı analizinden bir sonuç çıkarılacaksa en iyi yöntemin belirlenmesi gerekir. Analiz edilen veriler mutlaka bir sonuca ulaşmalı ve yaklaşım fonksiyonunun başarı yüzdesi yüksek olmalıdır.

Doğrusal olmayan regresyon yöntemleri özünde bir birinin aynısıdır ve birbirlerinden farklı sonuç vermesi düşünülemez. Ancak iterasyon yapılırken fonksiyon bilgisayarın algılayamayacağı matematiksel bir ifadeye ulaşabilir ve hata verebilir. Bu durumda iterasyonların en doğru şekilde yapılması sağlanmalıdır.

Birbirinden farklı iterasyon yöntemlerine sahip doğrusal olmayan regresyon yöntemleri arasında rastgele verilecek olan başlangıç parametreleriyle her zaman sonuç üretebilen regresyon yöntemi veri tabanı analizinde kullanılacak en doğru doğrusal olmayan regresyon yöntemidir denilebilir.

7.1 Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması İçin Seçilen Veriler

Regresyon yöntemlerinin karşılaştırılması için bir önceki bölümde açıklanan geminin dalga boyu – gemi geometrisi ilişkisine göre değişen Dalıp-Çıkma Hareketi (Heave) seçilecek.ve öngörülen basit regresyon modeli kullanılacaktır. Dalıp çıkma hareketi Dalga Boyu 3.0 (LamL) değerinde incelenecek. Daha sonra tüm veri analizlerden en iyi çıkan regresyon yöntemi ile Gemi numarası 13 (VesselNo) olan geminin dalıp çıkma hareketlerine orijinal verilere ne kadar yaklaşıldığı grafiklerle incelenecektir.

7.2 Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması İçin Seçilen Fonksiyon

Geminin dalıp çıkma hareket deney verilerine yaklaşmak için seçilecek olan fonksiyon bir önceki bölümde en iyi sonuç verdiği analiz edilen fonksiyondur (eşitlik 5.2) ve aşağıdaki gibidir.

$$y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5)}) + c_7$$

7.3 Veri Tabanındaki Verilerle Fonksiyondaki Parametrelerin Eşleşmesi

Seçilen fonksiyon $(y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5)}) + c_7)$ veri tabanındaki aşağıdaki alanlarla eşleşecek:

$$x_1 = LV13, x_2 = LB, x_3 = BT, x_4 = FN, x_5 = FN2$$

$$y = \text{Heave}$$

(Denklem 5.3 'de verilmiştir.)

7.4 Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması İçin Seçilen Başlangıç Parametreleri

Regresyon yöntemlerinin iterasyon biçimleri çok önemlidir. Bir önceki bölümde uzun uğraşlar sonucu bir sonuca ulaşılan Gauss-Newton yöntemindeki gibi bir yöntem izlenmeyecek, sadece rastgele olarak başlangıç parametrelerinin hepsi 1 seçilecektir. Buradaki esas amaç herhangi bir başlangıç parametresinde regresyon yöntemlerinin başarısını ölçmektir.

$$y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5)}) + c_7 \text{ fonksiyonundaki bulunacak olan katsayılar}$$

$c_1 = 1$, $c_2 = 1$, $c_3 = 1$, $c_4 = 1$, $c_5 = 1$, $c_6 = 1$, $c_7 = 1$ başlangıç parametreleriyle iterasyona başlanacak.

7.5 Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması İçin Seçilen Durdurma Kriterleri

Regresyon yaparken dikkat edilecek bir nokta da seçilen durdurma kriterleridir. Regresyon yöntemi uygun sonuca ulaşmaya başladığında parametrelerdeki değişim sürekli düşüş gösterir. Bir önceki iterasyon ile sonraki arasındaki R^2 farkı azalır, işte iki iterasyon arasındaki R^2 farkı durdurma kriteri olarak verilebilir. Bu Analizde bu kriter (Hassasiyet) 0,000001 olarak verildi. Diğer bir durdurma kriteri ise başarı yüzdesidir. Eğer çıkacak olan sonucun başarı yüzdesi (R^2) kriteri verilirse iterasyon o noktada durur. Bu analizde bulunabilecek en iyi sonucu görmek için bu kriter %100 (1.0) olarak seçilmiştir.

7.6 Regresyon Yöntemleri Karşılaştırma Analizleri

Regresyon yöntemlerinin karşılaştırmaları için birden fazla kriter mevcuttur. Bu kriterlerden

belli başlı olanlar; “**Yaklaşma Yüzdesi**” (R^2), sonuca ulaşmada yapılan “**Toplam İterasyon Sayısı**”, sonuca ulaşmada harcanan “ **Toplam Zaman**”. harcanan toplam zaman ortalama olarak yapılan iterasyon sayısı ile doğru orantılıdır, ancak Hartley gibi alt iterasyon yapılan safhalarda bir iterasyon için harcanan zaman değişiklik gösterir, ayrıca dinamik momentum kullanan yöntemler, dinamik momentum katsayısını bulmak için harcadığı zaman da bu karşılaştırma sayesinde açığa çıkar.

Ayrıca her bir iterasyonda bir öncekine iterasyona göre daha iyi sonuç üreten regresyon yöntemi hatalı bir noktaya düşme olasılığı azalır. Eğer yöntem her iterasyonda daha doğru sonuç üretiyor ise bu regresyon yönteminin hataya düşmeyeceği anlamına gelir. Bu durumda artan bir yüzde ile sonuca varan regresyon yöntemi daha kararlıdır denilebilir ve bu durum bu araştırmada önemli bir yer tutar.

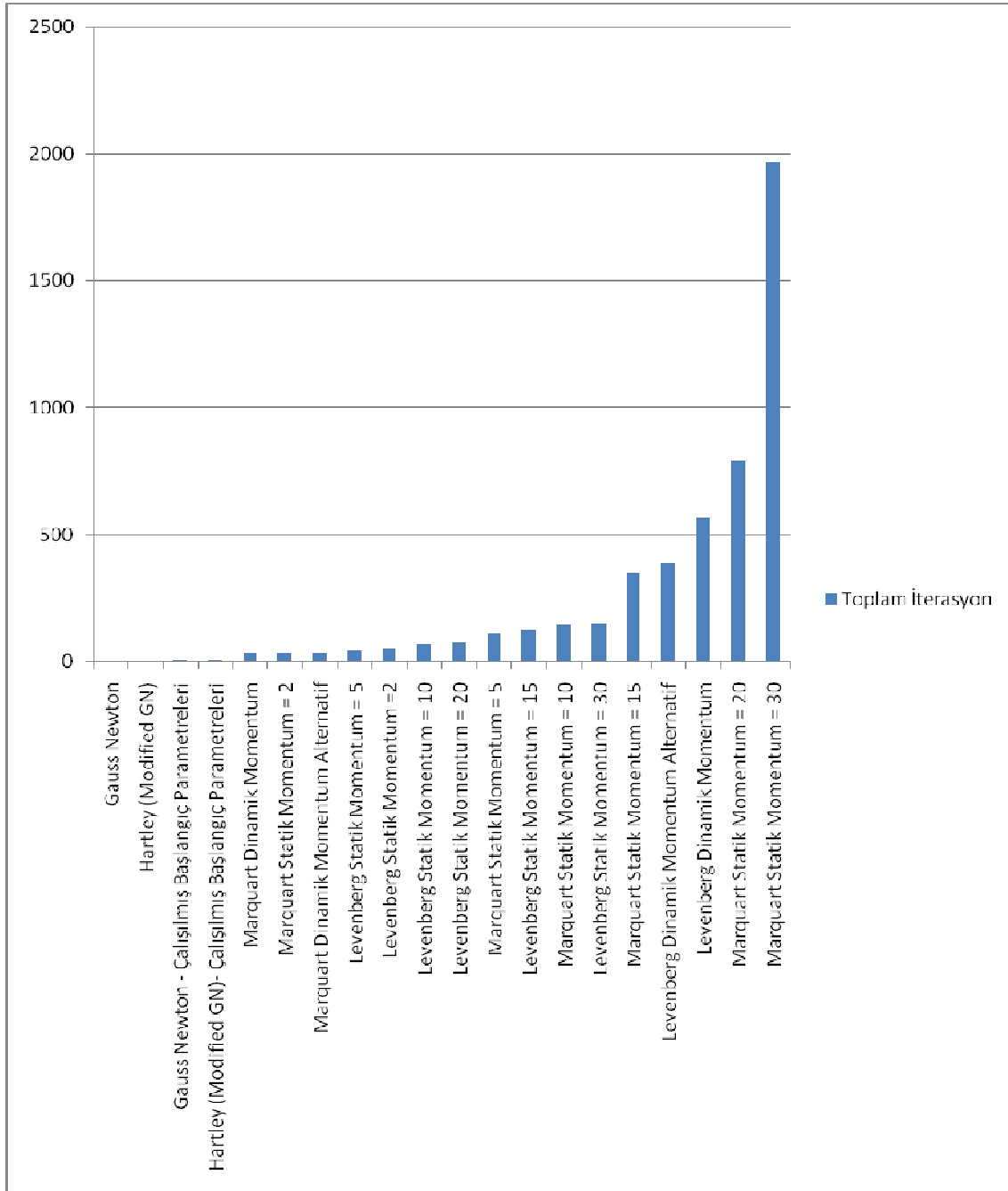
Aşağıdaki tabloda (Çizelge 7.1) genel karşılaştırma sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.1 Regresyon yöntemleri karşılaştırma analiz sonuçları

Yöntem	Toplam İterasyon	Toplam Zaman (Sn)	Başarı Yüzdesi %
Gauss Newton	5	1,6	-4,9
Hartley (Modified GN)	5	1,6	-4,9
Levenberg Dinamik Momentum	569	184,4	90,2
Levenberg Dinamik Momentum Alternatif	391	125,6	89,9
Marquart Dinamik Momentum	31	12,9	90,3
Marquart Dinamik Momentum Alternatif	37	12,2	90,3
Levenberg Statik Momentum =2	51	15,3	90,3
Marquart Statik Momentum = 2	37	11,5	90,1
Levenberg Statik Momentum = 5	43	13,1	90,3
Marquart Statik Momentum = 5	112	64,4	90,3
Levenberg Statik Momentum = 10	67	29,8	90,3

Marquart Statik Momentum = 10	147	67,3	90,3
Levenberg Statik Momentum = 15	123	54,4	90,3
Marquart Statik Momentum = 15	349	206,7	90,3
Levenberg Statik Momentum = 20	76	23,6	90,3
Marquart Statik Momentum = 20	793	302,5	90,3
Levenberg Statik Momentum = 30	151	66,8	90,3
Marquart Statik Momentum = 30	1965	1147,2	90,3
Gauss Newton - Çalışılmış Başlangıç Parametreleri	9	2,9	90,3
Hartley (Modified GN) - Çalışılmış Başlangıç Parametreleri	9	3,1	90,3

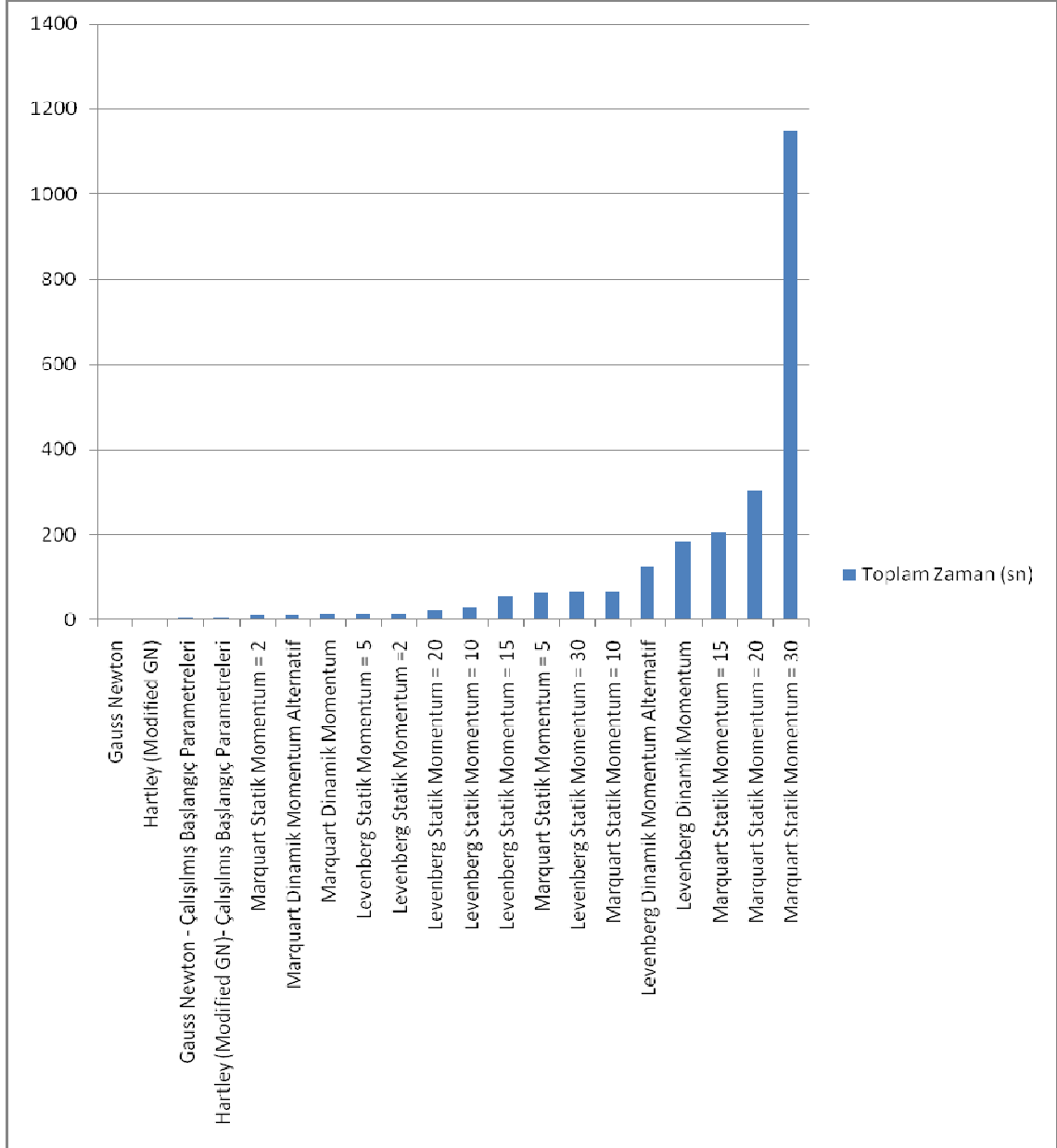
7.6.1 Regresyon Yöntemlerinin İterasyon Sayısı Bakımından Karşılaştırma Sonuçları



Şekil 7.1 Regresyon yöntemlerinin iterasyon sayısı bakımından karşılaştırma sonuçları

İterasyon sayısı bakımından bakıldığında (şekil 7.1) çalışılmış başlangıç parametreleriyle yapılan Gauss-Newton regresyon analizi yönteminin en iyi sonucu verdiği görülmektedir. Ancak bu yanıltıcıdır çünkü rastgele verilen başlangıç değerleriyle Gauss-Newton yönteminden bir sonuç alınamamıştır. Yapılan iterasyon sayısı önemli olmakla beraber yöntemin her koşulda sonuç üretmesi önemlidir.

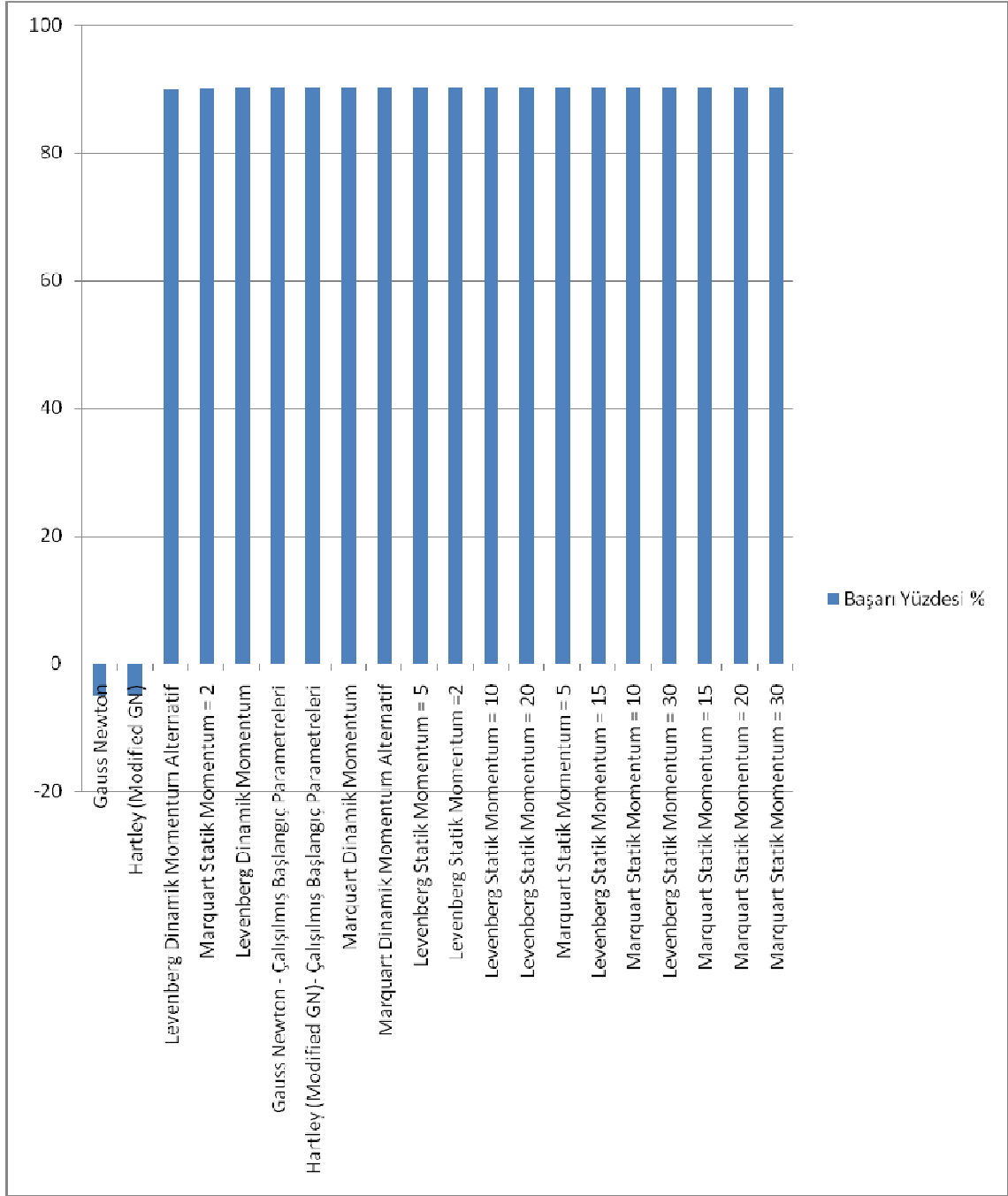
7.6.2 Regresyon Yöntemlerinin Harcanan Toplam Zaman Bakımından Karşılaştırma Sonuçları



Şekil 7.2 Regresyon yöntemlerinin harcanan toplam zaman karşılaştırma sonuçları

Yöntemlerin toplam harcanan zaman bakımından sonuçları yapılan toplam iterasyonla hemen hemen doğru orantılıdır.

7.6.3 Regresyon Yöntemlerinin Yaklaşma Yüzdelere (R^2) Göre Karşılaştırılması



Şekil 7.3 Regresyon yöntemlerinin yaklaşma yüzdeleri karşılaştırma sonuçları

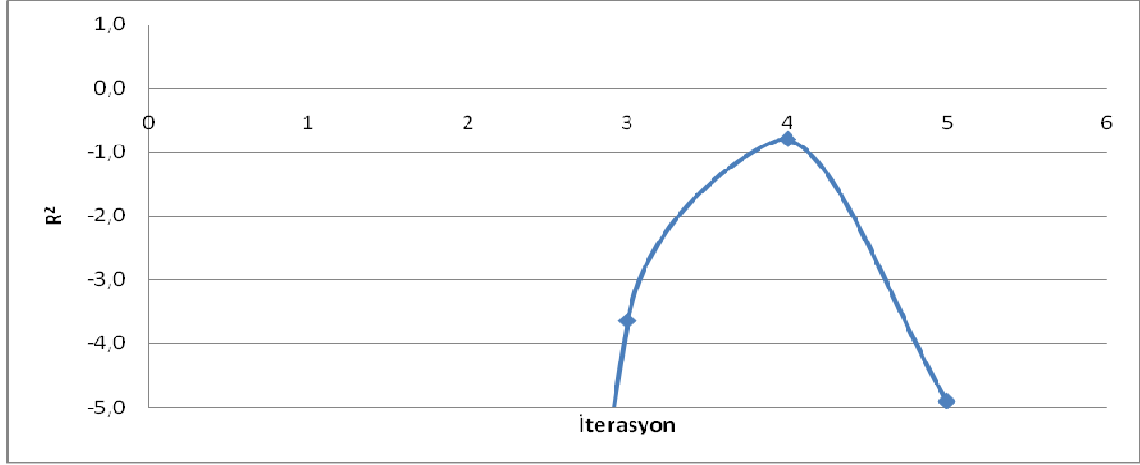
Regresyon yöntemlerinin yaklaşma yüzdeleri sonuç alındığında hemen hemen birbirine eşit gözükmektedir. Aralarında çok ufak farklar iterasyonun sonlandırılma kriteri gibi kriterlerdir. hangi yöntemin kullanıldığı sonuca ulaştığı anda önemli olmadığı gözükmektedir. Hangi yöntemle sonuca ulaşırsa ulaşılsın aynı yaklaşma yüzdesiyle yaklaşacaktır.

7.6.4 Regresyon Yöntemlerinin İterasyon Kararlılık Açısından Karşılaştırması

7.6.4.1 Gauss-Newton

Çizelge 7.2 Grafiğe sığmayan gauss-newton iterasyon sonuçları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-32,05534876



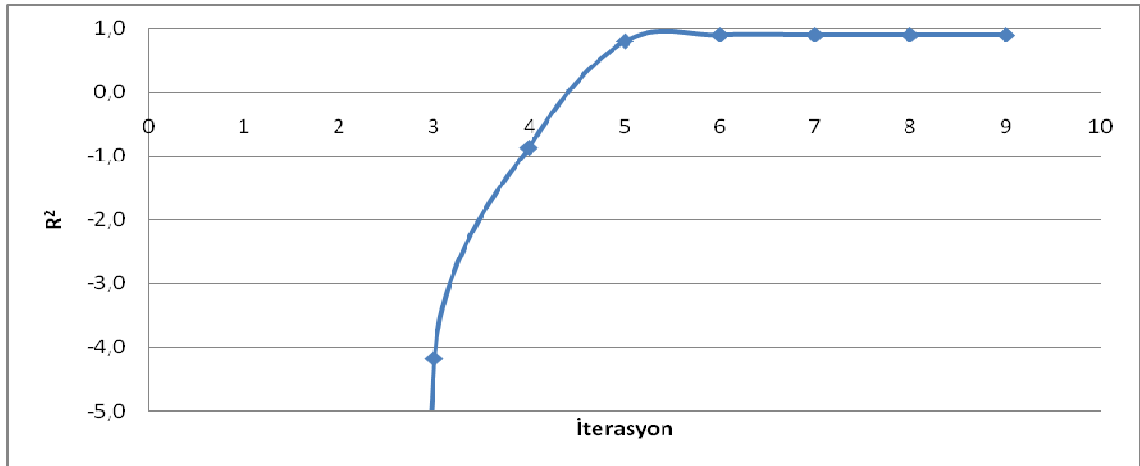
Şekil 7.4 Gauss-newton yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.2 ve şekil 7.4 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı niceliklerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir. Ayrıca yöntem başarıya ulaşamamıştır. R^2 sıfırdan küçük bir sayıda iterasyon iyileşme göstermeyerek durmuştur.

7.6.4.2 Başlangıç Parametreleri Çalışılmış Gauss-Newton

Çizelge 7.3 Grafiğe sığmayan Gauss-newton (çalışılmış parametreler) İterasyonları

İterasyon	R^2
1	-100043,5185
2	-53,3627488



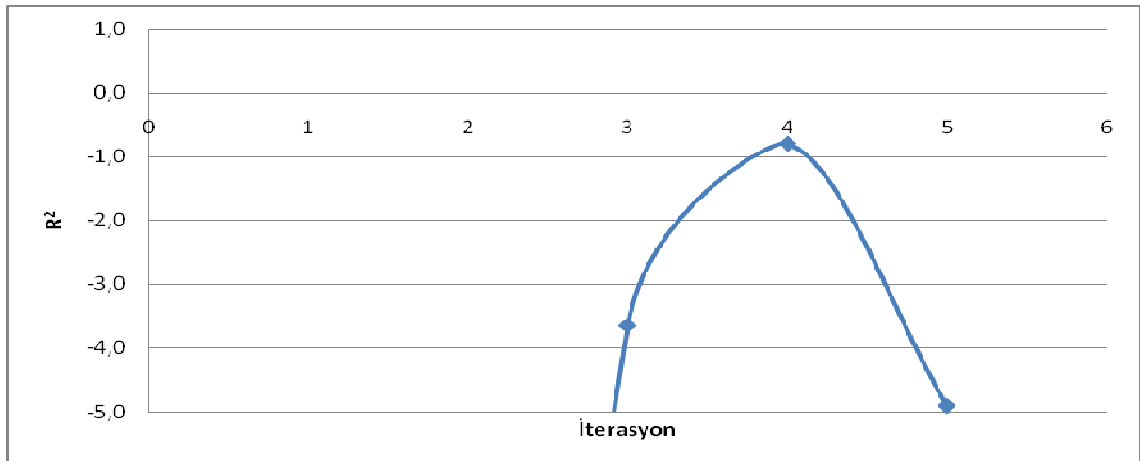
Şekil 7.5 Gauss-newton yöntemi (çalışılmış parametreler) iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.3 ve şekil 7.5 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir. Başlangıç parametrelerinin ilk değerlerinin önemi anlaşılmaktadır.

7.6.4.3 Hartley Yarılama

Çizelge 7.4 Grafiğe sığmayan hartley yarılama iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-32,05534876



Şekil 7.6 Hartley yarılama yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

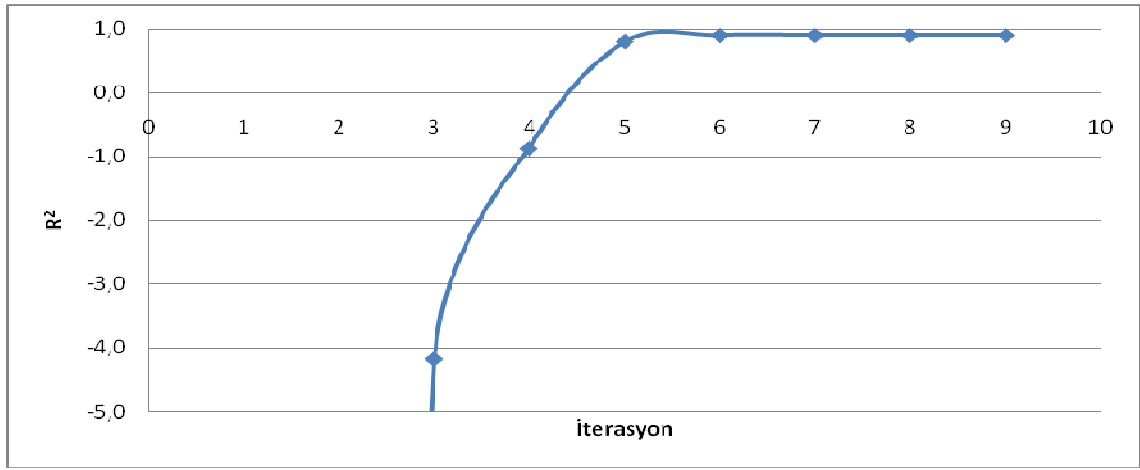
Çizelge 7.4 ve şekil 7.6 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir. Ayrıca yöntem başarıya ulaşamamıştır. R^2

sıfırdan küçük bir sayıda iterasyon iyileşme göstermeyerek durmuştur. Yöntem Hartley alt iterasyon safhasına girmeden sonlandığı için Gauss-Newton yöntemiyle aynı iterasyonları yaşamıştır.

7.6.4.4 Başlangıç Parametreleri Çalışılmış Hartley Yarılama

Çizelge 7.5 Grafiğe sığmayan hartley yarılama (çalışılmış parametreler) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-100043,5185
2	-53,3627488



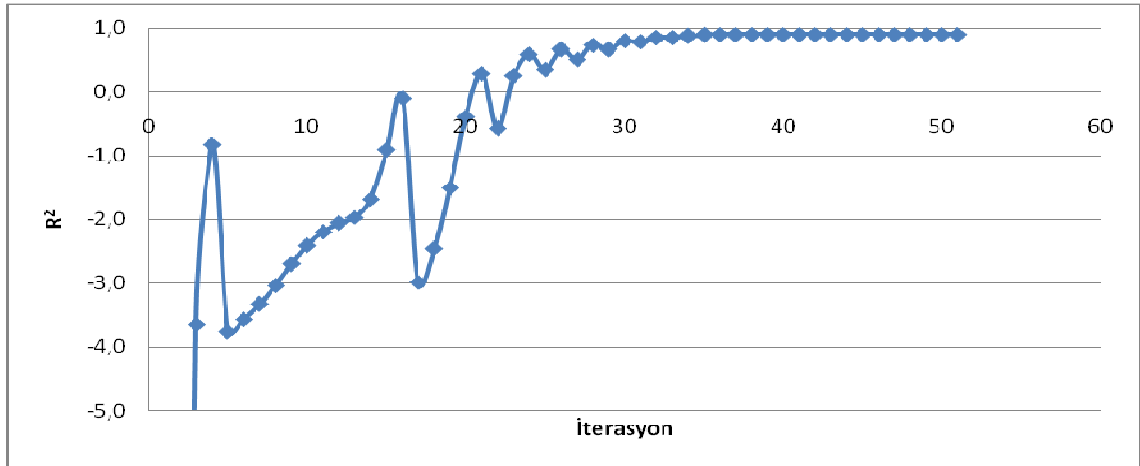
Şekil 7.7 Hartley yarılama yöntemi (çalışılmış parametreler) iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.5 ve şekil 7.7 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir. Başlangıç parametrelerinin ilk değerlerinin önemi anlaşılmaktadır.

7.6.4.5 Levenberg Statik Momentum (Momentum Katsayısı 2)

Çizelge 7.6 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 2) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-32,05394839



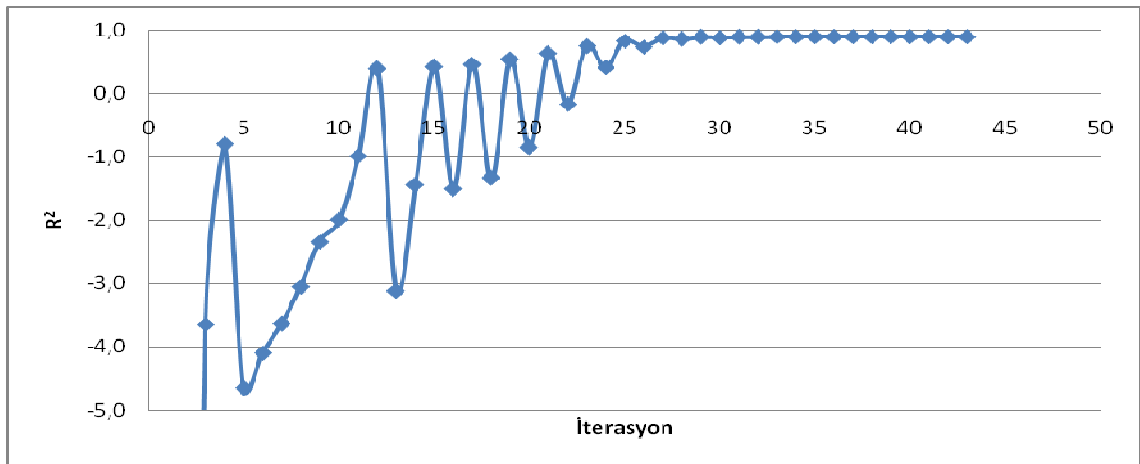
Şekil 7.8 Levenberg statik momentum (momentum 2) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.6 ve şekil 7.8 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.6 Levenberg Statik Momentum (Momentum Katsayısı 5)

Çizelge 7.7 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 5) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-32,05394839



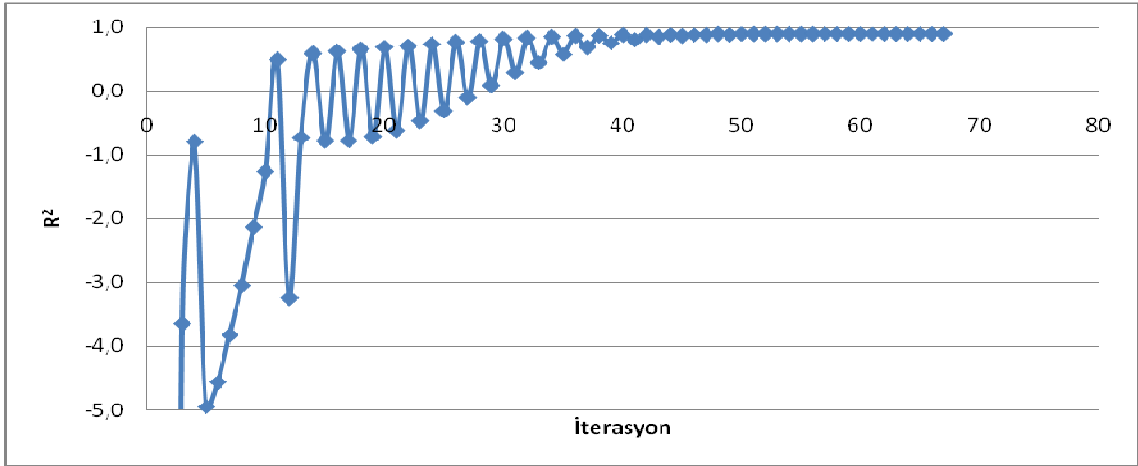
Şekil 7.9 Levenberg statik momentum (momentum 5) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.7 ve şekil 7.9 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.7 Levenberg Statik Momentum (Momentum Katsayısı 10)

Çizelge 7.8 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 10) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-32,05394839



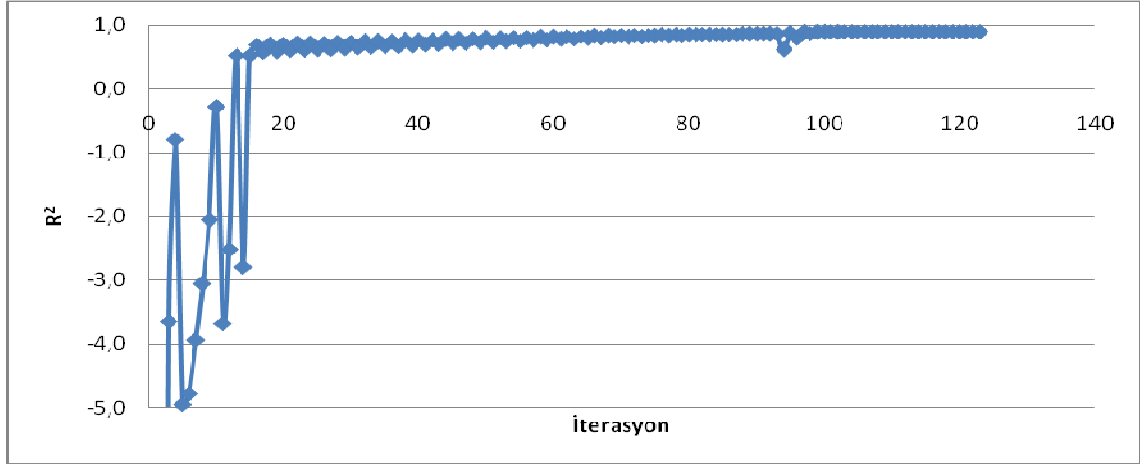
Şekil 7.10 Levenberg statik momentum (momentum 10) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.8 ve şekil 7.10 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.8 Levenberg Statik Momentum (Momentum Katsayısı 15)

Çizelge 7.9 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 15) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-32,05394839



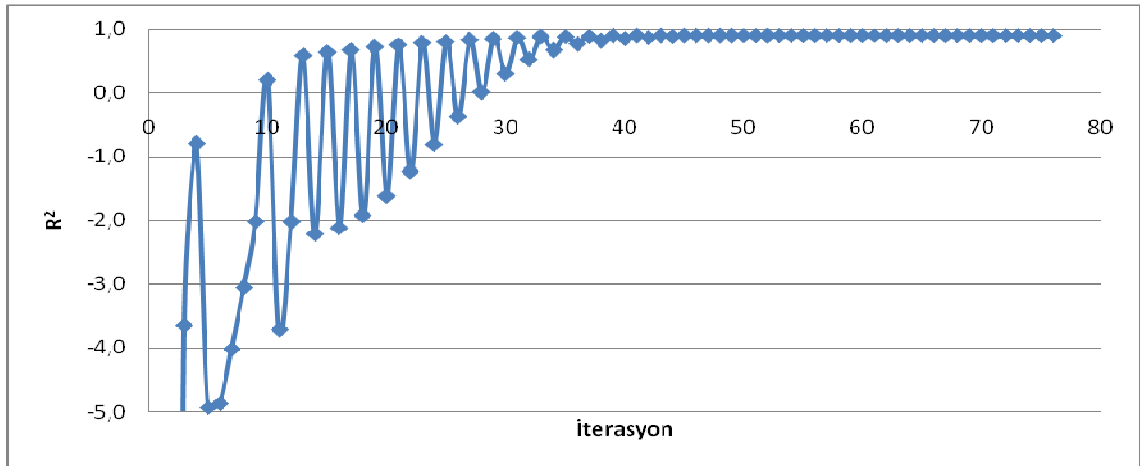
Şekil 7.11 Levenberg statik momentum (momentum 15) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.9 ve şekil 7.11 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.9 Levenberg Statik Momentum (Momentum Katsayısı 20)

Çizelge 7.10 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 20) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-32,05394839



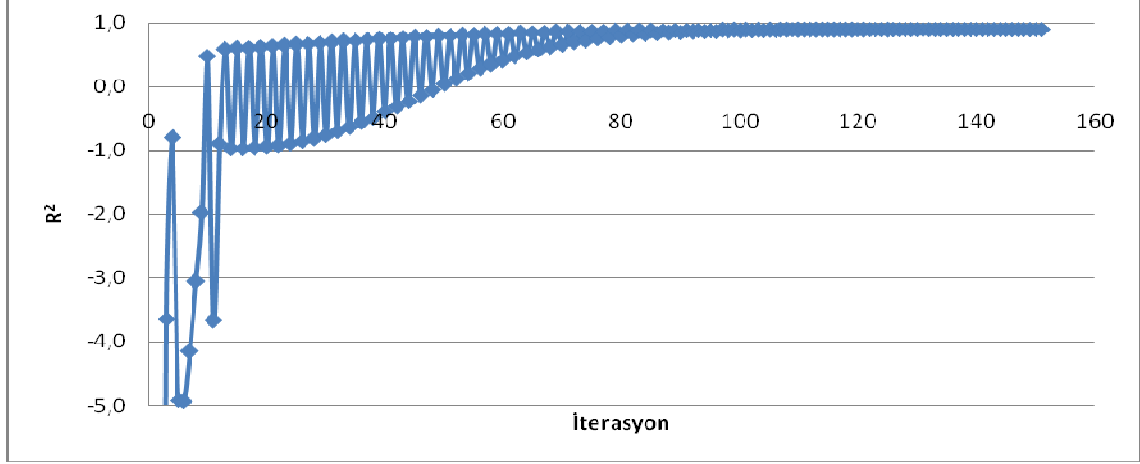
Şekil 7.12 Levenberg statik momentum (momentum 20) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.10 ve şekil 7.12 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.10 Levenberg Statik Momentum (Momentum Katsayısı 30)

Çizelge 7.11 Grafiğe sığmayan levenberg statik momentum (momentum 30) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-32,05394839



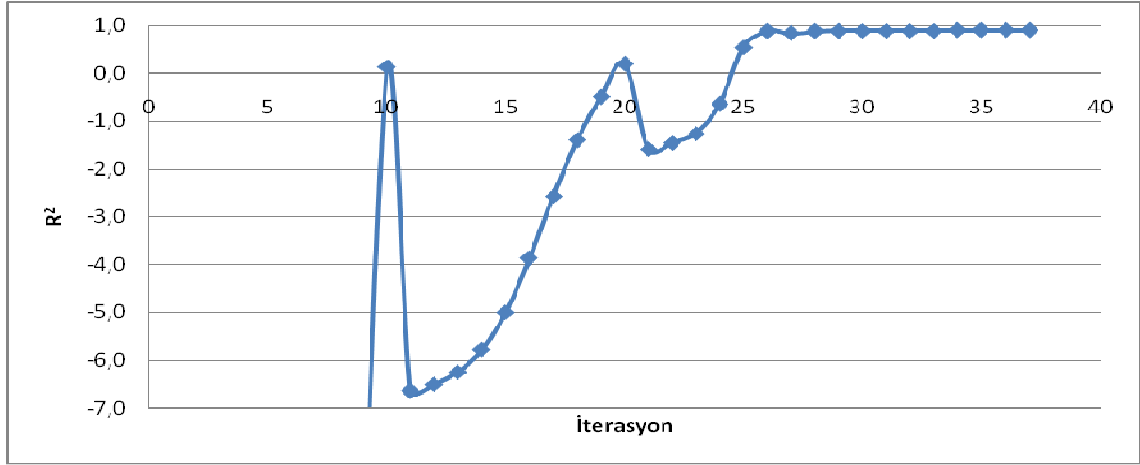
Şekil 7.13 Levenberg statik momentum (momentum 30) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.11 ve şekil 7.13 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.11 Marquart Statik Momentum (Momentum Katsayısı 2)

Çizelge 7.12 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 2) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-27988893227
3	-3112076739
4	-281097866,2
5	-17220323,91
6	-567514,0981
7	-8466,375469
8	-120,8219933
9	-13,15492758



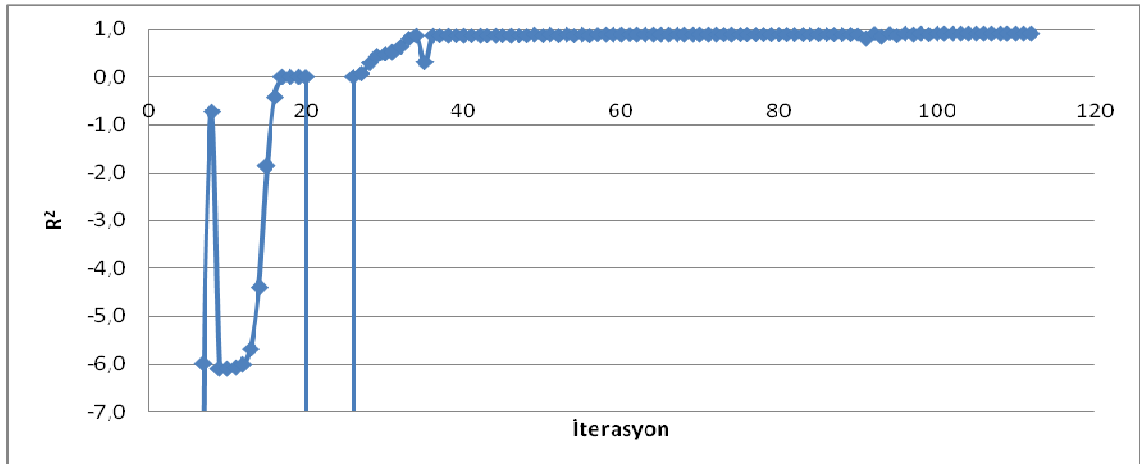
Şekil 7.14 Marquart statik momentum (momentum 2) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.12 ve şekil 7.14 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar görülmektedir.

7.6.4.12 Marquart Statik Momentum (Momentum Katsayısı 5)

Çizelge 7.13 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 5) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-27988893227
3	-2222330229
4	-36462397,58
5	-42794,81353
6	-51,30423966
7	-5,992233762



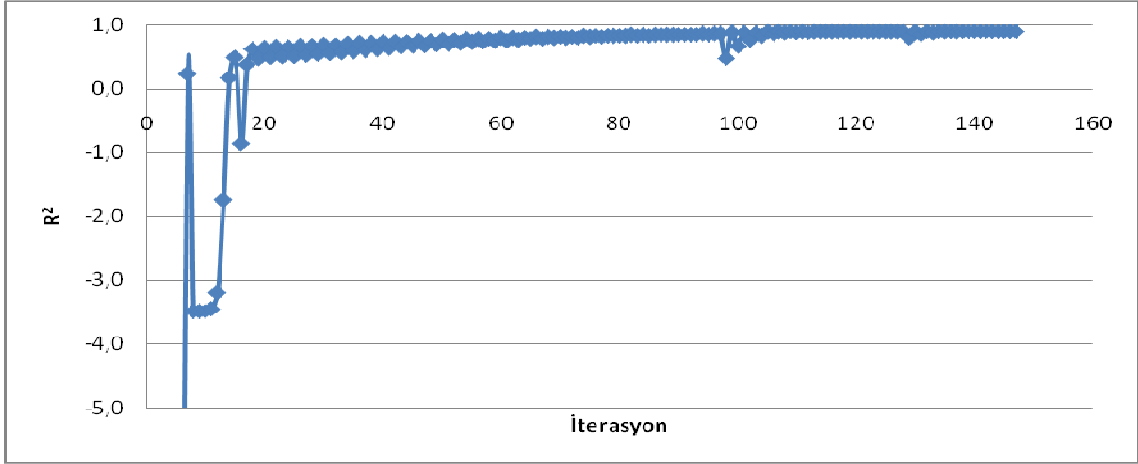
Şekil 7.15 Marquart statik momentum (momentum 5) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.13 ve şekil 7.15 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.13 Marquart Statik Momentum (Momentum Katsayısı 10)

Çizelge 7.14 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 10) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-27988893227
3	-1333534368
4	-2180032,698
5	-149,2047057
6	-12,78304951



Şekil 7.16 Marquart statik momentum (momentum 10) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

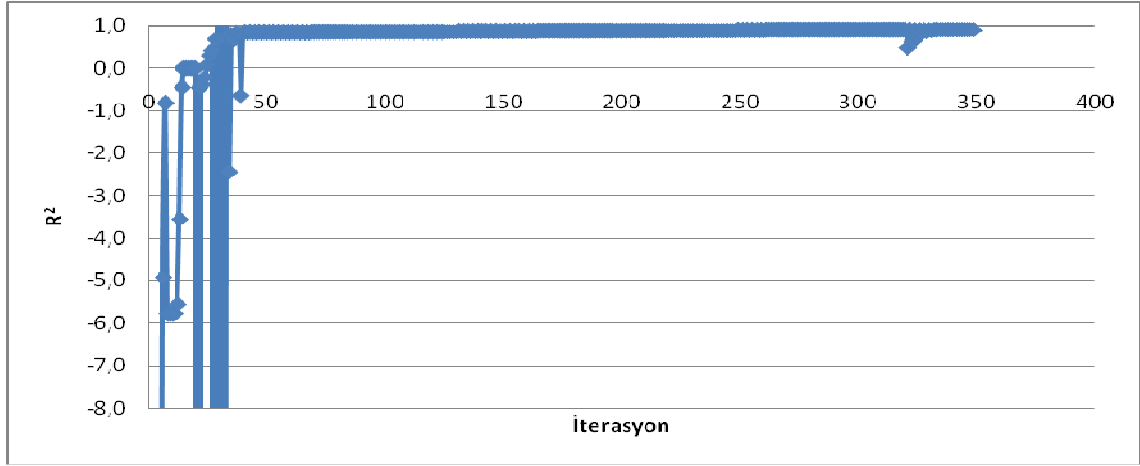
Çizelge 7.14 ve şekil 7.16 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.14 Marquart Statik Momentum (Momentum Katsayısı 15)

Çizelge 7.15 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 15) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-27988893227
3	-874022992,9
4	-310577,48
5	-42,45287855
28	-188493,8566

30	-545,6586232
32	-66,24007086



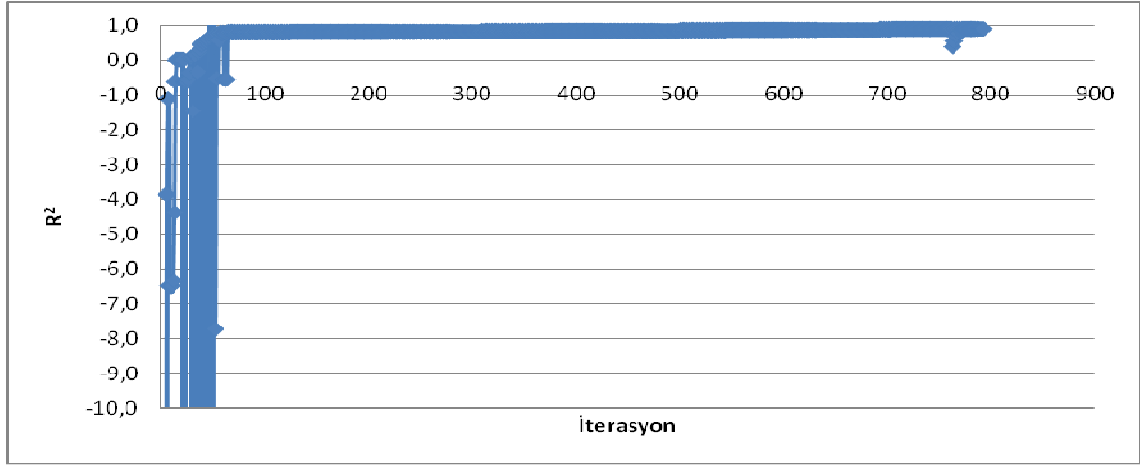
Şekil 7.17 Marquart statik momentum (momentum 15) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.15 ve şekil 7.17 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.15 Marquart Statik Momentum (Momentum Katsayısı 20)

Çizelge 7.16 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 20) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-27988893227
3	-613708071,9
4	-72322,1654
5	-34,56307503
22	-2788,55057
38	-452009658,2
40	-67000146,83
42	-7534522,254
44	-1099795,363
46	-32588,61912
48	-928,5765211
50	-68,04592647



Şekil 7.18 Marquart statik momentum (momentum 20) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

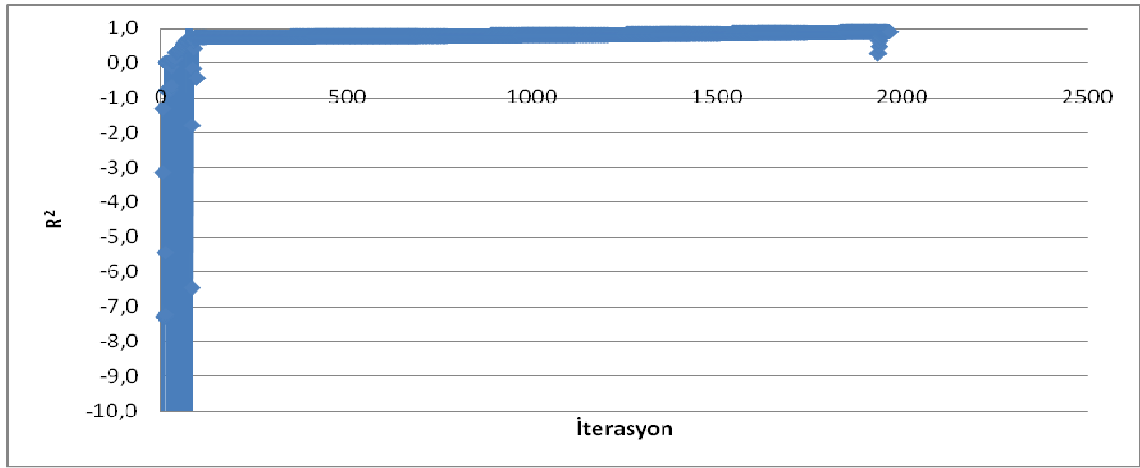
Çizelge 7.16 ve şekil 7.18 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.16 Marquart Statik Momentum (Momentum Katsayısı 30)

Çizelge 7.17 Grafiğe sığmayan marquart statik momentum (momentum 30) iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-27988893227
3	-348445337,3
4	-8922,927024
5	-30,35084878
22	-8,48E+150
30	-4,15045E+11
34	-5,62E+17
36	-1,28E+19
38	-2,69E+19
40	-8,63E+19
42	-407279367,7
44	-587792930,7
46	-699829735,9
48	-713491699
50	-584489870,2
52	-378974354,6
54	-194831339,6
56	-80461183,58
58	-27372497,09
60	-7967059,988

62	-2080638,668
64	-512736,6781
66	-124748,9742
68	-31011,74525
70	-8048,509352
72	-2203,240839
74	-637,4196917
76	-194,1707738
78	-61,72938349
80	-20,12627989



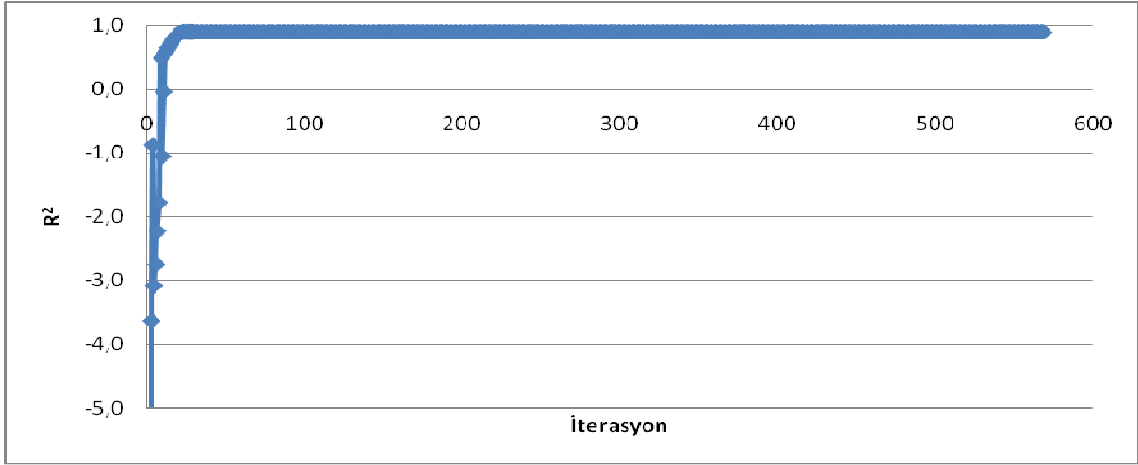
Şekil 7.19 Marquart statik momentum (momentum 30) yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.17 ve şekil 7.19 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde büyük iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.17 Levenberg Dinamik Momentum

Çizelge 7.18 Grafiğe sığmayan levenberg dinamik momentum iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-32,05394839



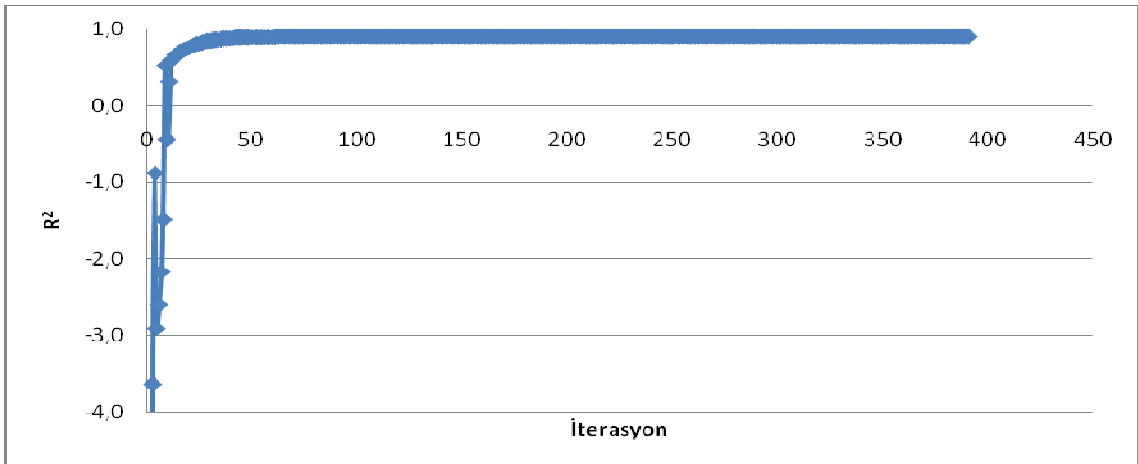
Şekil 7.20 Levenberg dinamik momentum yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.18 ve şekil 7.20 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde Levenberg statik momentum yöntemlerine göre iyileşme gözlenme ile birlikte iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.18 Levenberg Dinamik Momentum Alternatif

Çizelge 7.19 Grafiğe sığmayan levenberg dinamik momentum alternatif iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-32,05394839



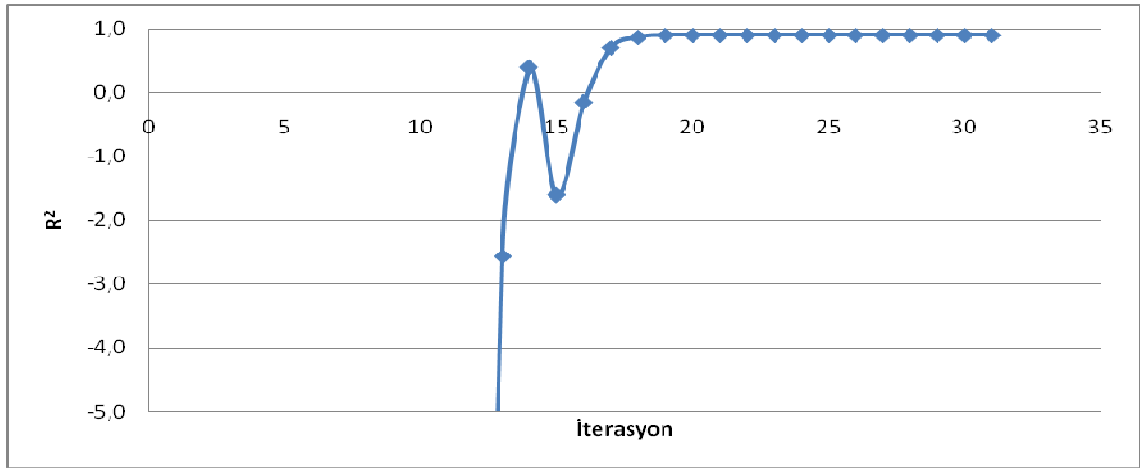
Şekil 7.21 Levenberg dinamik momentum alternatif yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.19 ve şekil 7.21 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde Levenberg statik momentum yöntemlerine göre iyileşme gözlenme ile birlikte iniş çıkışlar gözükmemektedir.

7.6.4.19 Marquart Dinamik Momentum

Çizelge 7.20 Grafiğe sığmayan marquart dinamik momentum iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-27988893227
3	-3411791005
4	-416709482,3
5	-50890116,6
6	-6225594,326
7	-764843,6664
8	-94692,31898
9	-11875,22885
10	-1521,5235
11	-202,2044484
12	-28,09226084



Şekil 7.22 Marquart dinamik momentum yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

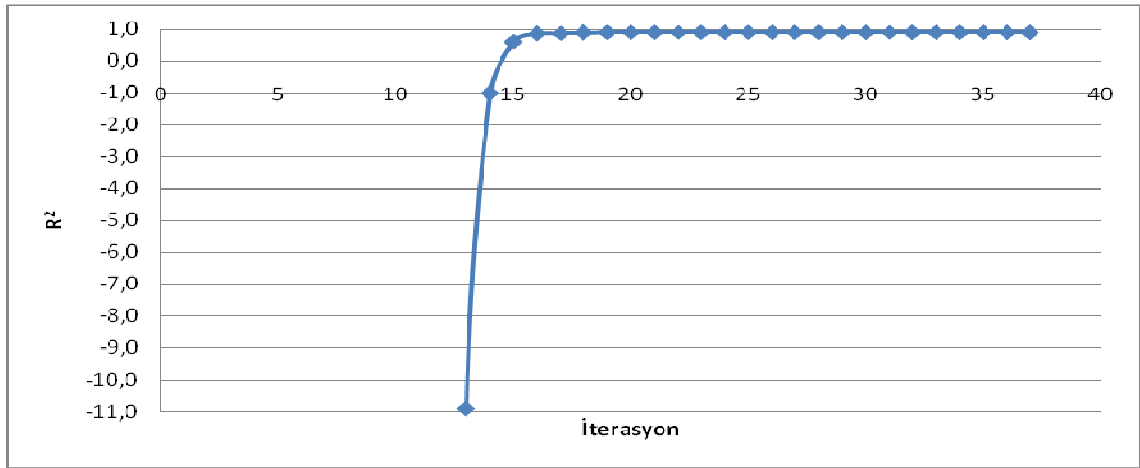
Çizelge 7.20 ve şekil 7.22 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde Marquart statik momentum yöntemlerine göre oldukça önemli ölçüde iyileşme gözükmemektedir.

7.6.4.20 Marquart Dinamik Momentum Alternatif

Çizelge 7.21 Grafiğe sığmayan marquart dinamik momentum a İternatif iterasyonları

İterasyon	R^2
1	-2,83054E+11
2	-27988893227

3	-3478822354
4	-444897689,2
5	-58343851,79
6	-7837655,361
7	-1077812,524
8	-151678,9611
9	-21842,52205
10	-3218,27486
11	-484,532846
12	-73,96345459



Şekil 7.23 Marquart dinamik momentum alternatif yöntemi iterasyon kararlılık grafiği

Çizelge 7.21 ve şekil 7.23 iterasyon sonuçları incelendiğinde iterasyonlar arası başarı değerlerinde herhangi bir alçalma gözükmemektedir. itersayonlar sürekli iyiye doğru gitmektedir ve bu çalışma için bunun önemli bir başarı ve tespit olduğu söylenebilir.

7.7 Regresyon Yöntemleri Karşılaştırma Sonuçları

Analiz sonuçlarına göz atıldığında yaklaşma sonuçlarının iterasyon hataya düşmediği takdirde hemen hemen aynı sonucu verdiği görülür. Rastgele başlangıç parametreleriyle her zaman sonuca yönelebilen yöntem tespit edilmelidir. Ayrıca bu yöntemin en az iterasyon ve en az sürede sonuca ulaşması beklenir.

7.7.1 Regresyon Yöntemleri Karşılaştırma Analizlerinden Çıkan Sonuçlar

- Gauss–Newton yöntemi her ne kadar çalışılmış başlangıç parametreleriyle en az iterasyonda sonuca ulaşsa da rastgele başlangıç parametreleriyle başarısız olduğu

görülmektedir. Eğer diğer iterasyon yöntemlerinin de kendilerine has başlangıç parametreleri seçilmiş olsa idi daha az iterasyonda sonuca ulaşabilirdi.

- Hartley (Modified Gauss-Newton) yöntemi bu analizde alt iterasyon safhasına geçemediği için Gauss-Newton yöntemi gibi davranmıştır. Analizlerde Gauss-Newton yönteminden farkı görülememektedir.

- Levenberg ve Marquart yöntemleri açıkça Gauss-Newton ve Hartley yöntemlerinden üstündür. Kendi aralarında her zaman olmamakla beraber genel olarak Marquart yönteminin üstünlüğü gözükmemektedir.

- Analiz sonuçlarına zaman ve iterasyon sayısı açısından bakıldığında yöntemler her zaman birbirlerine üstünlüğü sağlayamamıştır. Başlangıç parametreleri veya diğer kriterler değiştiğinde yine farklı sonuçlar üretilecektir.

- Yöntemlerin fonksiyona ulaşmada başarı yüzdeleri aynıdır. Aralarındaki çok ufak farklar hassasiyet durdurma kriterinin iterasyonu belli bir aşamada durdurmasıdır.

- Harcanan toplam zaman, yapılan toplam iterasyon ve ulaşılan başarı yüzdesi açısından birbirlerine her zaman üstünlük sağlayan bir yöntem mevcut değildir. Üstelik veriler, fonksiyon veya başlangıç parametrelerinde yapılan ufak bir değişiklik, sonuçları tam tersine çevirebilir.

- Doğru sonuca ulaşmadaki kararlılık açısından bakıldığında “Marquart Dinamik Momentum Alternatif Metot” dışındaki tüm yöntemlerin iniş çıkışlarla dolu olduğu görülmektedir. Bu yöntem dışındaki tüm yöntemler sonuca giderken düşüşler ve yükselişler yaşamıştır. Marquart Dinamik Momentum Alternatif metodunun her bir iterasyonda başarı yüzdesi (R^2) sürekli artmaktadır, hiç bir düşüşe sahip değildir.

- Bu çalışma için özellikle doğru sonuca ulaşmadaki kararlılık ve analiz edilen diğer değerlerle birlikte en iyi bulunan yöntemin “**Levenberg-Marquart Dinamik Momentum Alternatif**” metodu olduğu söylenebilir.

8. LEVENBERG - MARQUART YÖNTEMİYLE VERİ TABANI ANALİZİ

8.1 Deney Verileri Analizi İçin Seçilen Veriler

Bu analiz için seçilen veriler gemi deney verileri arasındaki VesselNo alanı 13 olan geminin verileridir.. Analiz için ise yine geminin dalıp çıkma (Heave) hareketleri incelenecek seçilen regresyon yöntemi ile gerçek deney verilerine ne kadar yaklaşıldığı grafiklerle gözlenecektir. Gemilerden VesselNo'su 13 olan gemiyi seçmekle deney verilerindeki LV13, LB ve BT parametreleri sabit tutulmuş oluncak ve geminin her bir dalga boyundaki (LamL), hız (FN) , dalıp çıkma hareket grafiği gerçek deney verileri ve regresyon yöntemiyle yaklaşılan veriler olarak incelenecek ve regresyon yönteminin başarısı gözlenecektir.

8.2 Deney Verileri Analizi İçin Seçilen Yöntem

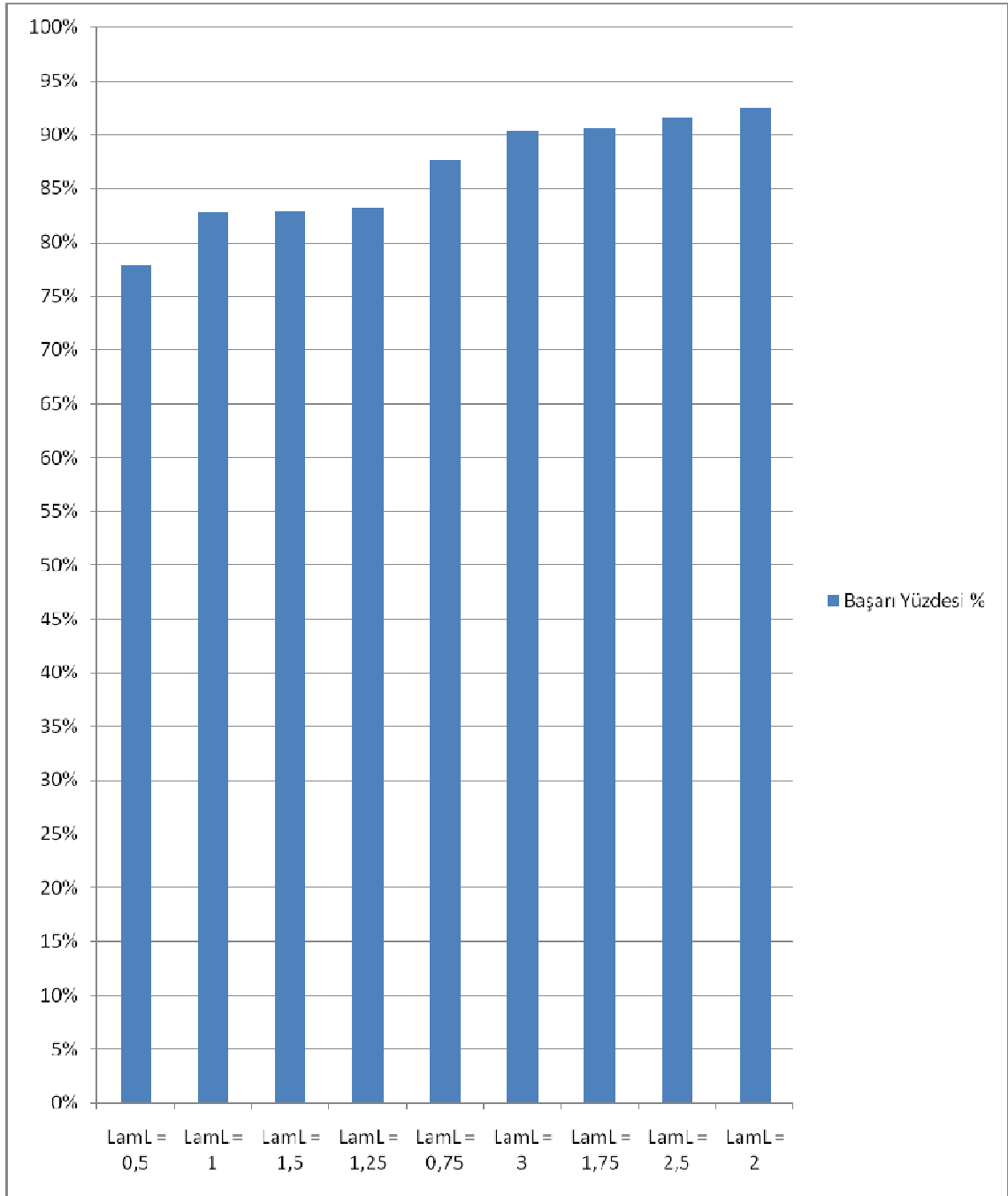
Bu bölümde daha önceki analizlerde en iyi yöntem olarak görülen Levenberg-Marquart yöntemi seçilmiştir. Levenberg-Marquart yöntemi ise yine analiz sonuçlarına göre iterasyonlarda en başarılı olarak görülen “Dinamik Momentum Alternatif” metodu kullanılacaktır.

8.3 Her Bir Dalgaboyu (LamL) İçin Analiz Sonuçları

Çizelge 8.1 Levenberg – marquart yöntemi regresyon yaklaşım sonuçları

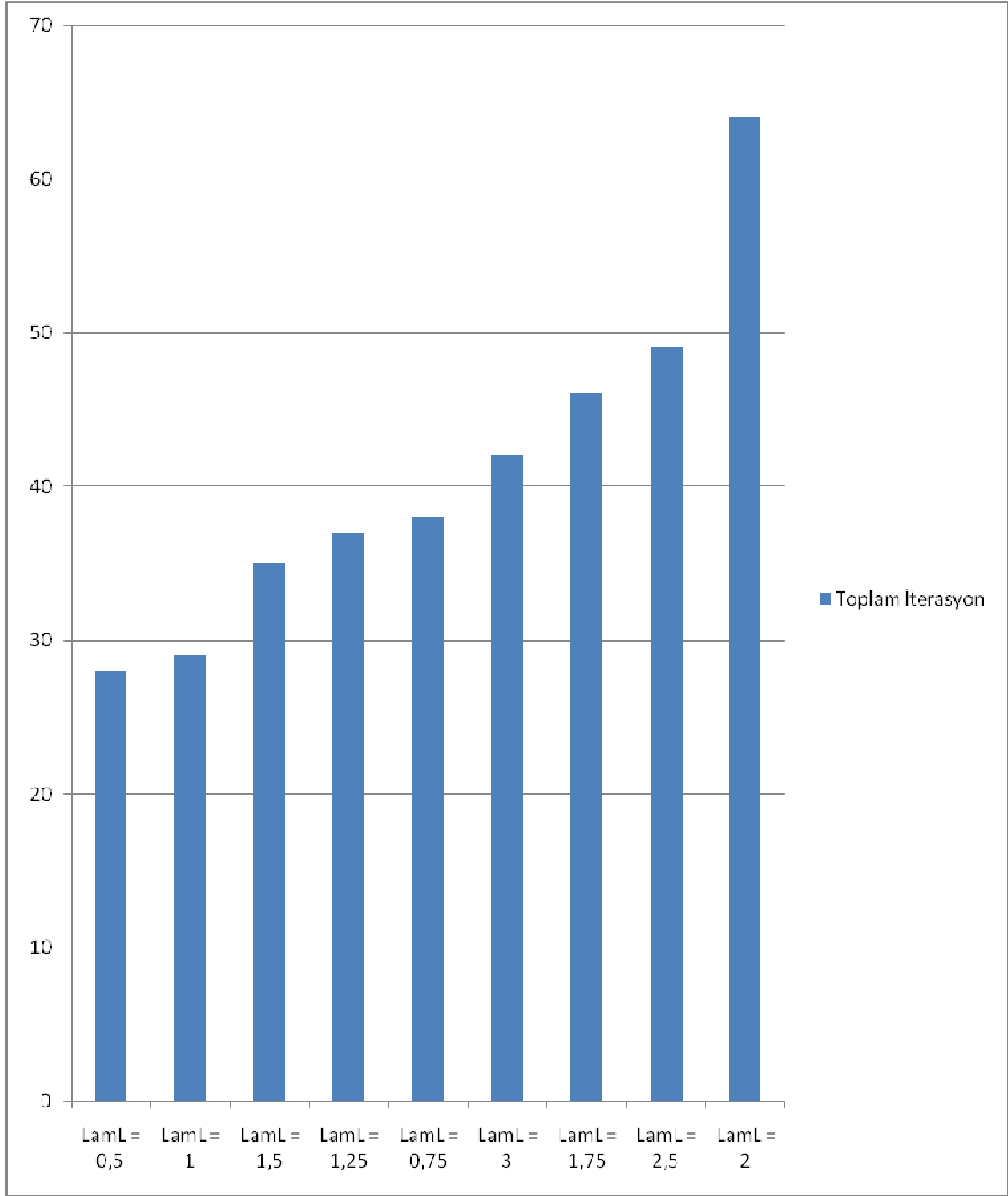
LamL	Toplam İterasyon	Toplam Zaman	Başarı Yüzdesi %
0,50	28	8,9	%77.9
0,75	38	12,3	%87.6
1,00	29	9,2	%82.7
1,25	37	11,9	%83.2
1,50	35	11,1	%82.9
1,75	46	14,9	%90.6
2,00	64	20,4	%92.4
2,50	49	15,8	%91.6
3,0	42	13,7	%90.3

8.3.1 Yaklaşma Yüzdeleri (R^2) Açısından Karşılaştırma Sonuçları



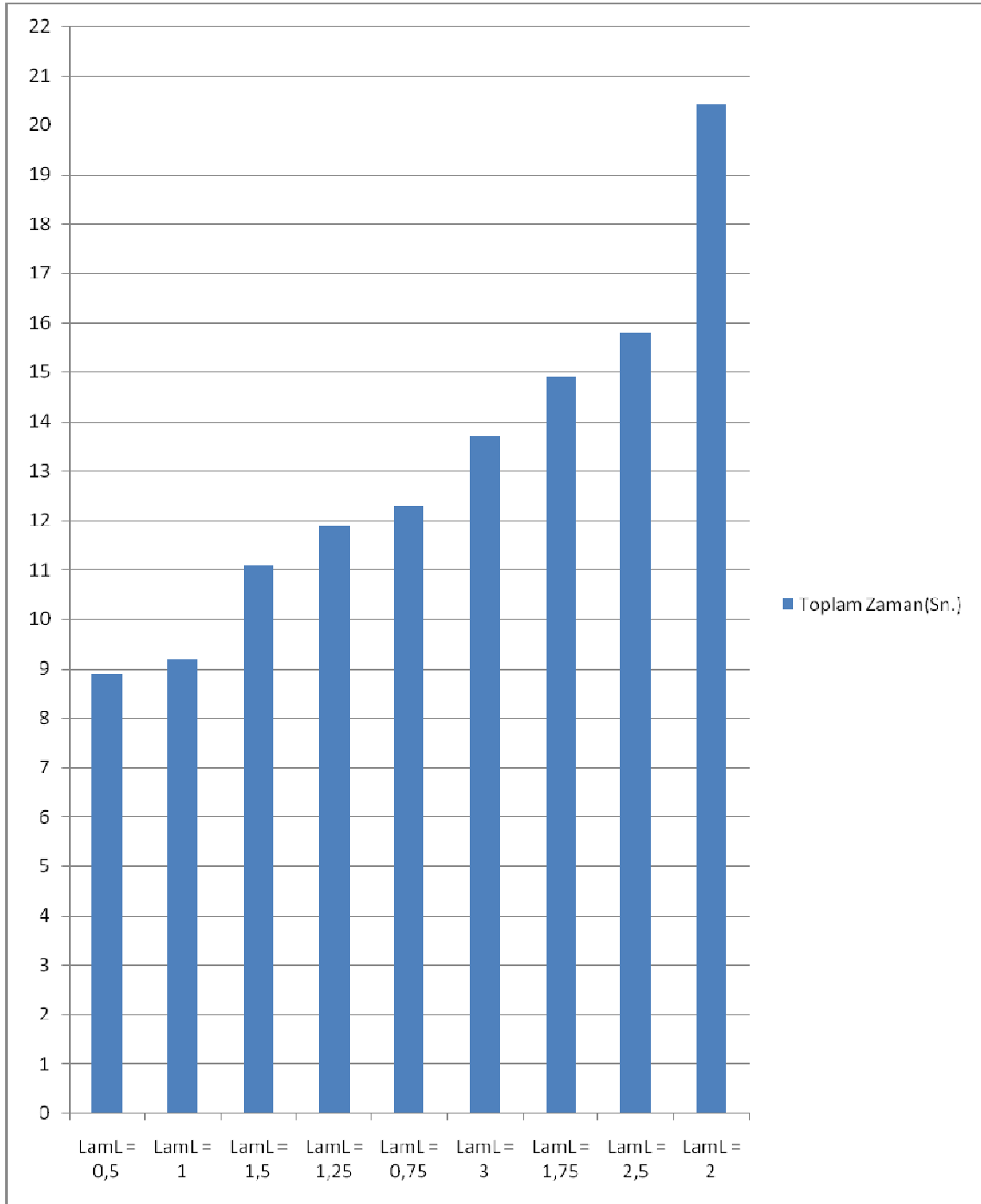
Şekil 8.1 Yaklaşma başarı yüzdeleri (R^2) açısından karşılaştırma sonuçları

8.3.2 İterasyon Sayısı Bakımından Karşılaştırma Sonuçları



Şekil 8.2 İterasyon sayısı bakımından karşılaştırma sonuçları

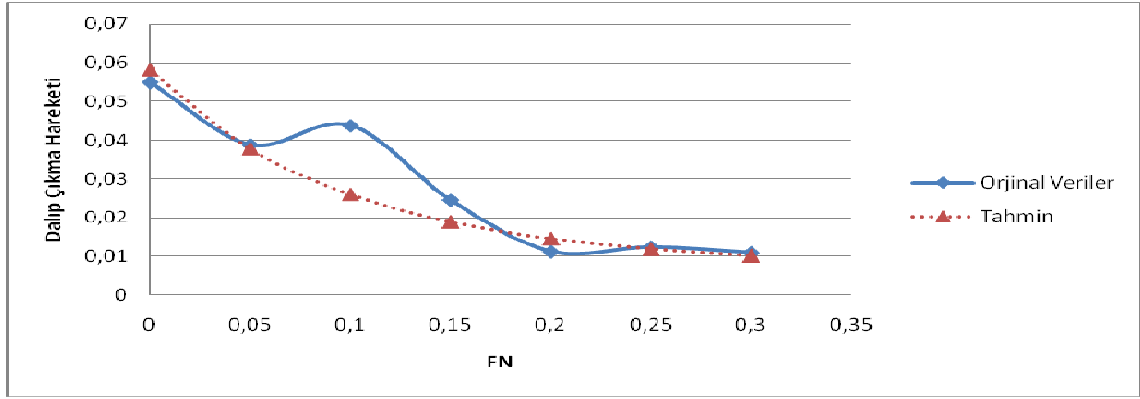
8.3.3 Harcanan Toplam Zaman Bakımından Karşılaştırma Sonuçları



Şekil 8.3 Harcanan toplam zaman bakımından karşılaştırma sonuçları

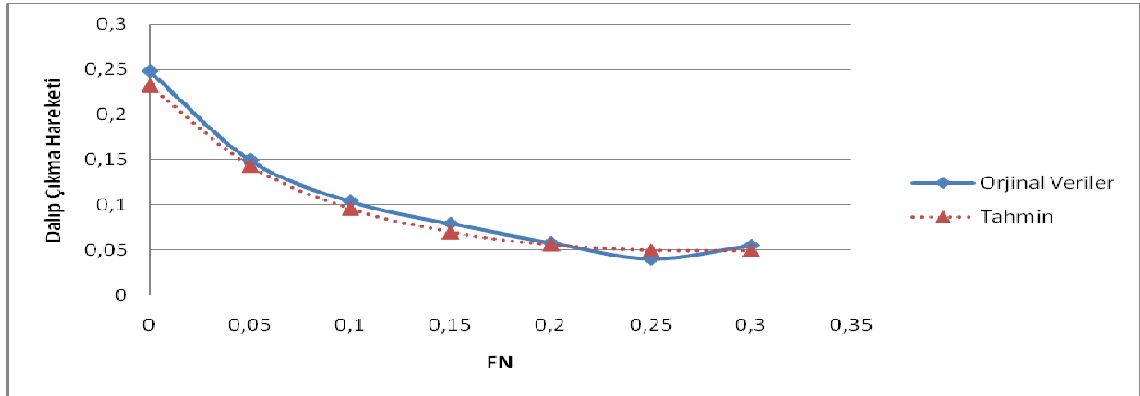
8.3.4 Gerçek Sonuçlar ile Regresyon Yöntemi Sonuçlarının Karşılaştırılması

8.3.4.1 Dalga Boyu (LamL) 0.5 İçin Karşılaştırma Sonuçları



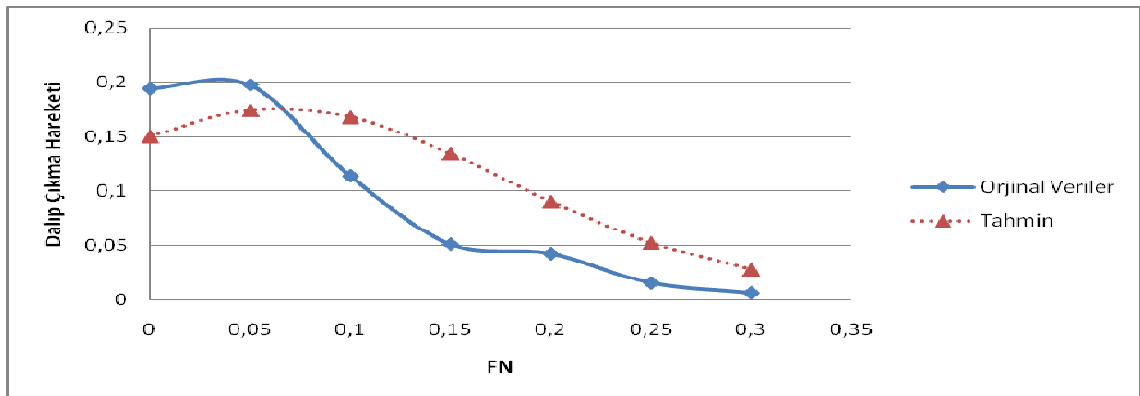
Şekil 8.4 Dalga boyu (LamL) 0.5 için karşılaştırma sonuçları

8.3.4.2 Dalga Boyu (LamL) 0.75 İçin Karşılaştırma Sonuçları



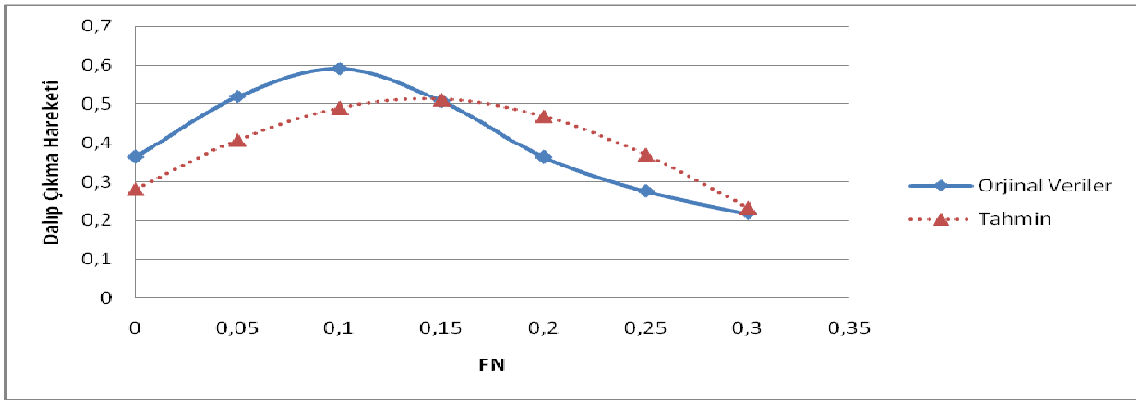
Şekil 8.5 Dalga boyu (LamL) 0.75 için karşılaştırma sonuçları

8.3.4.3 Dalga Boyu (LamL) 1.0 İçin Karşılaştırma Sonuçları



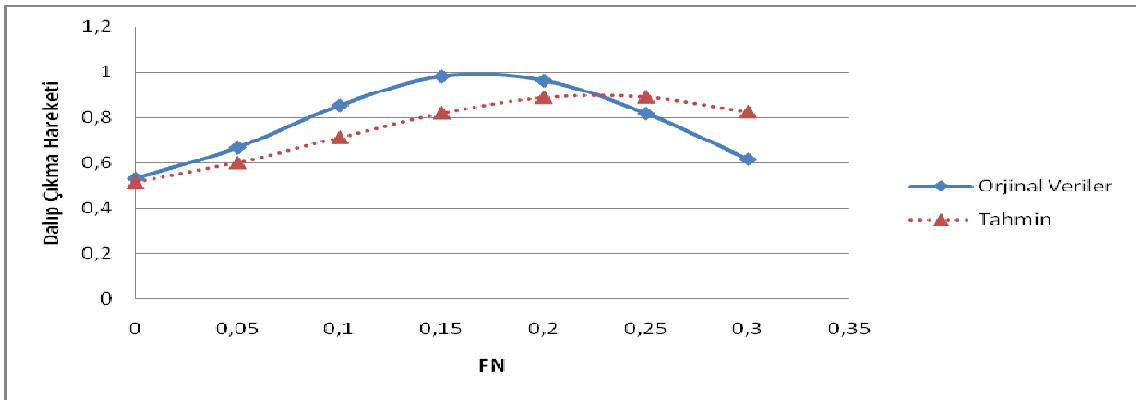
Şekil 8.6 Dalga boyu (LamL) 1.0 İçin Karşılaştırma Sonuçları

8.3.4.4 Dalga Boyu (LamL) 1.25 İçin Karşılaştırma Sonuçları



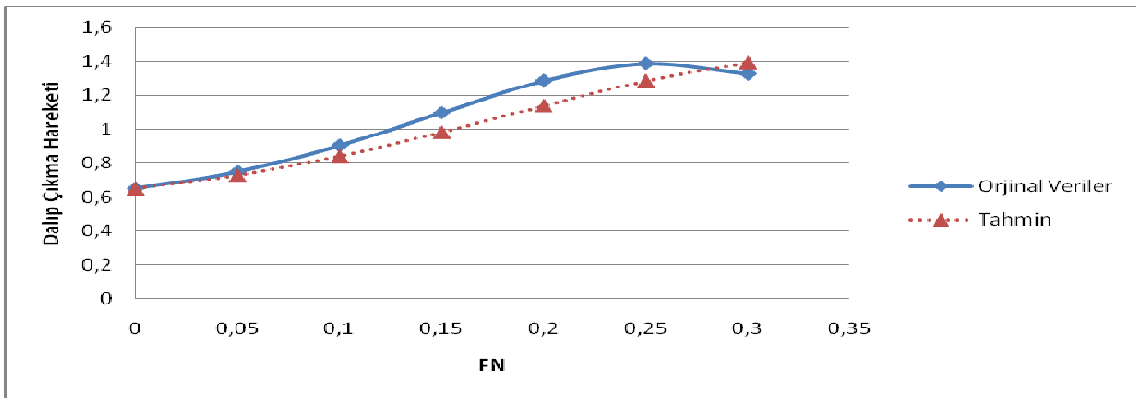
Şekil 8.7 Dalga boyu (LamL) 1.25 için karşılaştırma sonuçları

8.3.4.5 Dalga Boyu (LamL) 1.5 İçin Karşılaştırma Sonuçları



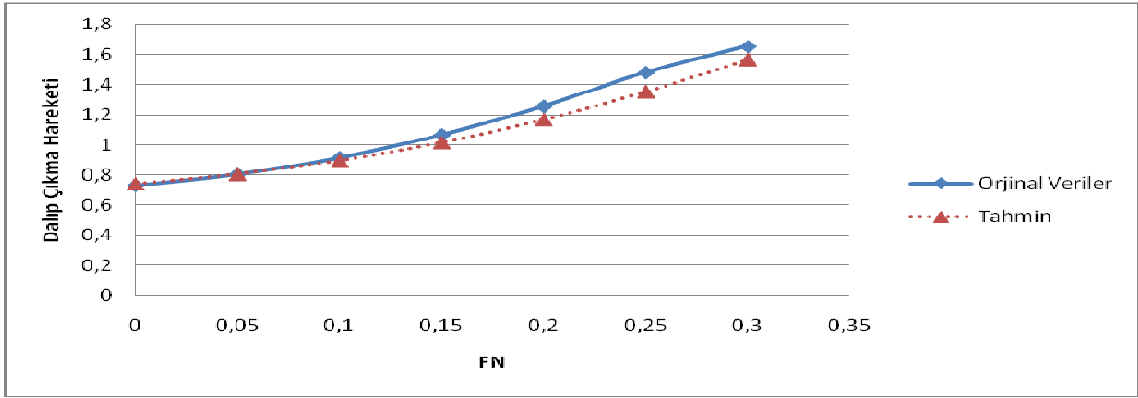
Şekil 8.8 Dalga boyu (LamL) 1.5 için karşılaştırma sonuçları

8.3.4.6 Dalga Boyu (LamL) 1.75 İçin Karşılaştırma Sonuçları



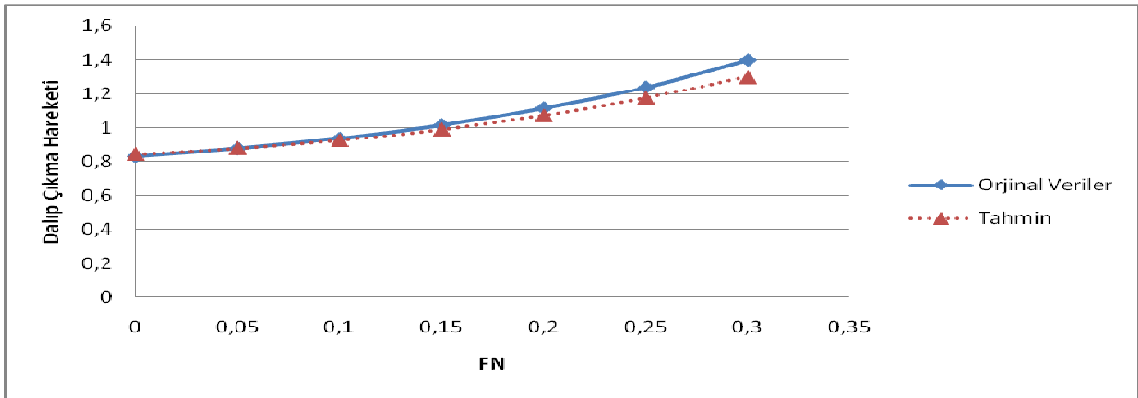
Şekil 8.9 Dalga boyu (LamL) 1.75 için karşılaştırma sonuçları

8.3.4.7 Dalga Boyu (LamL) 2.0 İçin Karşılaştırma Sonuçları



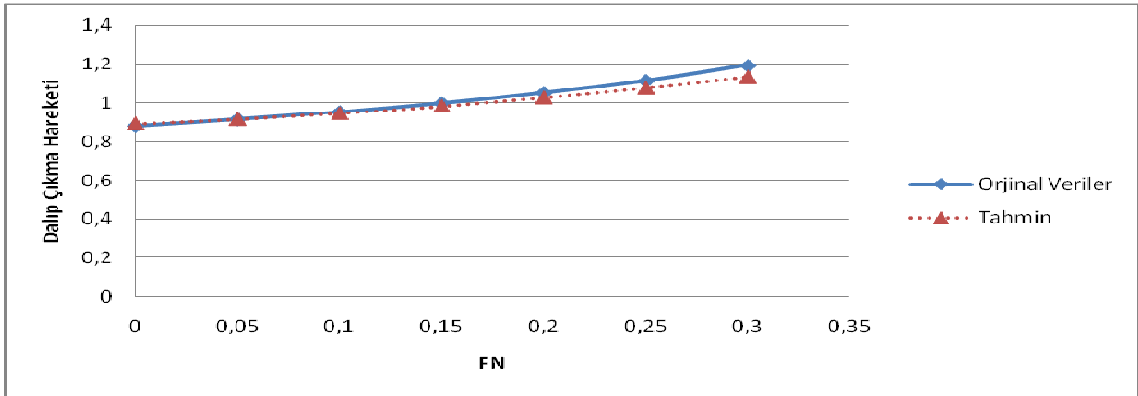
Şekil 8.10 Dalga boyu (LamL) 2.0 için karşılaştırma sonuçları

8.3.4.8 Dalga Boyu (LamL) 2.5 İçin Karşılaştırma Sonuçları



Şekil 8.11 Dalga boyu (LamL) 2.5 için karşılaştırma sonuçları

8.3.4.9 Dalga Boyu (LamL) 3.0 İçin Karşılaştırma Sonuçları



Şekil 8.12 Dalga boyu (LamL) 3.0 için karşılaştırma sonuçları

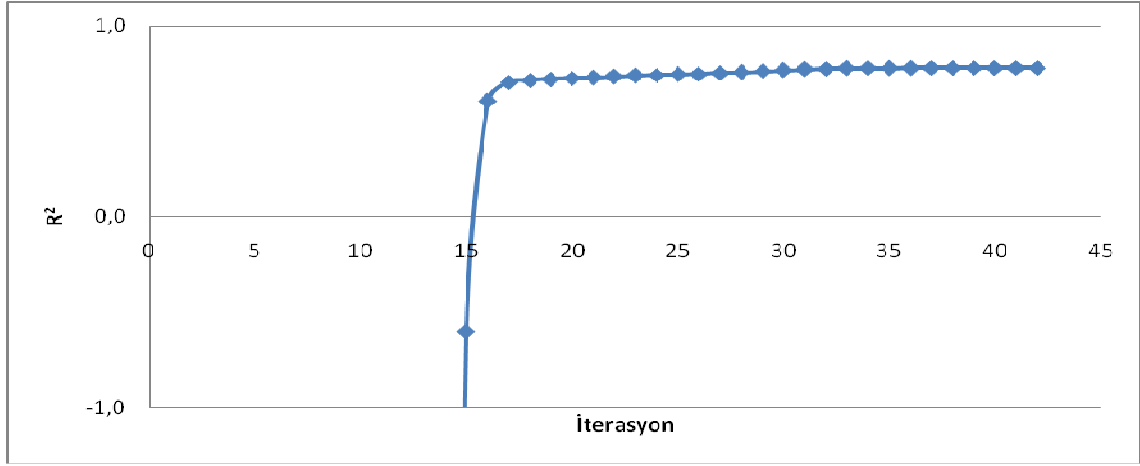
8.3.5 Yöntemin İterasyon Kararlılık Açısından Her Dalga Boyu (LamL) İçin Sonuçları

8.3.5.1 Dalga Boyu (LamL) 0.5 İçin İterasyonlar

Çizelge 8.2 Dalga boyu 0.5 için iterasyonlar

İterasyon	R2
1	-1,8537E+12
2	-1,8329E+11
3	-22781632615
4	-2913474829
5	-382070704,7
6	-51325206,47
7	-7057986,015
8	-993226,8986
9	-143016,0799
10	-21065,56483
11	-3169,137348
12	-483,9312638
13	-73,33388925
14	-10,06500397
15	-0,603162127
16	0,605314236
17	0,703735896
18	0,714679953
19	0,720898841
20	0,724728457
21	0,728802685
22	0,733339014
23	0,737793243
24	0,741096646
25	0,744544826
26	0,747930564
27	0,751387504
28	0,755049989
29	0,759749834
30	0,765930338
31	0,770886256
32	0,774068124
33	0,775954467
34	0,777040525
35	0,777678879
36	0,778075652
37	0,778323083
38	0,778463091
39	0,77852608
40	0,778546212
41	0,778550775
42	0,778551571

İterasyonlar takip edilirse R^2 'nin yani başarı yüzdesinin sürekli arttığı görülür. Şekil 8.13'de dalga boyu 0.5 için iterasyonların gidişatı gösterilmiştir.



Şekil 8.13 Dalga boyu (LamL) 0.5 için iterasyon kararlılık grafiği

Grafikte (Şekil 8.13) R^2 'nin sürekli arttığı gözükmemektedir. İlk 14 iterasyon grafikte gösterilemeyecek kadar büyük olduğundan grafiğe alınmamıştır.

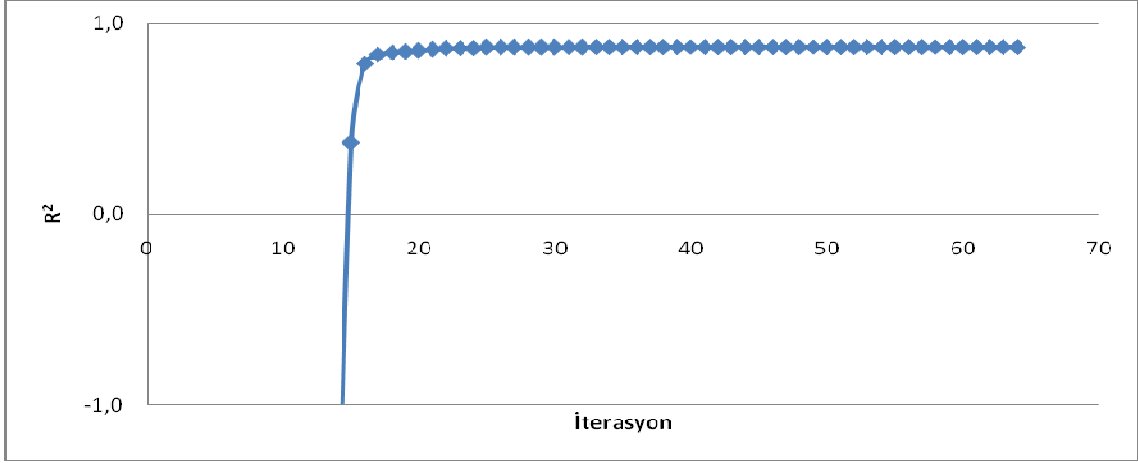
8.3.5.2 Dalga Boyu (LamL) 0.75 İçin İterasyonlar

Çizelge 8.3 Dalga boyu 0.75 için iterasyonlar

İterasyon	R^2
1	-5,04268E+11
2	-49861133806
3	-6197351054
4	-792554829,5
5	-103933522,8
6	-13961503,79
7	-1919855,301
8	-270166,0929
9	-38906,31856
10	-5734,285408
11	-864,4609613
12	-132,6392795
13	-20,1055217
14	-2,431135901
15	0,374155526
16	0,788011703
17	0,836546693
18	0,845873154
19	0,852340262
20	0,858167167
21	0,863560804

22	0,867506003
23	0,869833128
24	0,871232582
25	0,872135146
26	0,872760197
27	0,873224136
28	0,873592156
29	0,873903214
30	0,874182415
31	0,874447261
32	0,874710331
33	0,874978905
34	0,875252201
35	0,875518326
36	0,875744811
37	0,87590909
38	0,876019181
39	0,876092489
40	0,876142601
41	0,876178038
42	0,87620394
43	0,876223438
44	0,876238499
45	0,876250391
46	0,876259962
47	0,876267792
48	0,876274289
49	0,87627975
50	0,876284389
51	0,876288368
52	0,876291811
53	0,876294813
54	0,876297449
55	0,876299777
56	0,876301846
57	0,876303692
58	0,876305348
59	0,876306839
60	0,876308186
61	0,876309409
62	0,87631052
63	0,876311534
64	0,876312461

İterasyonlar takip edilirse R^2 'nin yani başarı yüzdesinin sürekli arttığı görülür. Şekil 8.14'de dalga boyu 0.75 için iterasyonların gidişatı gösterilmiştir.



Şekil 8.14 Dalga boyu (LamL) 0.75 için iterasyon kararlılık grafiği

Grafikte (Şekil 8.14) R^2 'nin sürekli arttığı gözükmemektedir. İlk 14 iterasyon grafikte gösterilemeyecek kadar büyük olduğundan grafiğe alınmamıştır.

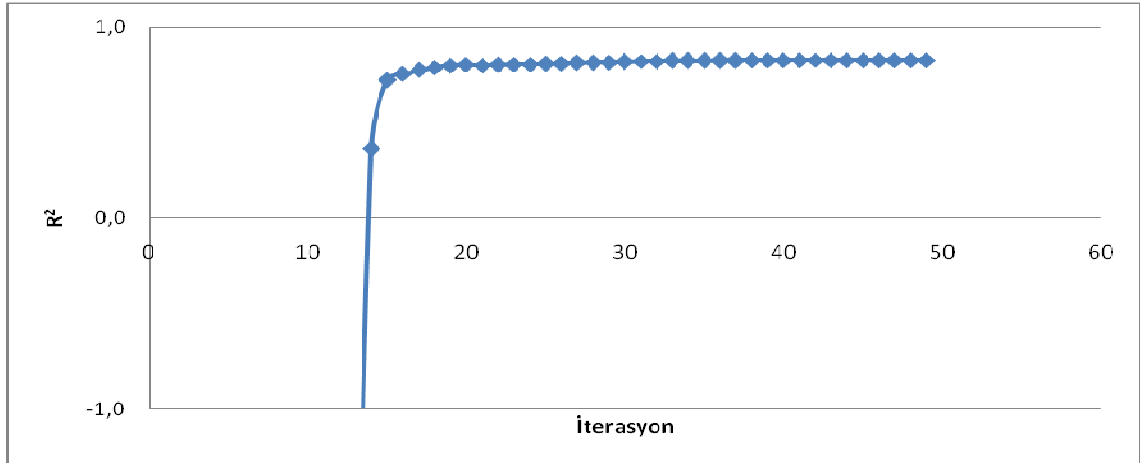
8.3.5.3 Dalga Boyu (LamL) 1.0 İçin İterasyonlar

Çizelge 8.4 Dalga boyu 1.0 için iterasyonlar

İterasyon	R^2
1	-1,38345E+11
2	-13679329726
3	-1700240069
4	-217437814,9
5	-28514080,76
6	-3830136,928
7	-526565,5593
8	-74037,7863
9	-10632,45505
10	-1553,258026
11	-227,7594433
12	-31,96458307
13	-3,418316268
14	0,363970164
15	0,721633348
16	0,755999871
17	0,775339655
18	0,791121908
19	0,799355997
20	0,802842341
21	0,803128432
22	0,804572817
23	0,805292364
24	0,807034002

25	0,80899984
26	0,811108421
27	0,813324925
28	0,815599297
29	0,81784988
30	0,819960199
31	0,821810155
32	0,82331786
33	0,824462068
34	0,825277104
35	0,8258289
36	0,826188939
37	0,826418174
38	0,826561961
39	0,826651393
40	0,826706762
41	0,826740952
42	0,826762026
43	0,826774995
44	0,826782964
45	0,826787853
46	0,826790849
47	0,826792683
48	0,826793803
49	0,826794488

İterasyonlar takip edilirse R^2 'nin yani başarı yüzdesinin sürekli arttığı görülür. Şekil 8.15'de dalga boyu 1.0 için iterasyonların gidişatı gösterilmiştir.



Şekil 8.15 Dalgı boyu (LamL) 1.0 için iterasyon kararlılık grafiğı

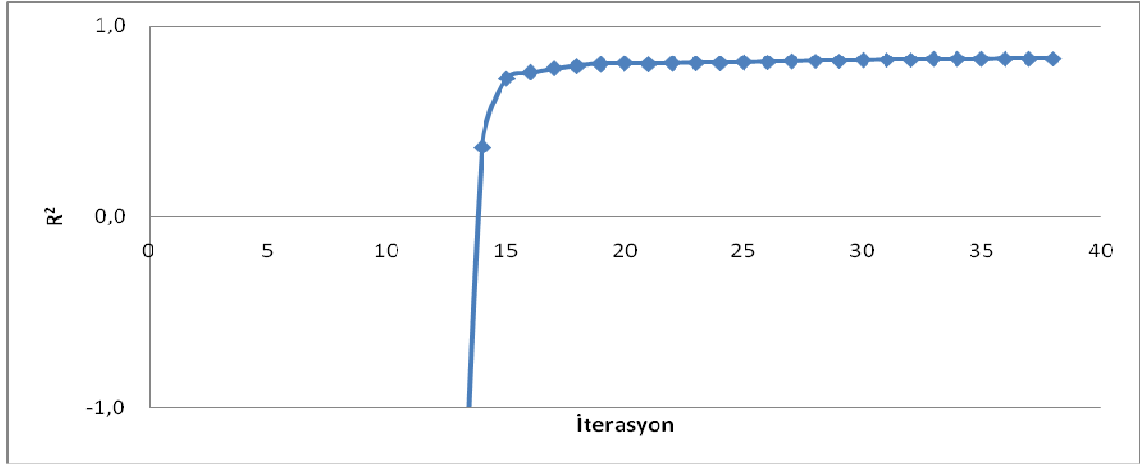
Grafikte (Şekil 8.15) R^2 'nin sürekli arttığı gözükmemektedir. İlk 13 iterasyon grafikte gösterilemeyecek kadar büyük olduğundan grafiğe alınmamıştır.

8.3.5.4 Dalga Boyu (LamL) 1.25 İçin İterasyonlar

Çizelge 8.5 Dalga boyu 1.25 için iterasyonlar

İterasyon	R ²
1	-57966616859
2	-5731712542
3	-712407807,1
4	-91105982,69
5	-11946636,64
6	-1604406,466
7	-220435,9745
8	-30936,70258
9	-4418,672264
10	-635,4284459
11	-88,92862823
12	-10,66243624
13	-0,289248325
14	0,720464919
15	0,781054565
16	0,805367453
17	0,820436094
18	0,828291093
19	0,831068695
20	0,831692872
21	0,831803512
22	0,831830964
23	0,831851167
24	0,83187661
25	0,831904612
26	0,831934246
27	0,831964286
28	0,831987332
29	0,832005698
30	0,832020435
31	0,832031986
32	0,832040771
33	0,83204724
34	0,832051818
35	0,832054893
36	0,832056823
37	0,832057928
38	0,832058487

İterasyonlar takip edilirse R^2 'nin yani başarı yüzdesinin sürekli arttığı görülür. Şekil 8.16'de dalga boyu 1.25 için iterasyonların gidişatı gösterilmiştir.



Şekil 8.16 Dalga boyu (LamL) 1.25 için iterasyon kararlılık grafiği

Grafikte (Şekil 8.16) R^2 'nin sürekli arttığı gözükmemektedir. İlk 12 iterasyon grafikte gösterilemeyecek kadar büyük olduğundan grafiğe alınmamıştır.

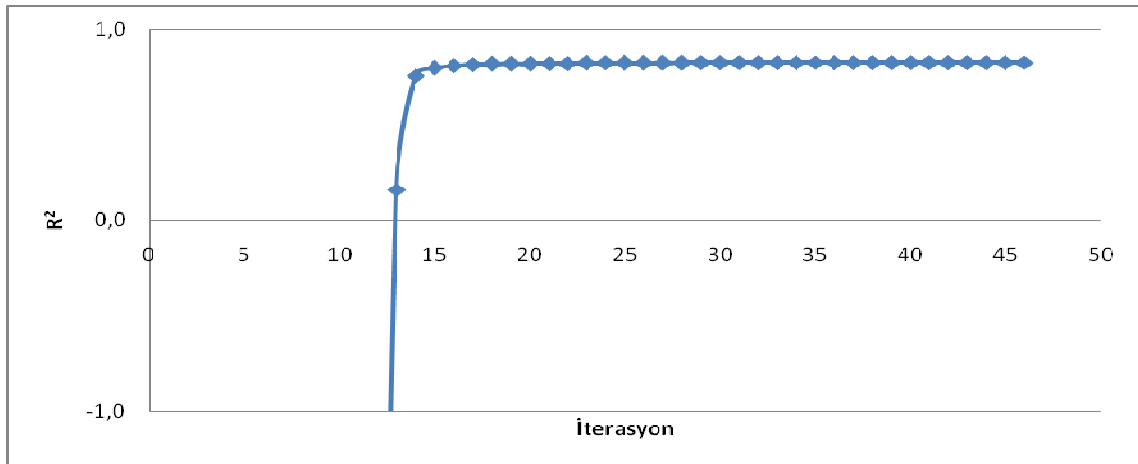
8.3.5.5 Dalga Boyu (LamL) 1.5 İçin İterasyonlar

Çizelge 8.6 Dalga boyu 1.5 için iterasyonlar

İterasyon	R^2
1	-36071203481
2	-3566764097
3	-443325810,2
4	-56695563,63
5	-7434647,71
6	-998491,5564
7	-137187,7138
8	-19250,37142
9	-2747,445362
10	-393,984927
11	-54,53982516
12	-6,160927351
13	0,160507669
14	0,758097219
15	0,798651182
16	0,810703883
17	0,816236708
18	0,81938709
19	0,820990286

20	0,820733381
21	0,822123461
22	0,822720012
23	0,823577449
24	0,824291458
25	0,82493686
26	0,825499202
27	0,82599943
28	0,826442102
29	0,826831564
30	0,827171144
31	0,827463974
32	0,827713258
33	0,827922355
34	0,828094791
35	0,82823423
36	0,82834443
37	0,828429191
38	0,828492295
39	0,828537446
40	0,828568203
41	0,828587901
42	0,828599566
43	0,82860582
44	0,828608776
45	0,828609972
46	0,828610374

İterasyonlar takip edilirse R^2 'nin yani başarı yüzdesinin sürekli arttığı görülür. Şekil 8.17'de dalga boyu 1.5 için iterasyonların gidişatı gösterilmiştir.



Şekil 8.17 Dalga boyu (LamL) 1.5 için iterasyon kararlılık grafiği

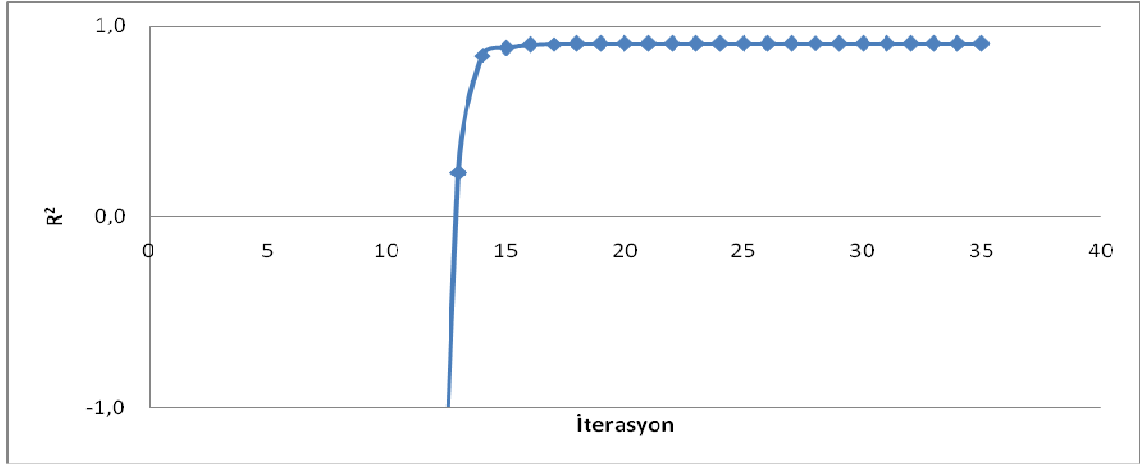
Grafikte (Şekil 8.17) R^2 'nin sürekli arttığı görülmektedir. İlk 12 iterasyon grafikte gösterilemeyecek kadar büyük olduğundan grafiğe alınmamıştır.

8.3.5.6 Dalga Boyu (LamL) 1.75 İçin İterasyonlar

Çizelge 8.7 Dalga boyu 1.75 için iterasyonlar

İterasyon	R^2
1	-22468400062
2	-2221736739
3	-276152121,9
4	-35317744,77
5	-4631828,171
6	-622245,6317
7	-85558,03243
8	-12029,52098
9	-1725,906316
10	-250,9040794
11	-35,92504196
12	-4,33545857
13	0,230503641
14	0,84272834
15	0,884475349
16	0,8995117
17	0,903726269
18	0,904965319
19	0,905372463
20	0,905503925
21	0,905557136
22	0,905596004
23	0,90563917
24	0,905690694
25	0,905747
26	0,9058026
27	0,905852864
28	0,905893177
29	0,905922769
30	0,9059432
31	0,905956441
32	0,905964388
33	0,905968729
34	0,905970843
35	0,905971739

İterasyonlar takip edilirse R^2 'nin yani başarı yüzdesinin sürekli arttığı görülür. Şekil 8.18'de dalga boyu 1.75 için iterasyonların gidişatı gösterilmiştir.



Şekil 8.18 Dalga boyu (LamL) 1.75 için iterasyon kararlılık grafiği

Grafikte (Şekil 8.18) R^2 nin sürekli arttığı gözükmemektedir. İlk 12 iterasyon grafikte gösterilemeyecek kadar büyük olduğundan grafiğe alınmamıştır.

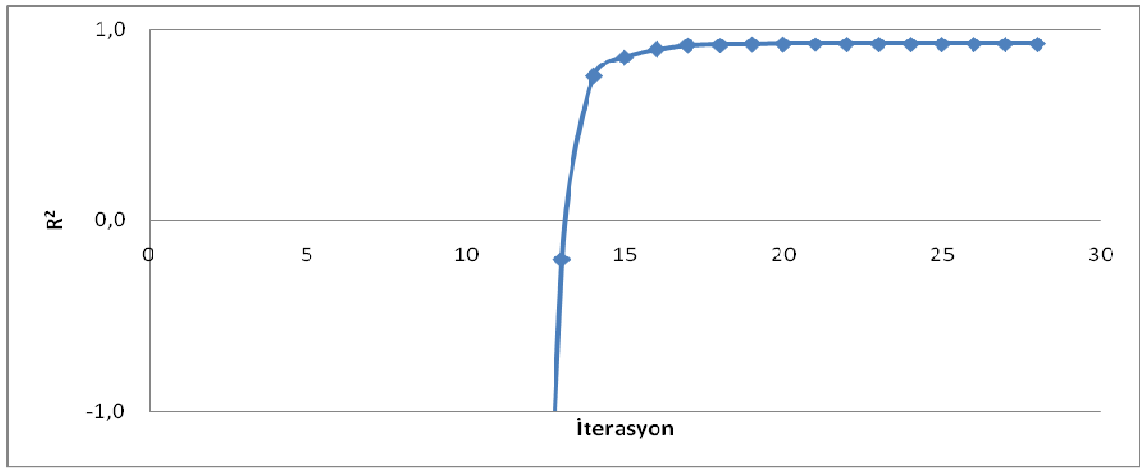
8.3.5.7 Dalga Boyu (LamL) 2.0 İçin İterasyonlar

Çizelge 8.8 Dalga boyu 2.0 için iterasyonlar

İterasyon	R^2
1	-25718605220
2	-2543128249
3	-316098873,3
4	-40426649,82
5	-5301950,834
6	-712337,9885
7	-97979,74951
8	-13791,84114
9	-1985,825909
10	-291,839749
11	-43,22464435
12	-5,935651589
13	-0,20443702
14	0,755076197
15	0,852970231
16	0,894187875
17	0,915151788
18	0,919925142

19	0,921863425
20	0,922900158
21	0,923522135
22	0,923907397
23	0,924138833
24	0,924256089
25	0,924298333
26	0,924308343
27	0,92431009
28	0,924310507

İterasyonlar takip edilirse R^2 'nin yani başarı yüzdesinin sürekli arttığı görülür. Şekil 8.19'de dalga boyu 2.0 için iterasyonların gidişatı gösterilmiştir.



Şekil 8.19 Dalga Boyu (LamL) 2.0 için iterasyon kararlılık grafiği

Grafikte (Şekil 8.19) R^2 'nin sürekli arttığı gözükmemektedir. İlk 12 iterasyon grafikte gösterilemeyecek kadar büyük olduğundan grafiğe alınmamıştır.

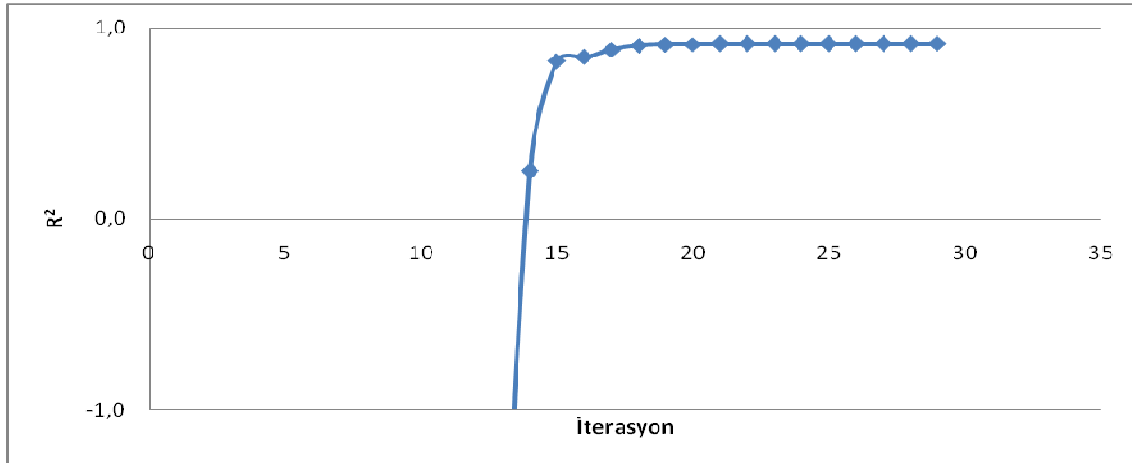
8.3.5.8 Dalga Boyu (LamL) 2.5 İçin İterasyonlar

Çizelge 8.9 Dalga boyu 2.5 için iterasyonlar

İterasyon	R^2
1	-85467532051
2	-8451207630
3	-1050431190
4	-134338492,4
5	-17617557,2
6	-2366775,996

7	-325501,4371
8	-45814,62689
9	-6599,187286
10	-972,5163304
11	-146,2111817
12	-21,9753564
13	-2,82557355
14	0,250283403
15	0,826499811
16	0,846040943
17	0,885648646
18	0,908017948
19	0,913052021
20	0,914503877
21	0,915232385
22	0,915696921
23	0,91601505
24	0,916221273
25	0,916328462
26	0,916366681
27	0,916375436
28	0,916376764
29	0,916376926

İterasyonlar takip edilirse R^2 'nin yani başarı yüzdesinin sürekli arttığı görülür. Şekil 8.20'de dalga boyu 2.5 için iterasyonların gidişatı gösterilmiştir.



Şekil 8.20 Dalga boyu (LamL) 2.5 için iterasyon kararlılık grafiği

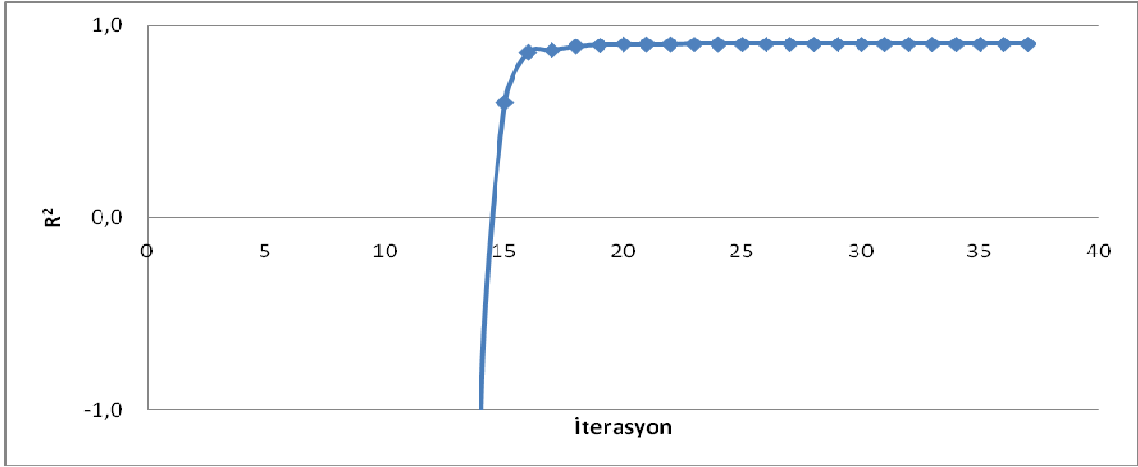
Grafikte (Şekil 8.20) R^2 'nin sürekli arttığı gözükmemektedir. İlk 13 iterasyon grafikte gösterilemeyecek kadar büyük olduğundan grafiğe alınmamıştır.

8.3.5.9 Dalga Boyu (LamL) 3.0 İçin İterasyonlar

Çizelge 8.10 Dalga boyu 3.0 için iterasyonlar

İterasyon	R ²
1	-2,83054E+11
2	-27988893227
3	-3478822354
4	-444897689,2
5	-58343851,79
6	-7837655,361
7	-1077812,524
8	-151678,9611
9	-21842,52205
10	-3218,27486
11	-484,532846
12	-73,96345459
13	-10,92085129
14	-1,024647082
15	0,599006407
16	0,859003324
17	0,872762712
18	0,889393512
19	0,898053364
20	0,9007443
21	0,901655172
22	0,902075021
23	0,902344316
24	0,902544988
25	0,902704033
26	0,902824393
27	0,902897164
28	0,902929868
29	0,902942544
30	0,902949483
31	0,902953859
32	0,902956878
33	0,902959103
34	0,902960811
35	0,902962152
36	0,902963215
37	0,90296406

İterasyonlar takip edilirse R²'nin yani başarı yüzdesinin sürekli arttığı görülür. Şekil 8.21'de dalga boyu 3.0 için iterasyonların gidişatı gösterilmiştir.



Şekil 8.21 Dalga boyu (LamL) 3.0 için iterasyon kararlılık grafiği

Grafikte (Şekil 8.21) R^2 'nin sürekli arttığı gözükmemektedir. İlk 14 iterasyon grafikte gösterilemeyecek kadar büyük olduğundan grafiğe alınmamıştır.

9. LEVENBERG – MARQUART YÖNTEMİ İLE KATSAYI ANALİZLERİ

9.1 Dalga Boyuna Göre Parametre Analizlerinin Önemi

Bu bölümde bulunan katsayılar incelenmiştir. Bu analizdeki en önemli nokta, katsayıların sıfırdan olan uzaklığıdır. Katsayının mutlak değeri eğer sıfıra çok yakın ise fonksiyona çok az etki ediyor demektir ve eliminasyon için uygunluğu artar. Çeşitli yöntemlerle örneğin aritmetik ortalama kullanılarak ortalama katsayı büyüklüklerinden aşağıda olanlar eliminasyon için uygundur denilebilir.

9.2 Basit Regresyon Modeli Katsayı Analizleri

Basit regresyon modeli için LV13, LB, BT, FN ve FN2 parametrelerinin kullanılması öngörülmüştür. [Şaylı vd., 2006]

Regresyon modeli için kullanılacak olan fonksiyon:

$$y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5)}) + c_7$$

Ve,

$$x_1 = LV13, x_2 = LB, x_3 = BT, x_4 = FN, x_5 = FN2,$$

y ise tabloya göre HEAVE için y = HEAVE,

PITCH için y = PITCH ve

VACC için y = VACC

olmak üzere LV13, LB, BT, FN ve FN2'nin katsayıları aşağıdaki gibidir.

LV13'ün katsayısı c_2 ,

LB'nin katsayısı c_3 ,

BT'nin katsayısı c_4 ,

FN'nin katsayısı c_5 ,

FN2'nin katsayısı ise c_6 'dır.

9.2.1 Basit Regresyon Modelinde Dalıp-Çıkma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.1 Basit regresyon modelinde dalıp-çıkma hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	R ²
0,5	0,000871	1,868963	-0,41881	-0,53223	-10,20512	5,134644	0,006383	0,778552
0,75	0,144756	-0,6411666	0,543487	0,423625	-9,763362	17,60091	-0,01455	0,876312
1	0,002304	1,910966	-0,45061	-0,54094	5,111323	-39,3992	0,00936	0,826795
1,25	0,143908	0,6516276	-0,10682	-0,18912	4,205694	-14,84669	-0,3882	0,832059
1,5	0,006518	1,104954	-0,11069	-0,34627	13,77881	-30,43404	0,413439	0,82861
1,75	0,049163	0,3647389	0,016165	-0,22852	12,08559	-17,02721	0,547431	0,905972
2	0,226182	-0,08571324	0,078192	-0,20632	9,081959	-7,137347	0,626027	0,924311
2,5	0,214757	-0,1213153	0,036678	-0,29512	8,554233	-5,668827	0,778309	0,916377
3	0,141386	-0,01536859	0,008175	-0,31523	7,176293	-5,40513	0,83783	0,902964

9.2.2 Basit Regresyon Modelinde Baş-Kıç Vurma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.2 Basit regresyon modelinde baş-kıç vurma hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	R ²
0,5	0,023451	-0,24472	0,374863	0,217144	-7,318015	5,964595	-0,00666	0,890544
0,75	0,004163	1,438981	-0,45971	-0,27196	-7,057777	2,868714	-0,00451	0,855523
1	0,077769	0,560475	-0,09289	-0,03378	-0,901801	-10,6478	-0,05153	0,93908
1,25	99,26405	0,002483	-0,0003	0,000159	0,009219	-0,06351	-99,5592	0,855178
1,5	0,016967	0,652028	-0,17353	0,142646	6,750169	-17,9632	0,539737	0,560132
1,75	0,06541	0,150211	-0,23195	0,189199	8,624412	-10,2283	0,731312	0,876971
2	0,219808	-0,21721	-0,27371	0,142143	10,37609	-9,50847	0,825882	0,930316
2,5	0,204841	-0,09549	-0,332	0,05774	9,737146	-9,13419	0,876311	0,941297
3	0,15227	-0,0054	-0,36087	0,049406	9,097457	-8,12356	0,90414	0,951552

9.2.3 Basit Regresyon Modelinde Dikey Hızlanım Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.3 Basit regresyon modelinde dikey hızlanım hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	R ²
0,5	820,1377	-0,00021	0,001994	0,000389	-0,00059	-0,03224	-821,762	0,525716
0,75	1,339654	0,930996	-0,3421	-0,41752	-1,15535	0,104131	-1,20948	0,508713
1	0,702375	0,755742	-0,03129	-0,1572	3,779065	-13,9171	-1,38806	0,761103
1,25	0,003826	1,219138	0,206132	-0,0623	19,05072	-40,8936	6,388613	0,841127
1,5	0,058003	0,458914	0,160385	0,034743	18,74202	-29,5535	5,674185	0,92904
1,75	1,48242	-0,12329	0,108814	0,063125	9,986197	-7,44038	3,587653	0,968344
2	3,079111	-0,30717	0,057286	0,040993	9,005031	-4,44763	3,253946	0,975588
2,5	2,278271	-0,0826	-0,0339	-0,00064	6,408015	-3,25274	1,831095	0,978436
3	1,832389	-0,01311	-0,03648	-0,00044	4,930643	-2,29315	1,037928	0,984055

9.3 Orta Regresyon Modeli Katsayı Analizleri

Orta regresyon modeli için LV13, LB, BT, CWP, CVP, FN ve FN2 parametrelerinin kullanılması öngörülmüştür. [Şaylı vd., 2006]

Regresyon modeli için kullanılacak olan fonksiyon:

$$y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5 + c_7 x_6 + c_8 x_7)}) + c_9 \text{ ve,}$$

$$x_1 = LV13, x_2 = LB, x_3 = BT, x_4 = CWP, x_5 = CVP, x_6 = FN, x_7 = FN2,$$

y ise tabloya göre HEAVE için y = HEAVE,

PITCH için y = PITCH ve

VACC için y = VACC

olmak üzere LV13, LB, BT, CWP, CVP, FN ve FN2'nin katsayıları aşağıdaki gibidir.

LV13'ün katsayısı c₂, LB'nin katsayısı c₃, BT'nin katsayısı c₄, CWP'nin katsayısı c₅, CVP'nin katsayısı c₆, FN'nin katsayısı c₇ ve FN2'nin katsayısı ise c₈'dir.

9.3.1 Orta Regresyon Modelinde Dalıp-Çıkma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.4 Orta regresyon modelinde dalıp-çıkma hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	c ₈	c ₉	R ²
0,5	2,88E-06	4,587362	-2,71902	-2,04042	2,123375	8,464188	-10,5448	5,944229	0,00691	0,8084096
0,75	0,24161	-1,48002	1,301954	0,992897	0,5619856	-3,077394	-10,5406	18,1036	-0,00246	0,8932891
1	0,00185	2,428665	-0,94614	-0,94617	-0,556967	2,36516	5,198353	-40,0859	0,011056	0,8385723
1,25	0,158842	0,783265	-0,22278	-0,3103	-0,4274989	0,6546022	4,479599	-15,8159	-0,33438	0,8454087
1,5	0,020044	1,125203	-0,20419	-0,5117	-1,305654	1,057446	13,98219	-30,9142	0,418359	0,8442615
1,75	0,009827	1,331212	-0,82656	-0,82827	0,2290184	3,339275	12,63939	-18,0903	0,558669	0,9203185
2	0,002379	1,80673	-1,48099	-1,22143	1,908246	5,349352	10,93642	-10,3305	0,661513	0,9370803
2,5	0,001248	1,835614	-1,53491	-1,27446	2,60387	5,001996	9,770338	-7,6611	0,792833	0,9232022
3	0,001892	1,523306	-1,20706	-1,05129	2,338809	3,709296	7,998929	-6,69429	0,847101	0,9071161

9.3.2 Orta Regresyon Modelinde Baş-Kıç Vurma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.5 Orta regresyon modelinde baş-kıç vurma hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	c ₈	c ₉	R ²
0,5	8,39E-03	-0,23271	0,4313	0,331038	1,011641	-0,668	-7,54526	5,395817	-0,00515229	0,8956729
0,75	0,005439	2,276364	-1,20694	-0,9451	-1,991802	3,925019	-7,19388	-3,78966	0,006431702	0,894483
1	0,327085	0,344334	0,013856	-0,04421	-1,162038	0,150247	-0,95274	-9,90191	-0,06340308	0,9495707
1,25	121,6214	0,001615	-0,00015	-0,00013	-0,004432	0,001744	0,007569	-0,05214	-121,3401	0,8719475
1,5	0,001826	2,02269	-1,2791	-0,56041	-1,477851	4,789293	10,83053	-27,8725	0,6521239	0,6275874
1,75	0,042012	1,090964	-1,18892	-0,50078	-1,32131	4,246036	10,86639	-14,2385	0,7671017	0,9191272
2	0,337628	0,437747	-0,95801	-0,41796	-1,384212	3,278297	10,48014	-9,70447	0,8272842	0,9536591
2,5	2,553266	-0,34296	-0,26271	-0,0621	-2,307272	0,835064	9,673188	-9,03707	0,8755479	0,9570786
3	2,854722	-0,51059	-0,07124	0,074967	-2,4182	0,02375	9,315145	-8,50016	0,9062768	0,9636072

9.3.3 Orta Regresyon Modelinde Dikey Hızlanım İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.6 Orta regresyon modelinde dikey hızlanım hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	c ₈	c ₉	R ²
0,5	2,16E+02	0,027076	-0,01451	-0,00987	0,052016	0,059631	-0,00187	-0,11116	-237,298	0,5388731
0,75	0,002846	3,305734	-2,3051	-1,57156	3,323357	6,414392	-1,11224	0,263864	-1,64746	0,5655531
1	0,42221	1,292315	-0,45106	-0,51931	-0,69113	2,000526	4,422673	-16,225	-0,10849	0,8105344
1,25	0,010878	1,505343	-0,14227	-0,41363	-1,62187	2,237408	18,87257	-40,5222	6,373677	0,870379
1,5	0,160483	0,700652	-0,14619	-0,2757	-1,41508	1,895346	18,48579	-29,0808	5,631886	0,9468007
1,75	1,463134	0,405681	-0,41151	-0,35463	-0,76807	2,402291	10,13364	-7,66826	3,637183	0,9824232
2	1,974635	0,31478	-0,52056	-0,39075	-0,38611	2,417174	8,955418	-4,35059	3,244925	0,9851528
2,5	3,906748	0,01759	-0,17122	-0,14804	-0,72144	0,862843	6,508606	-3,40246	1,8632	0,9841191
3	3,23841	-0,02406	-0,07377	-0,07462	-0,68352	0,454337	5,366885	-2,90455	1,195809	0,9884803

9.4 Gelişmiş 1 Regresyon Modeli Katsayı Analizleri

Orta regresyon modeli için LV13, LB, BT, CWP, CVP, ,LCFL, LCBL, FN ve FN2 parametrelerinin kullanılması öngörülmüştür. [Şaylı vd., 2006]

Ancak parametre sayısının çok fazla olması bir iterasyon için geçen süreyi çok fazla uzattığından ve FN ve FN2 parametreleri arasında üst ilişkisi (FN2 = FN²) olduğu üzere FN2 parametresinin gelişmiş 1 (Enhanced 1) analizlerinden çıkartılması uygun görülmüştür.

Regresyon modeli için kullanılacak olan fonksiyon:

$$y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5 + c_7 x_6 + c_8 x_7 + c_9 x_8)}) + c_{10} \text{ ve,}$$

$$x_1 = LV13, x_2 = LB, x_3 = BT, x_4 = CWP, x_5 = CVP, x_6 = LCFL, x_7 = LCBL, x_8 = FN ,$$

y ise tabloya göre HEAVE için y = HEAVE,

PITCH için y = PITCH ve

VACC için y = VACC

olmak üzere LV13, LB, BT, CWP,CVP, LCFL, LCBL ve FN'nin katsayıları aşağıdaki gibidir.

LV13'ün katsayısı c_2 , LB'nin katsayısı c_3 , BT'nin katsayısı c_4 , CWP'nin katsayısı c_5 ,

CVP'nin katsayısı c_6 , LCFL'nin katsayısı c_7 , LCBL'nin katsayısı c_8 ve FN'nin katsayısı ise c_9 'dur.

9.4.1 Gelişmiş 1 Regresyon Modelinde Dalıp-Çıkma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.7 Gelişmiş 1 regresyon modelinde dalıp-çıkma hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	R^2
0,5	2,04E-05	1,569293	-0,3094	-0,26568	-2,35443	1,60625	-14,1997	22,34229	-10,382	0,009570657	0,856749
0,75	0,009873	-0,3198059	0,440342	0,544312	3,377619	-0,5366571	2,573975	-5,08229	-11,9247	0,03678818	0,892519
1	0,342693	0,528223	-0,21962	-0,18296	-0,2327675	0,5289531	-1,22344	1,244803	-0,92124	-0,67796	0,752233
1,25	9,450162	0,03771476	0,001687	-0,0111	-0,0849873	0,00074636	-0,18317	0,245755	-0,02196	-9,81215	0,510904
1,5	0,8823	0,1782397	0,071247	-0,06042	-0,7701634	0,00950292	-1,85527	2,13106	1,010831	-0,6328595	0,687753
1,75	0,805992	0,2097161	-0,07248	-0,16395	-0,6017982	0,6528408	-2,61237	2,598072	2,150213	-0,2822997	0,929146
2	0,236805	0,3795229	-0,34691	-0,4341	-0,4883555	1,876079	-4,82487	4,735292	4,804865	0,486854	0,950177
2,5	0,093469	0,5102565	-0,4797	-0,56187	0,1734429	1,917816	-4,28428	3,930223	5,275804	0,7293989	0,930956
3	0,074179	0,4994495	-0,38838	-0,47211	0,4304411	1,340322	-2,65601	2,08195	3,883023	0,7855228	0,910857

9.4.2 Gelişmiş 1 Regresyon Modelinde Baş-Kıç Vurma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.8 Gelişmiş 1 regresyon modelinde baş-kıç vurma hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	R^2
0,5	7,47E-03	-0,16003	0,40233	0,303333	1,330974	-0,60455	1,644278	-2,26418	-7,841554	-0,00059015	0,896032
0,75	0,133863	0,586102	0,061038	-0,09715	-4,623575	0,233873	-5,02138	7,164372	-7,483948	0,003357261	0,906499
1	3,874464	0,042733	-0,01084	-0,0097	-0,065122	0,045549	0,050145	0,036608	-0,2845078	-3,906682	0,946674
1,25	85,46792	0,003126	-0,00097	-0,00055	-0,003651	0,004048	0,011244	-0,00712	-0,01142749	-85,47117	0,72406
1,5	7,15E-05	3,13918	-1,88142	-0,75471	-3,454943	7,325546	7,1193	-4,34161	3,072705	0,7465171	0,47148
1,75	0,236086	0,681309	-0,70151	-0,32683	-0,506834	2,367429	2,100629	-2,41387	3,038059	0,5517002	0,91136
2	0,358072	0,559149	-0,89047	-0,4318	-0,516364	2,874517	2,504026	-2,80821	5,078153	0,744387	0,953339
2,5	1,156774	0,149383	-0,47627	-0,22979	-0,964186	1,338291	1,646759	-2,3423	4,424678	0,7841722	0,956242
3	1,032676	0,128845	-0,40881	-0,17477	-0,909886	0,955929	1,373754	-2,33653	4,265859	0,8244433	0,963512

9.4.3 Gelişmiş 1 Regresyon Modelinde Dikey Hızlanım Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.9 Gelişmiş 1 regresyon modelinde dikey hızlanım hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	c ₈	c ₉	c ₁₀	R ²
0,5	1,02E+02	0,045969	-0,02383	-0,01575	0,094925	0,101689	0,005414	0,028669	-0,06773	-121,5598	0,513723
0,75	0,007644	2,437136	-1,67607	-1,12159	2,201236	4,556904	-2,08474	4,262999	-1,00934	-1,827473	0,587332
1	163,4532	0,030289	-0,00471	-0,01087	-0,04673	0,036861	0,080226	0,102978	-0,02244	-179,4888	0,655071
1,25	0,239739	-0,09017	0,674521	0,242618	-2,38188	-1,01511	3,710343	2,595359	3,057077	4,504948	0,728298
1,5	2,570603	0,091636	0,052679	-0,02255	-0,86145	0,491219	1,99505	0,456313	3,32632	-1,583957	0,930937
1,75	1,410519	0,198214	-0,28981	-0,2072	-0,46333	1,720288	1,907437	0,474603	5,450023	1,526341	0,988744
2	1,106662	0,144995	-0,41206	-0,26578	-0,11138	1,909586	2,637282	-0,06005	6,284411	2,449905	0,992302
2,5	1,361621	0,162064	-0,29217	-0,17058	0,040095	1,022555	2,645402	-0,82312	4,209321	0,9047516	0,993592
3	2,110002	0,021587	-0,11357	-0,06238	-0,17251	0,413636	1,819046	-0,51658	3,196196	0,1041454	0,996319

9.5 Gelişmiş 2 Regresyon Modeli Katsayı Analizleri

Orta regresyon modeli için LV13, LB, BT, CWPA, CWPf, CVPA, CVPf, FN ve FN2 parametrelerinin kullanılması öngörülmüştür. [Şaylı vd., 2006]

Ancak parametre sayısının çok fazla olması bir iterasyon için geçen süreyi çok fazla uzattığından ve FN ve FN2 parametreleri arasında üst ilişkisi ($FN2 = FN^2$) olduğu üzere FN2 parametresinin Gelişmiş 2 (Enhanced 2) analizlerinden çıkartılması uygun görülmüştür.

Regresyon modeli için kullanılacak olan fonksiyon:

$$y = c_1 (e^{(c_2 x_1 + c_3 x_2 + c_4 x_3 + c_5 x_4 + c_6 x_5 + c_7 x_6 + c_8 x_7 + c_9 x_8)}) + c_{10} \text{ ve,}$$

$$x_1 = LV13, x_2 = LB, x_3 = BT, x_4 = CWPA, x_5 = CWPf, x_6 = CVPA, x_7 = CVPf, x_8 = FN ,$$

y ise tabloya göre HEAVE için y = HEAVE,

PITCH için y = PITCH ve

VACC için y = VACC

olmak üzere LV13, LB, BT, CWP,CVP, LCFL, LCBL ve FN'nin katsayıları aşağıdaki gibidir.

LV13'ün katsayısı c_2 , LB'nin katsayısı c_3 , BT'nin katsayısı c_4 , CWPA'nin katsayısı c_5 ,

CWPF'nin katsayısı c_6 , CVPA'nin katsayısı c_7 , CVPF'nin katsayısı c_8 ve FN'nin katsayısı ise c_9 'dur.

9.5.1 Gelişmiş 2 Regresyon Modelinde Dalıp-Çıkma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.10 Gelişmiş 2 regresyon modelinde dalıp-çıkma hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	R^2
0,5	0,014101	0,8501922	0,506378	-0,08164	-2,183131	-2,141636	4,356599	-4,5186	-10,1872	0,00871251	0,837695
0,75	0,231481	-1,073301	0,602641	0,690325	1,752111	-0,2503916	-3,12835	1,87473	-11,7764	0,03633771	0,906596
1	0,146206	0,7039489	-0,24495	-0,22131	-0,2403516	0,2020206	0,727106	-0,22455	-1,14175	-0,5100767	0,775381
1,25	6,276051	0,0947585	-0,02395	-0,03129	-0,0310498	0,00711085	0,115525	-0,04456	-0,02838	-7,435979	0,526811
1,5	0,360204	0,4852814	-0,11407	-0,18022	-0,2449026	0,0875498	0,683043	-0,1843	0,992084	-0,6610579	0,699126
1,75	0,348035	0,4656356	-0,21395	-0,25817	-0,2002032	0,2049258	0,835562	0,067656	2,067185	-0,3355334	0,936288
2	0,051487	0,8668529	-0,63126	-0,62246	0,07166121	0,5778324	1,772665	0,472918	4,775547	0,483657	0,959546
2,5	0,021875	0,9963654	-0,80544	-0,77116	0,4709542	0,811222	1,746261	0,599909	5,296817	0,7307525	0,943719
3	0,027026	0,7929145	-0,59494	-0,60831	0,3848678	0,7389804	1,097318	0,498474	3,923371	0,7877796	0,924181

9.5.2 Gelişmiş 2 Regresyon Modelinde Baş-Kıç Vurma Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

Çizelge 9.11 Gelişmiş 2 regresyon modelinde baş-kıç vurma hareketi için bulunan katsayılar

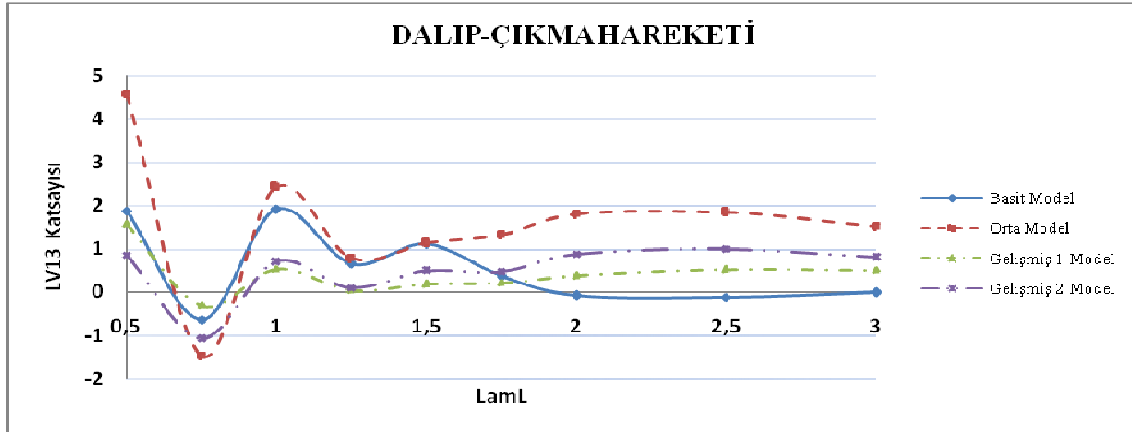
LamL	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	R^2
0,5	0,007394	0,228442	-0,13828	0,039074	1,706428	-0,09799	-1,203	1,794152	-7,894647	-0,000482	0,91036
0,75	0,0851	0,396979	0,352473	0,054086	-2,137763	-0,9357	1,142559	-1,61312	-5,922299	-0,011093	0,883858
1	4,024247	0,045714	-0,00828	-0,00702	-0,02442	-0,03897	0,047808	-0,01141	-0,2757101	-4,039789	0,944379
1,25	137,079	0,00102	0,000365	0,000293	-0,001943	-0,00223	0,000526	-0,00052	-0,00715837	-136,771	0,712362
1,5	5,28E-05	2,690385	-0,70719	0,151208	-2,314963	-4,1295	4,310979	-0,36278	3,58866	0,7649816	0,435678
1,75	0,505433	0,090995	-0,10822	0,033613	-0,705832	-0,25053	0,272423	0,185229	2,48203	0,4463857	0,885158
2	0,44	0,032161	-0,32682	-0,04242	-0,769496	-0,10578	0,696601	0,185556	4,890053	0,7317331	0,936904
2,5	0,497419	-0,03533	-0,21671	-0,02303	-0,815671	-0,0331	0,526854	-0,08367	4,338517	0,7782437	0,947509
3	0,403853	-0,04316	-0,1771	0,006212	-0,834241	0,03218	0,337253	-0,1055	4,212235	0,8211876	0,957831

9.5.3 Gelişmiş 2 Regresyon Modelinde Dikey Hızlanım Hareketi İçin Bulunan Katsayılar

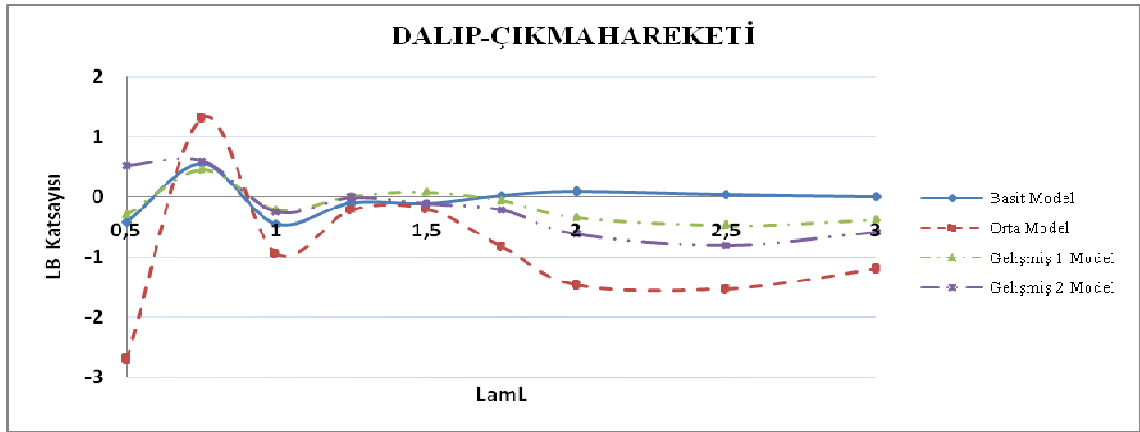
Çizelge 9.12 Gelişmiş 2 regresyon modelinde dikey hızlanım hareketi için bulunan katsayılar

LamL	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	c ₈	c ₉	c ₁₀	R ²
0,5	130,0395	0,03054	-0,01707	-0,01116	0,055514	0,004427	0,012475	0,045119	-0,05869	-140,8141	0,542665
0,75	0,663985	1,394037	-0,9074	-0,64986	0,761282	0,053861	1,230403	0,664936	-0,73022	-3,810253	0,599934
1	273,5545	0,023798	-0,003	-0,00649	0,001484	-0,0374	0,039973	-0,01838	-0,01472	-279,2934	0,640123
1,25	0,864024	0,321068	0,553219	0,197563	-0,26691	-2,45179	1,353621	-1,49366	3,248784	4,953083	0,713457
1,5	8,659392	-0,04875	0,253192	0,108128	-0,33432	-1,06107	0,539033	-0,52269	3,383019	-1,34943	0,92023
1,75	9,523316	-0,21119	0,134928	0,055896	-0,34724	-0,99774	0,743996	-0,30502	5,447443	1,521525	0,980553
2	8,678536	-0,2872	0,021105	0,016321	-0,10227	-0,88921	0,847495	-0,33206	6,305387	2,468603	0,984457
2,5	7,081978	-0,23226	0,07897	0,06925	-0,08688	-0,62829	0,425977	-0,47763	4,142204	0,8269357	0,985297
3	5,21504	-0,16668	0,079544	0,067047	-0,09451	-0,45176	0,266747	-0,38899	3,128761	0,01506513	0,989686

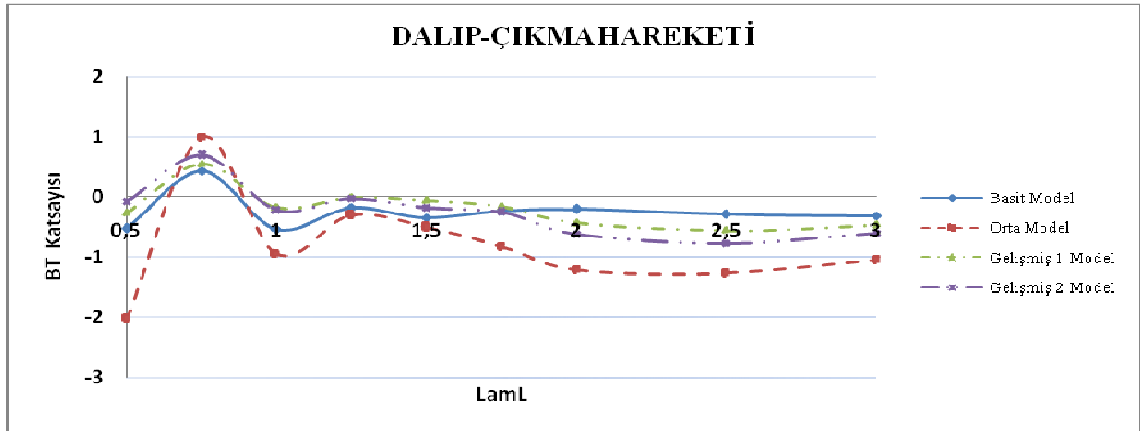
9.6 Regresyon Modelleri Dalıp-Çıkma Hareketi İçin Karşılaştırma Sonuçları



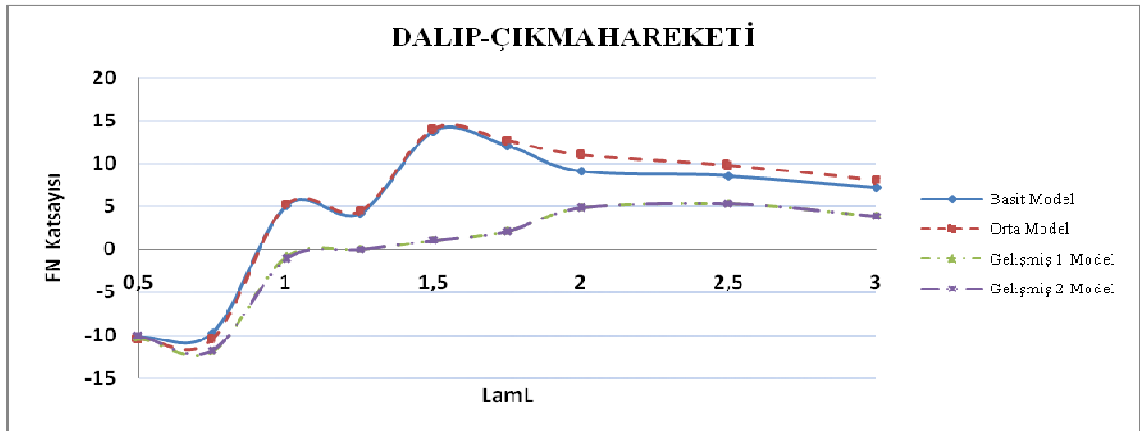
Şekil 9.1 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - LV13 katsayısı karşılaştırma grafiği



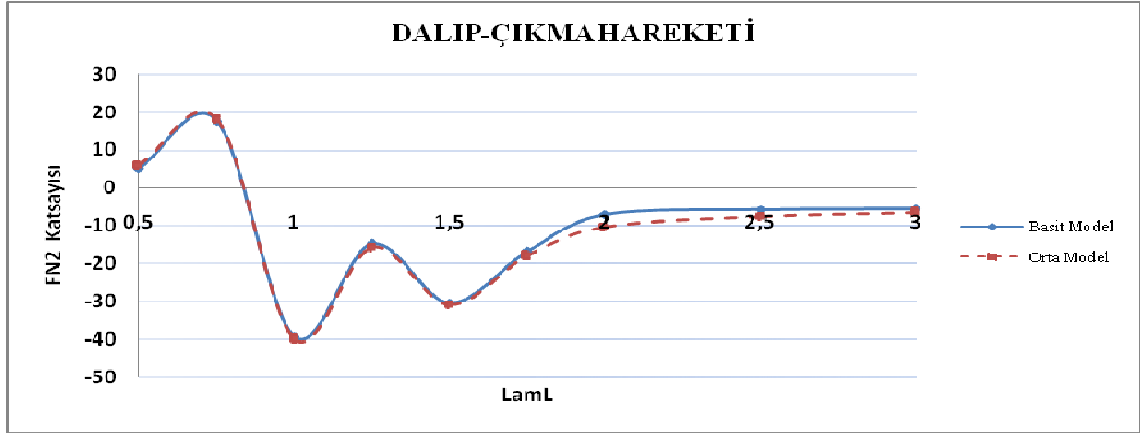
Şekil 9.2 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - LB katsayısı karşılaştırma grafiği



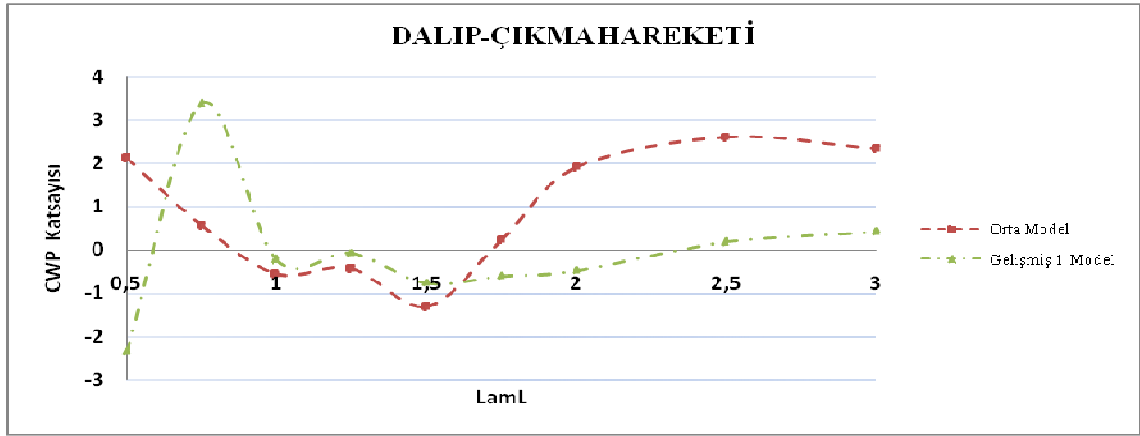
Şekil 9.3 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - BT katsayısı karşılaştırma grafiği



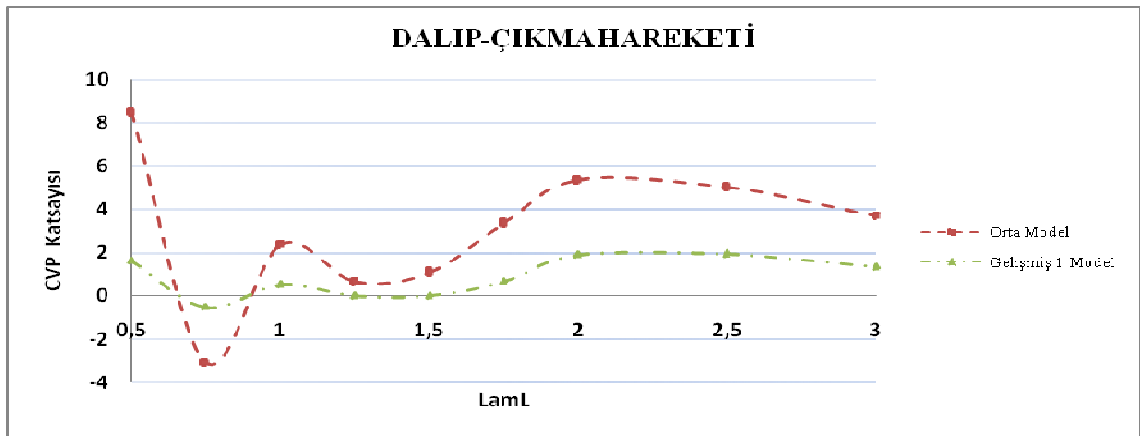
Şekil 9.4 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - FN katsayısı karşılaştırma grafiği



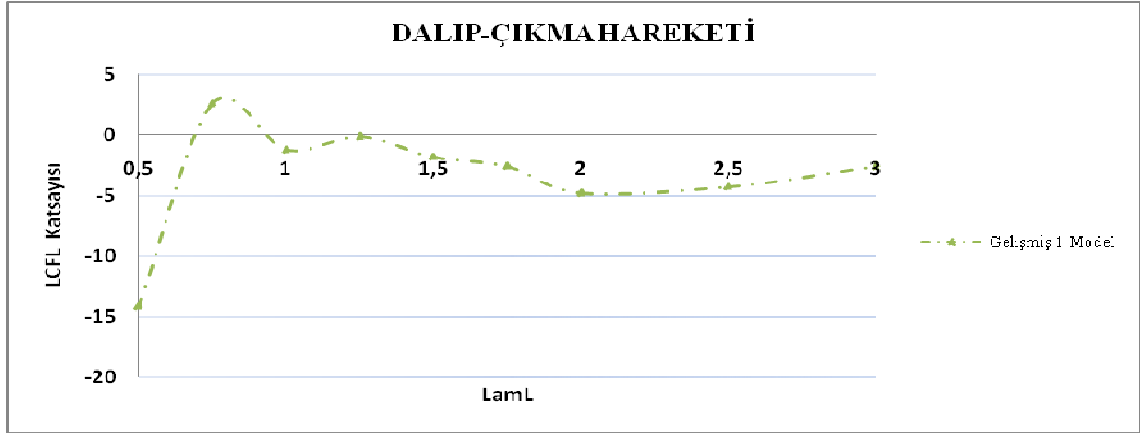
Şekil 9.5 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - FN2 katsayısı karşılaştırma grafiği



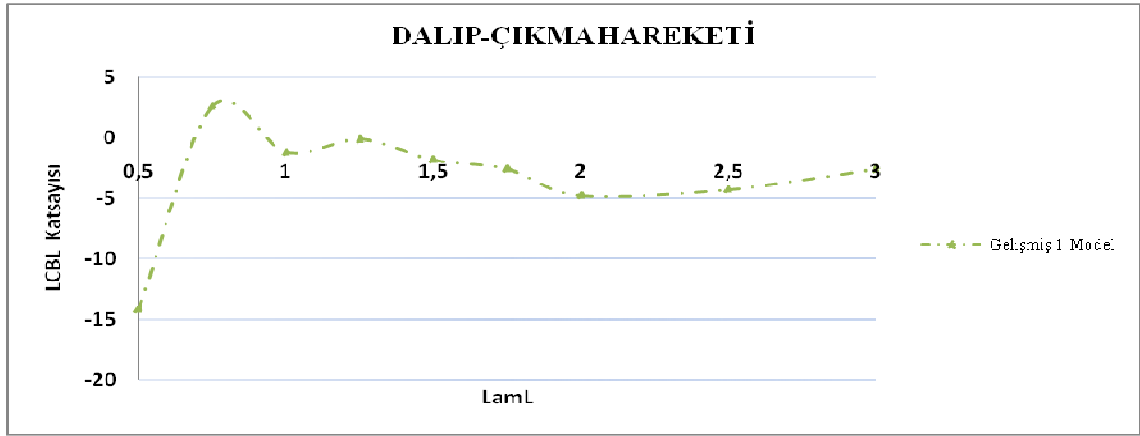
Şekil 9.6 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CWP katsayısı karşılaştırma grafiği



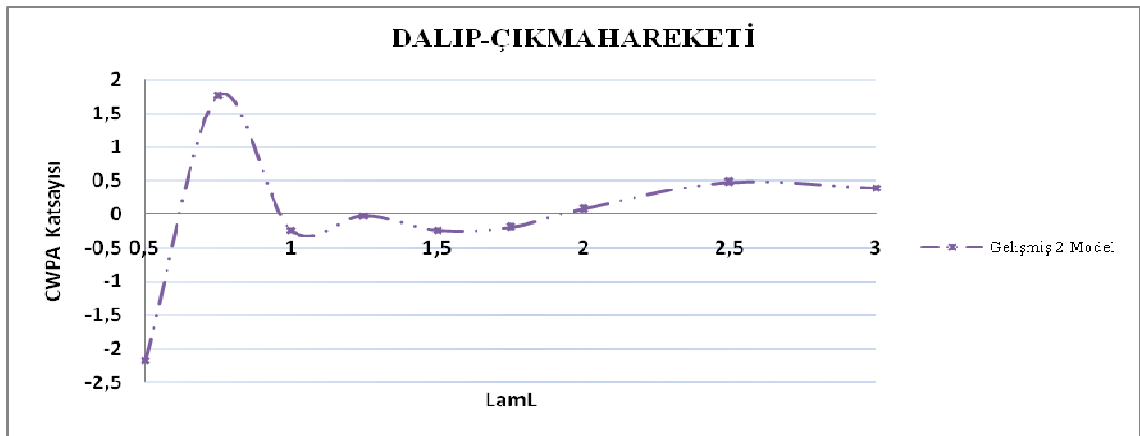
Şekil 9.7 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CVP katsayısı karşılaştırma grafiği



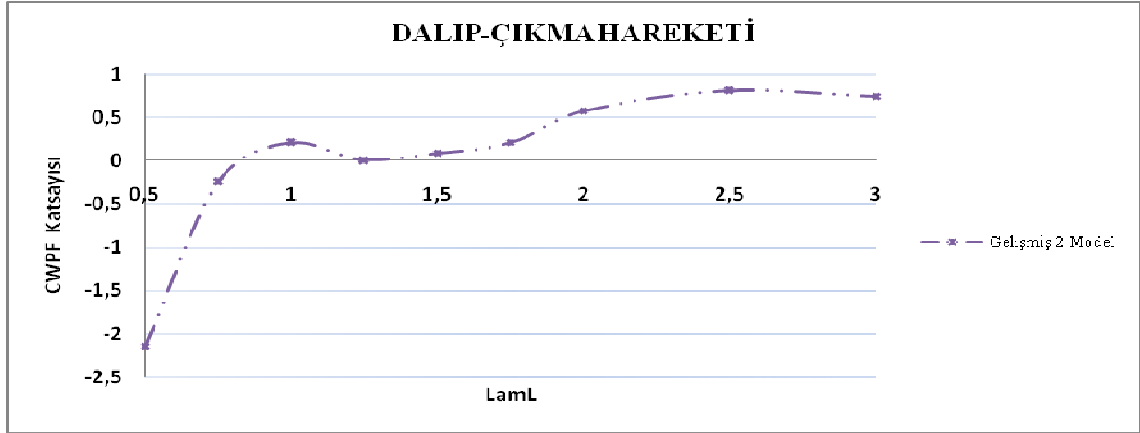
Şekil 9.8 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - LCFL katsayısı karşılaştırma grafiği



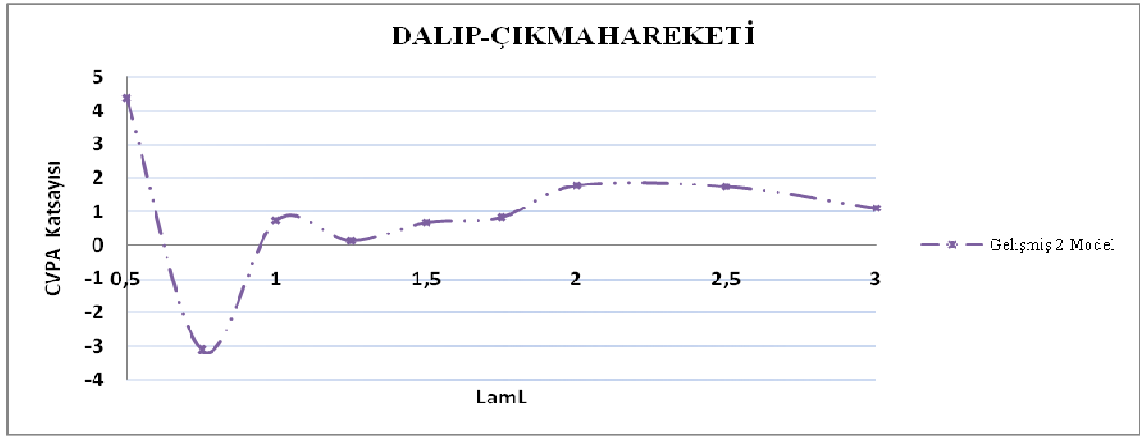
Şekil 9.9 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - LCBL katsayısı karşılaştırma grafiği



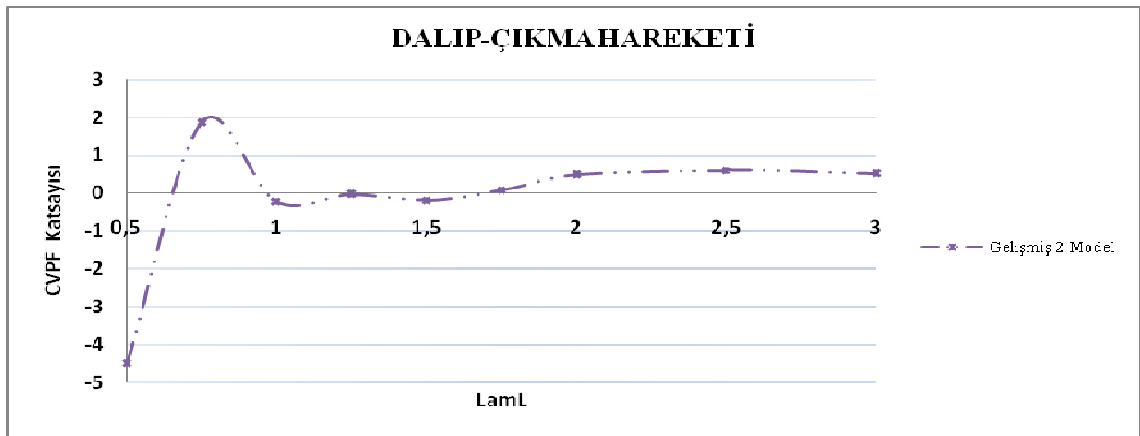
Şekil 9.10 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CWPA katsayısı karşılaştırma grafiği



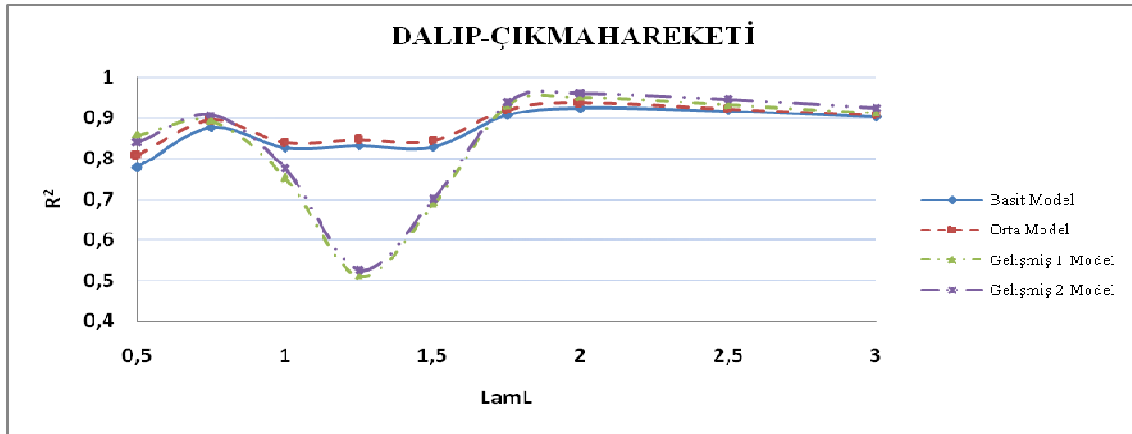
Şekil 9.11 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CWPF katsayısı karşılaştırma grafiği



Şekil 9.12 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CVPA katsayısı karşılaştırma grafiği

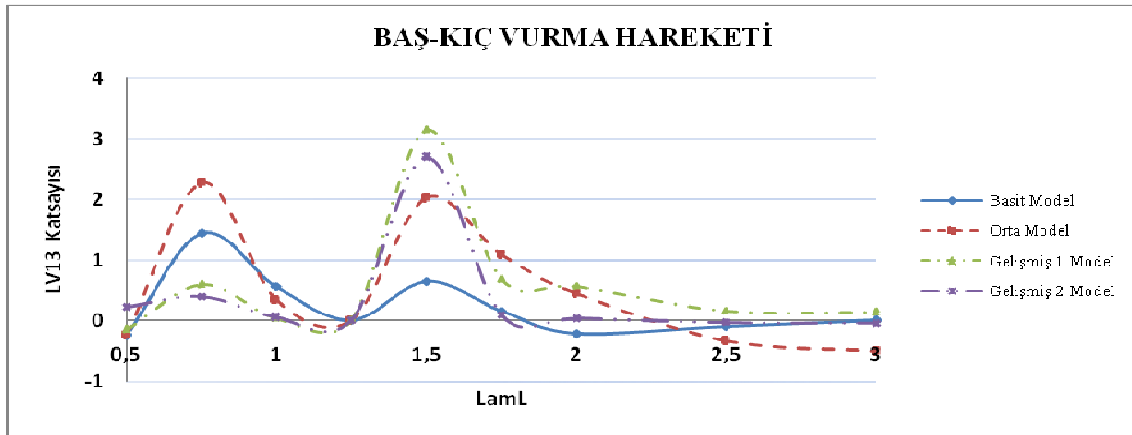


Şekil 9.13 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - CVPF katsayısı karşılaştırma grafiği

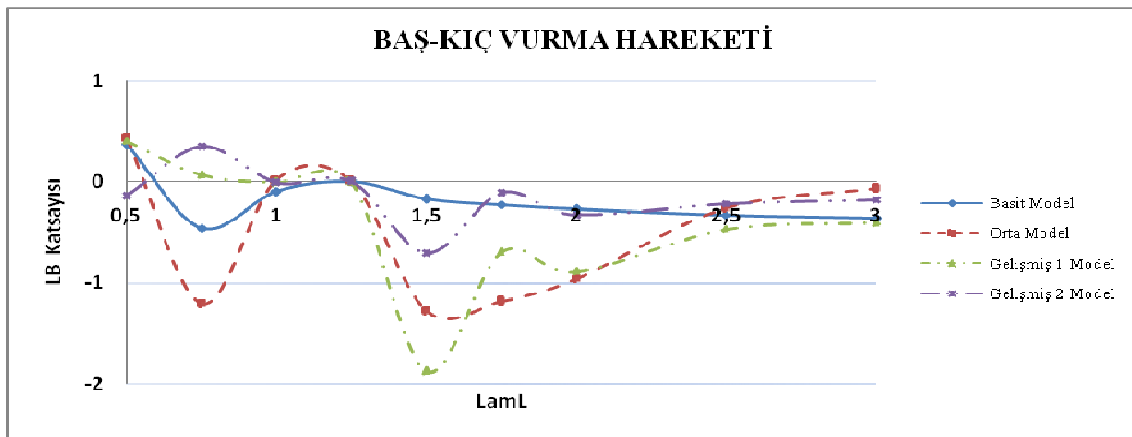


Şekil 9.14 Regresyon modelleri dalıp-çıkma hareketi - R^2 karşılaştırma grafiği

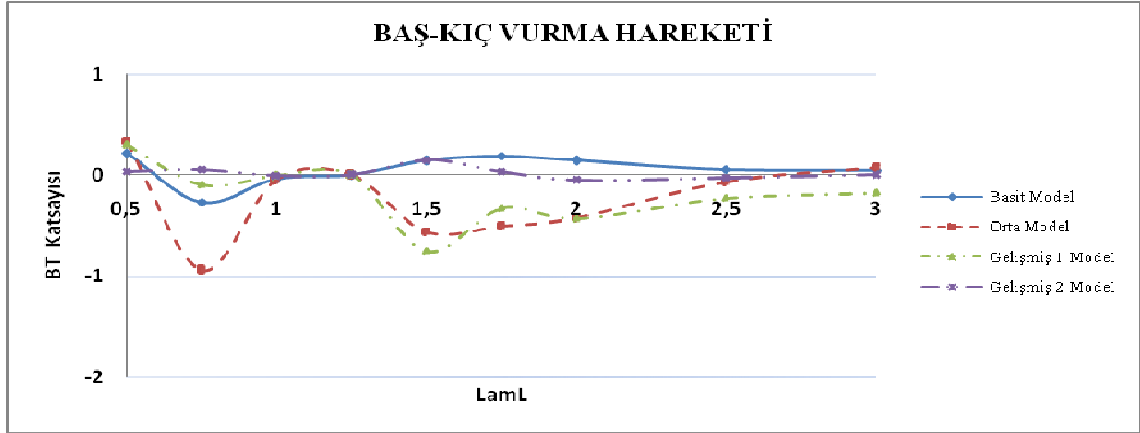
9.7 Regresyon Modelleri Baş-Kıç Vurma Hareketi İçin Karşılaştırma Sonuçları



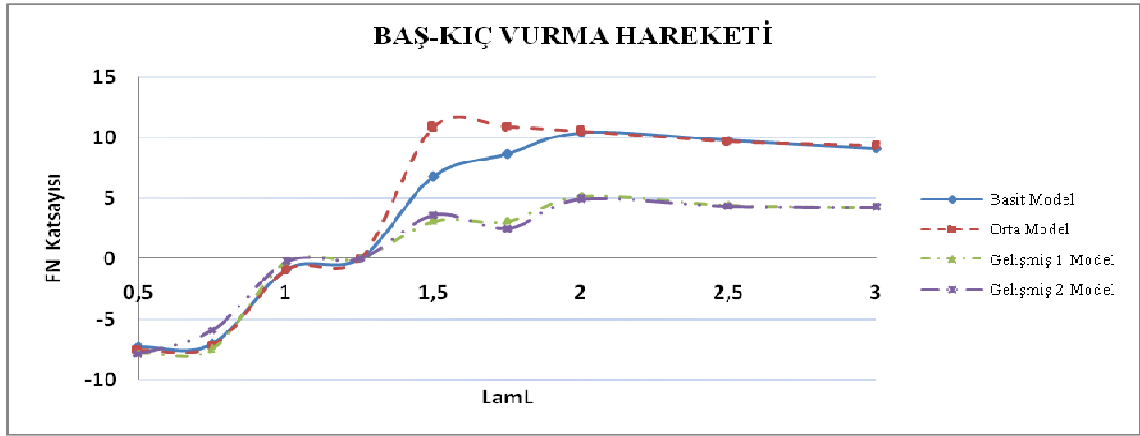
Şekil 9.15 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - LV13 katsayısı karşılaştırma grafiği



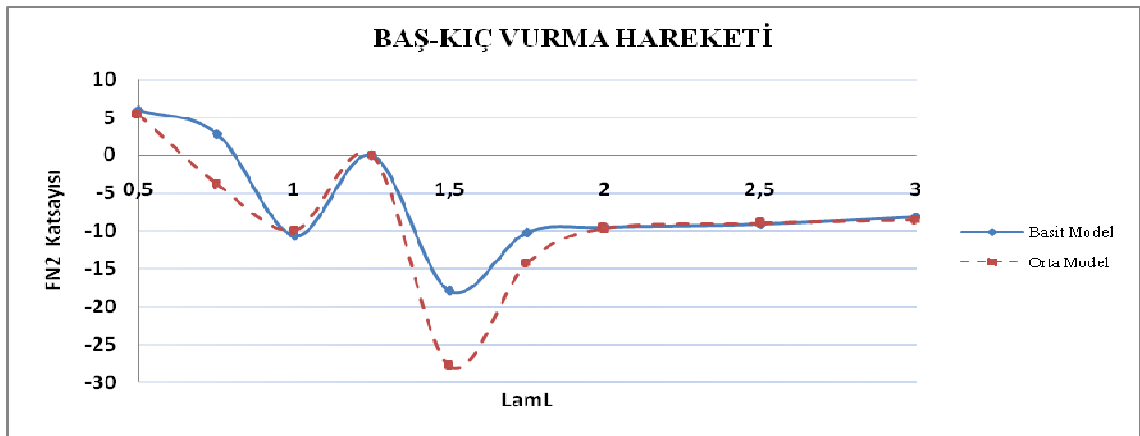
Şekil 9.16 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - LB katsayısı karşılaştırma grafiği



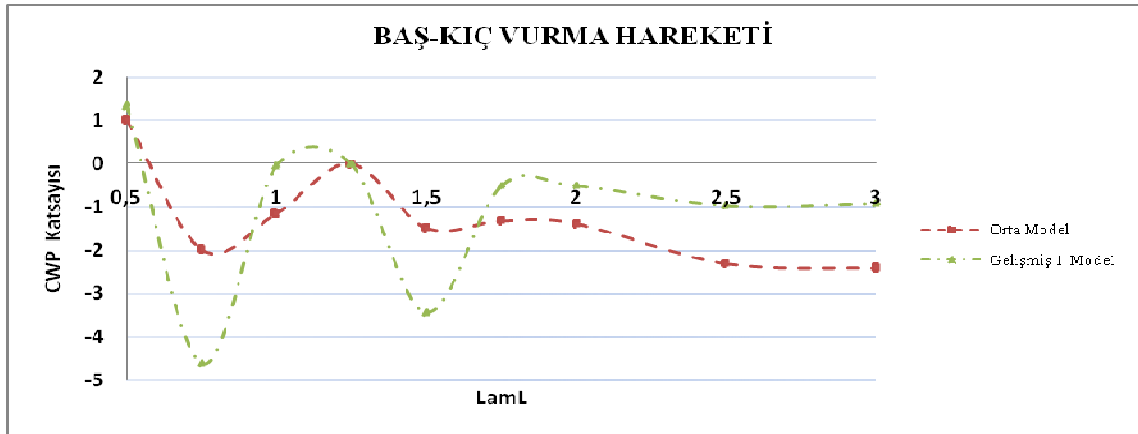
Şekil 9.17 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - BT katsayısı karşılaştırma grafiği



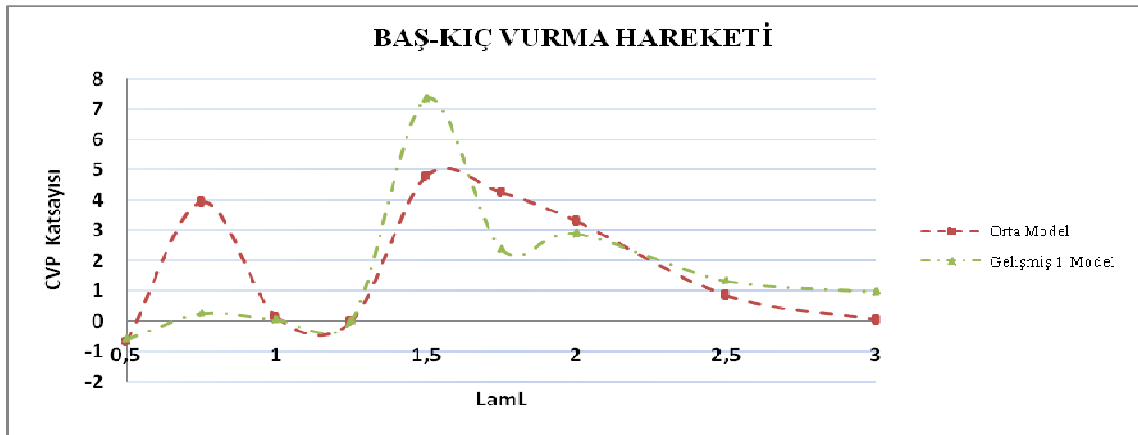
Şekil 9.18 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - FN katsayısı karşılaştırma grafiği



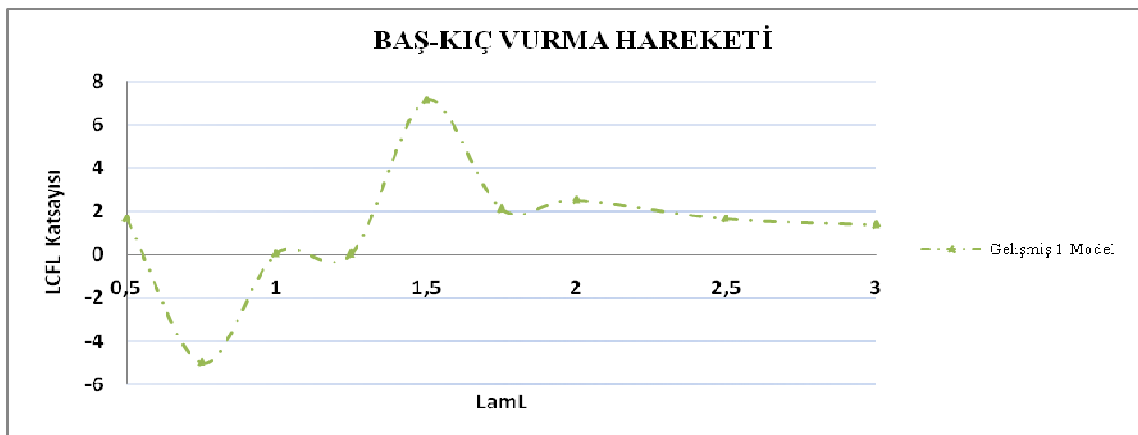
Şekil 9.19 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - FN2 katsayısı karşılaştırma grafiği



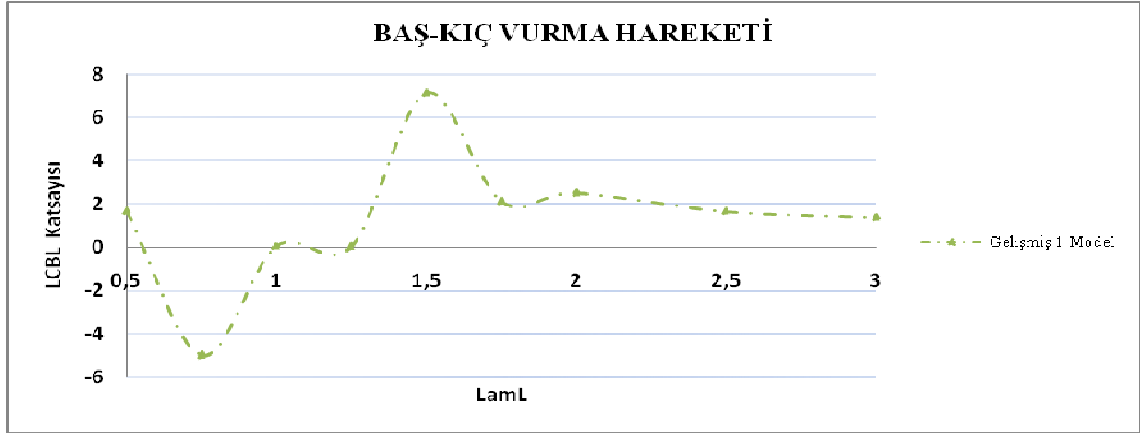
Şekil 9.20 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CWP katsayısı karşılaştırma grafiği



Şekil 9.21 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CVP katsayısı karşılaştırma grafiği



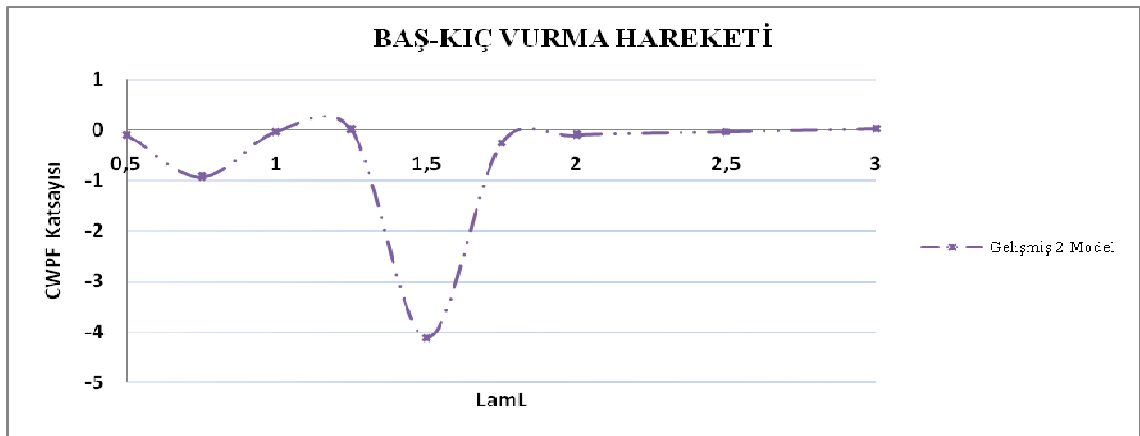
Şekil 9.22 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - LCFL katsayısı karşılaştırma grafiği



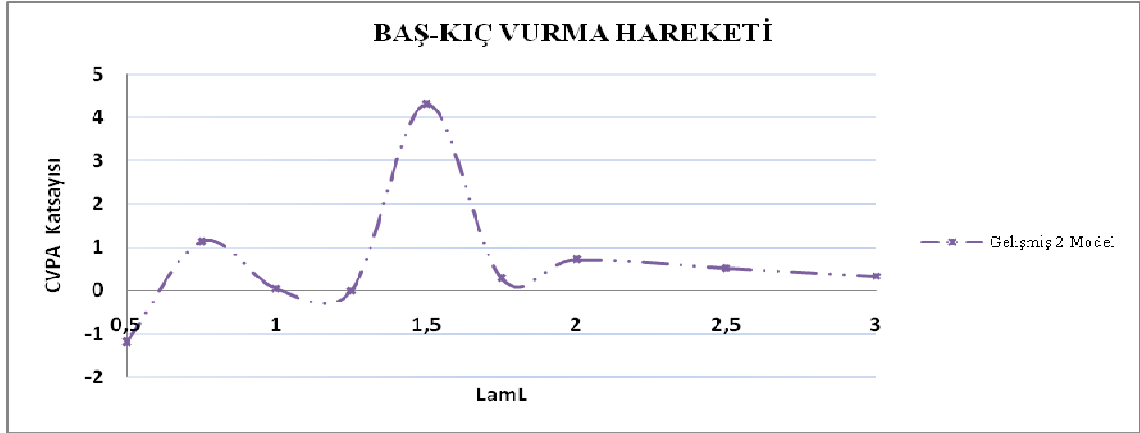
Şekil 9.23 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - LCBL katsayısı karşılaştırma grafiği



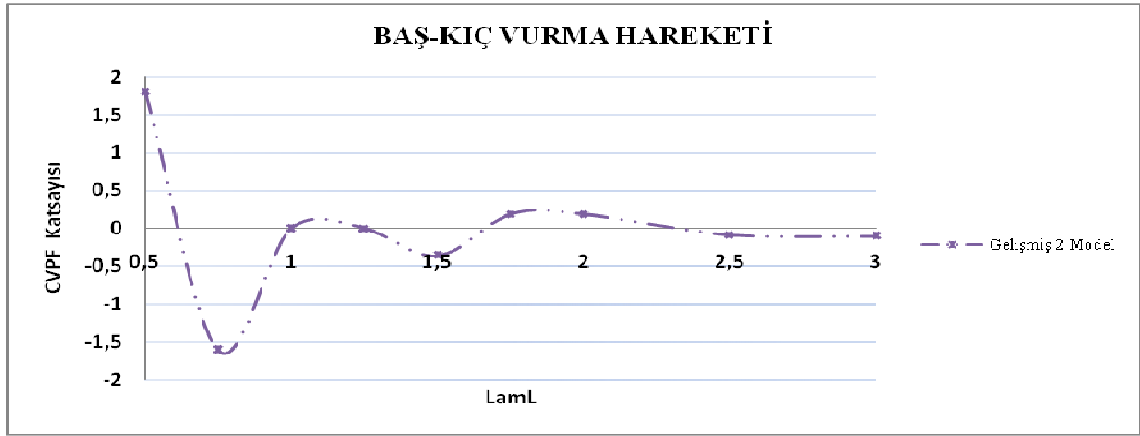
Şekil 9.24 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi -CWPA katsayısı karşılaştırma grafiği



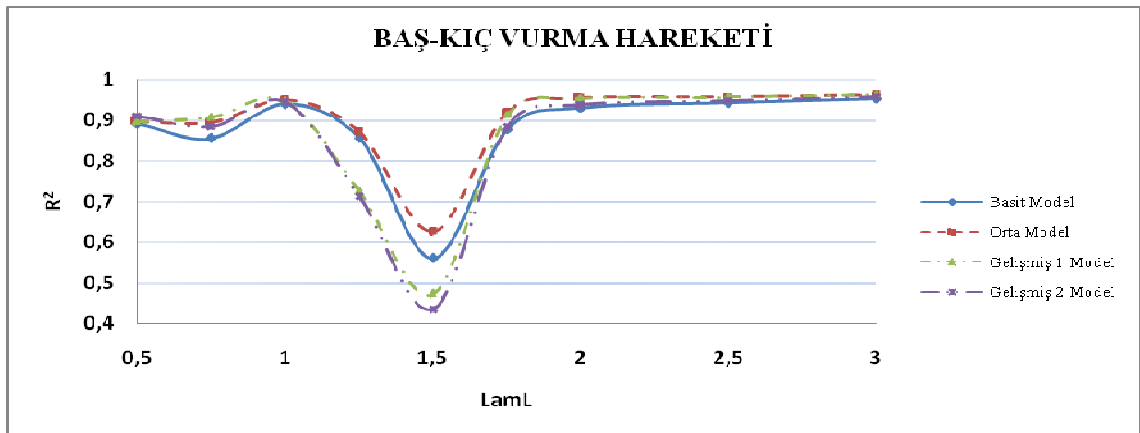
Şekil 9.25 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CWPf katsayısı karşılaştırma grafiği



Şekil 9.26 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CVPA katsayısı karşılaştırma grafiği

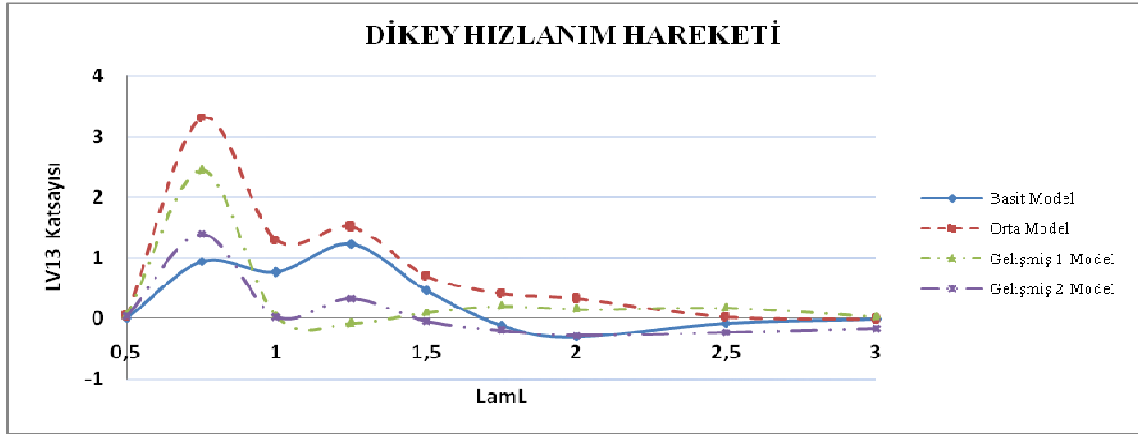


Şekil 9.27 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - CVPF katsayısı karşılaştırma grafiği

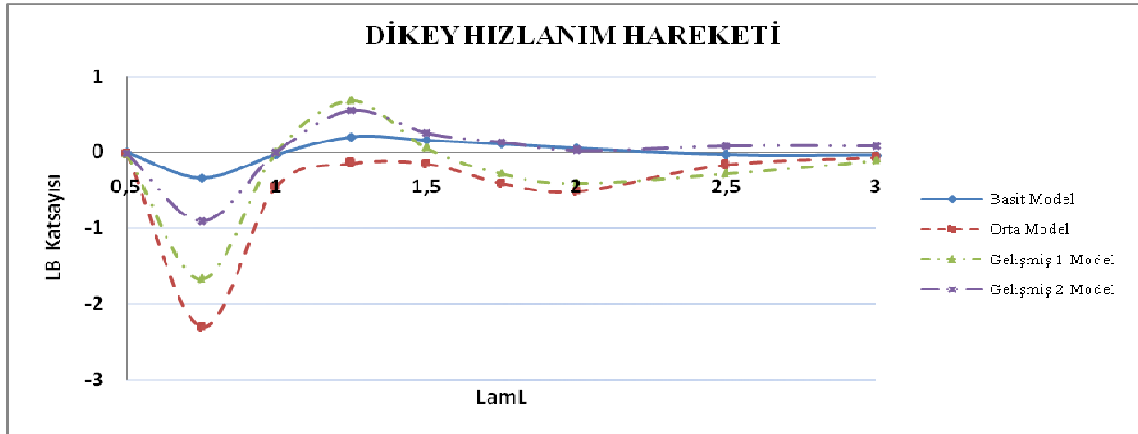


Şekil 9.28 Regresyon modelleri baş-kıç vurma hareketi - R^2 karşılaştırma grafiği

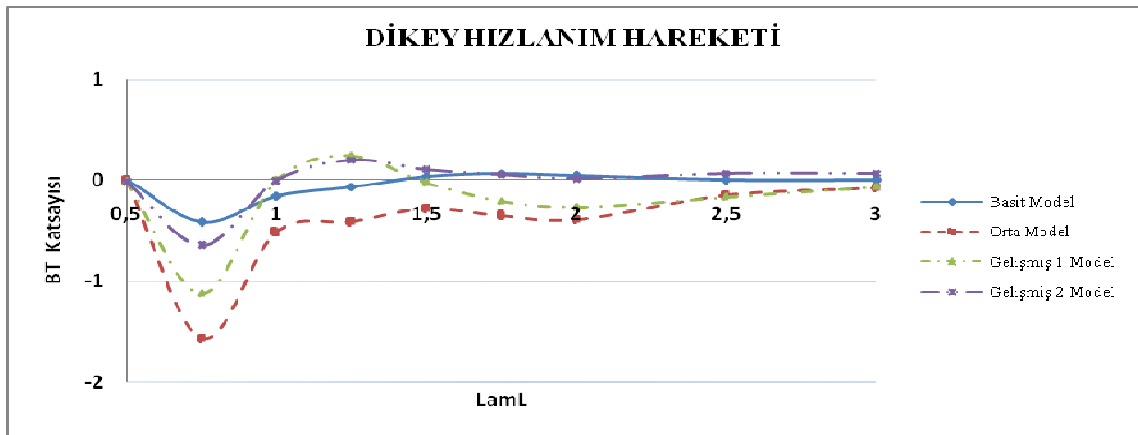
9.8 Regresyon Modelleri Dikey Hızlanım Hareketi İçin Karşılaştırma Sonuçları



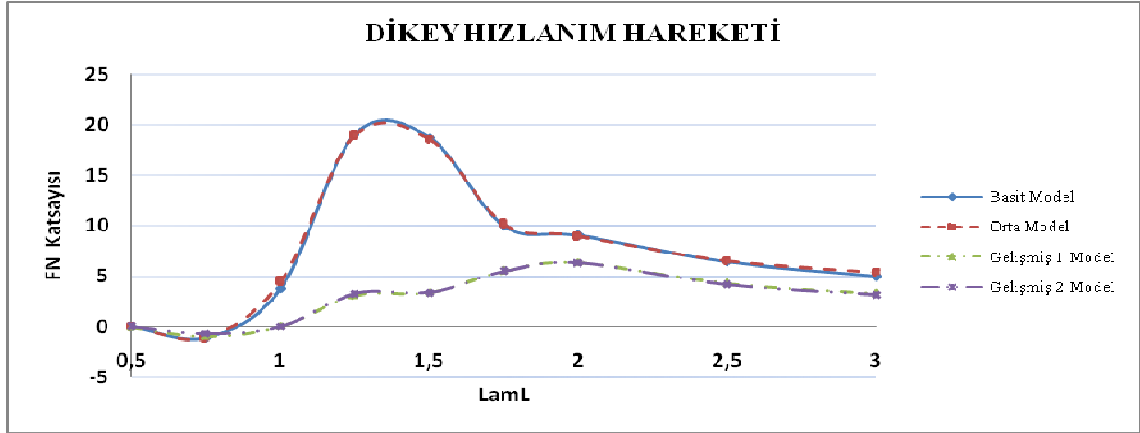
Şekil 9.29 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - LV13 katsayısı karşılaştırma grafiği



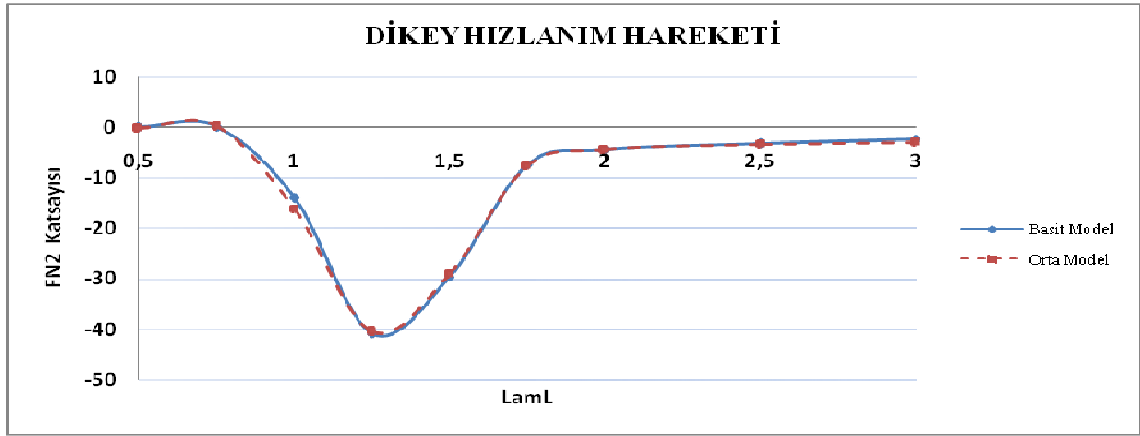
Şekil 9.30 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - LB katsayısı karşılaştırma grafiği



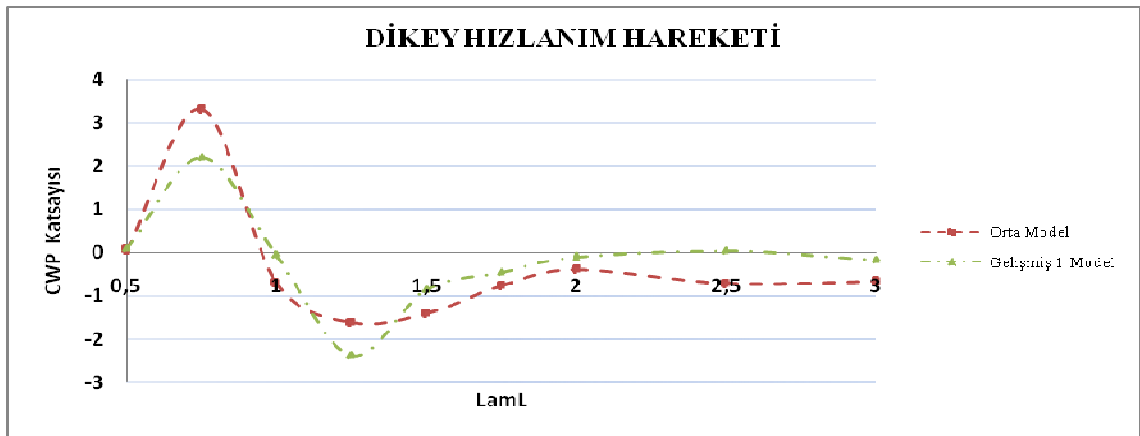
Şekil 9.31 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - BT katsayısı karşılaştırma grafiği



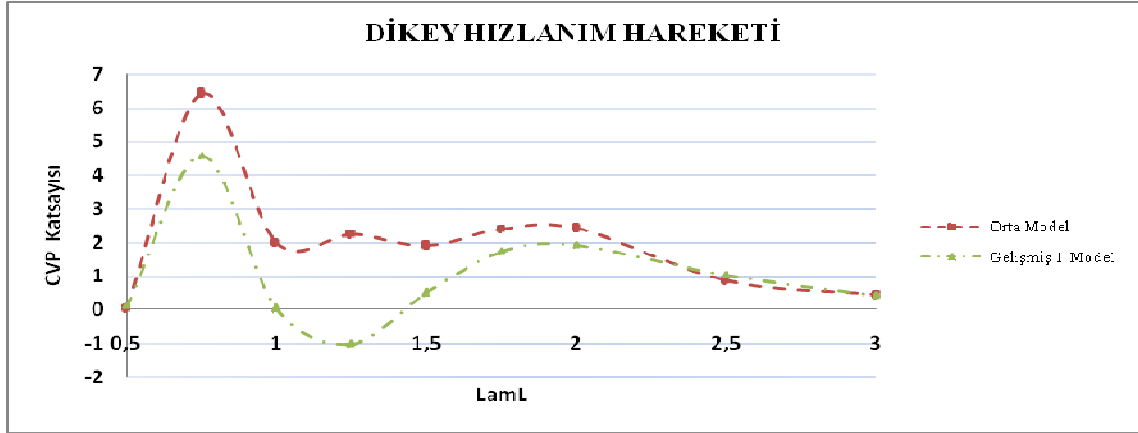
Şekil 9.32 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - FN katsayısı karşılaştırma grafiği



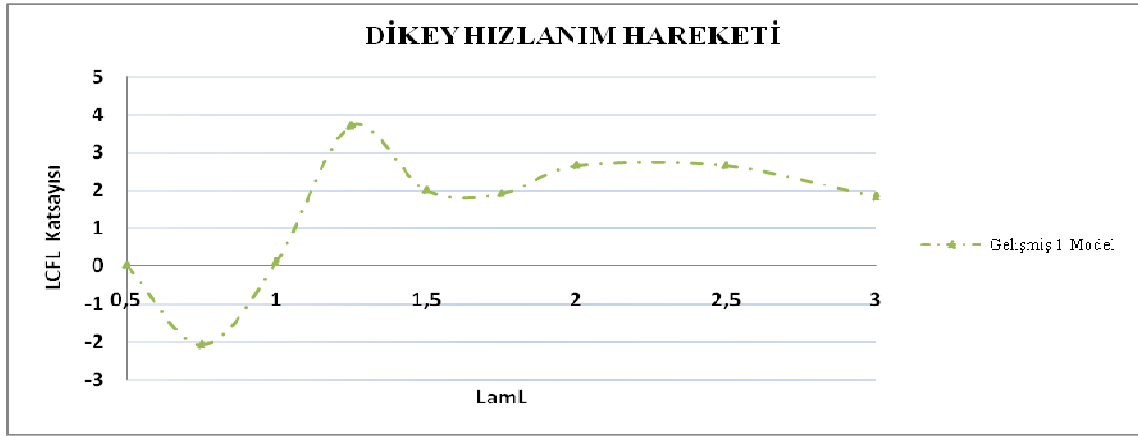
Şekil 9.33 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - FN2 katsayısı karşılaştırma grafiği



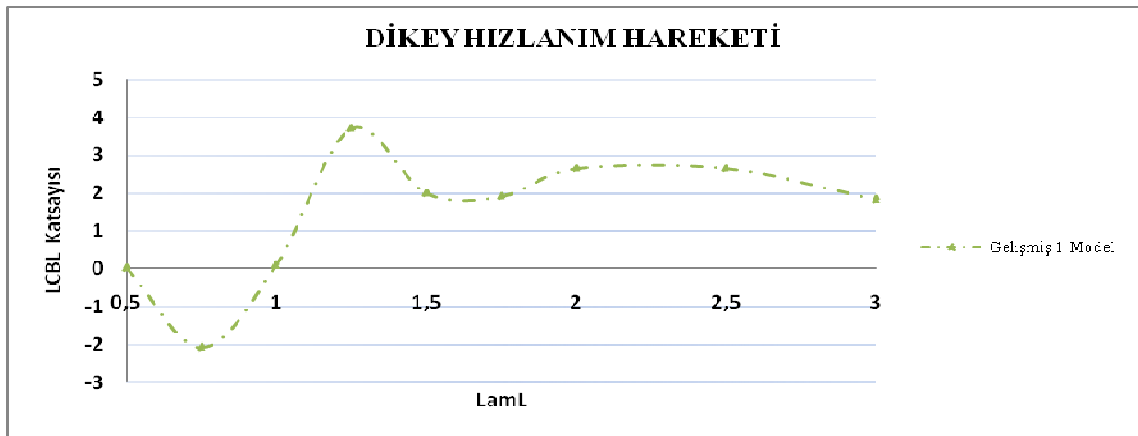
Şekil 9.34 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - CWP katsayısı karşılaştırma grafiği



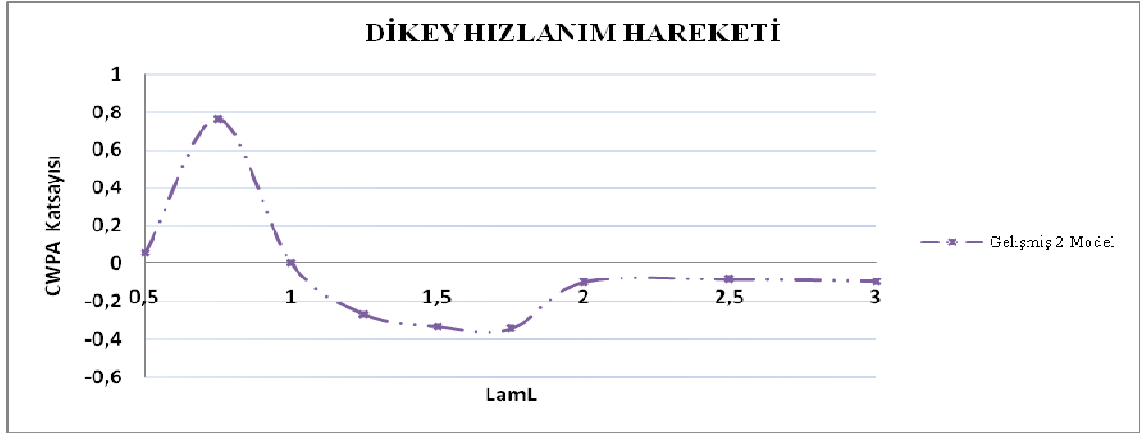
Şekil 9.35 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - CVP katsayısı karşılaştırma grafiği



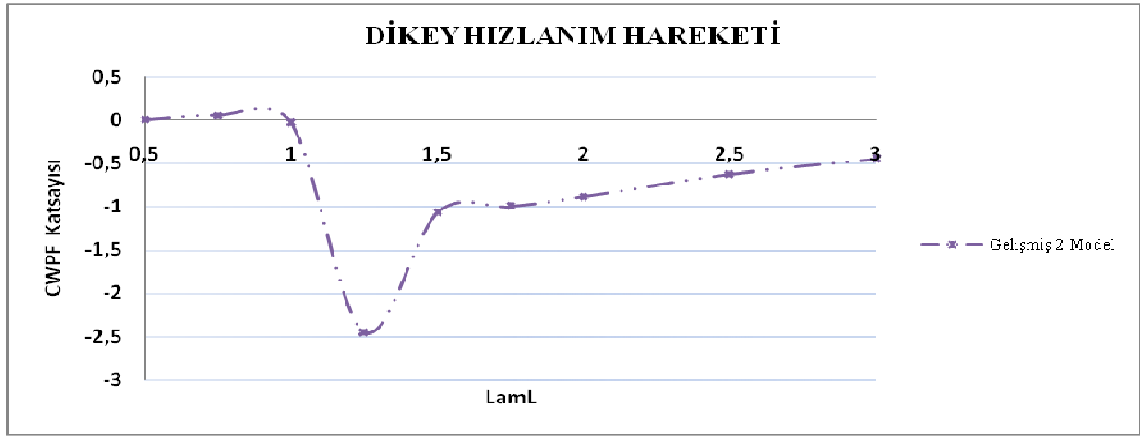
Şekil 9.36 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - LCFL katsayısı karşılaştırma grafiği



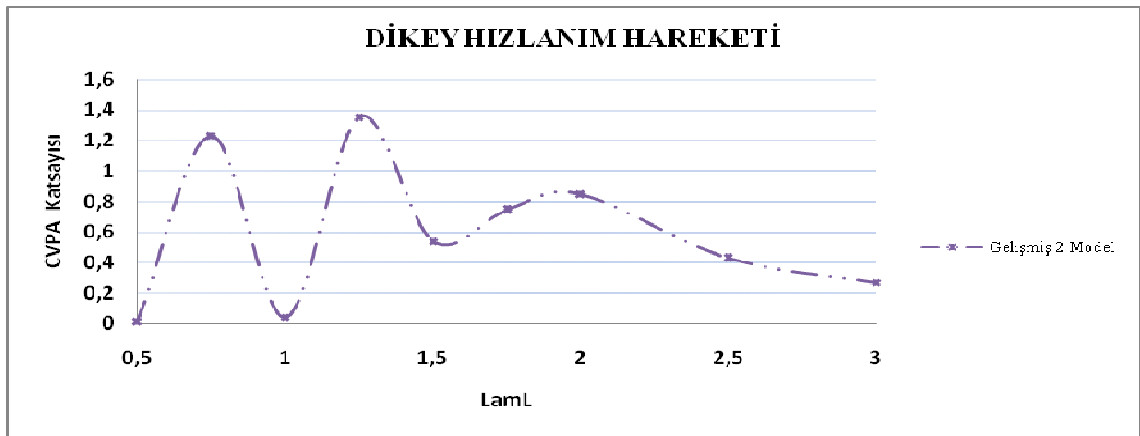
Şekil 9.37 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi -LCBL katsayısı karşılaştırma grafiği



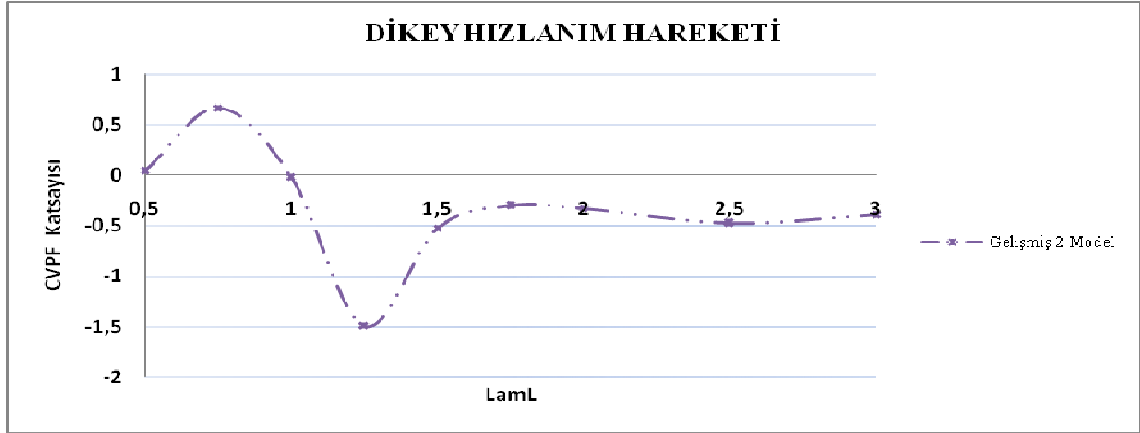
Şekil 9.38 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi CWPA katsayısı karşılaştırma grafiği



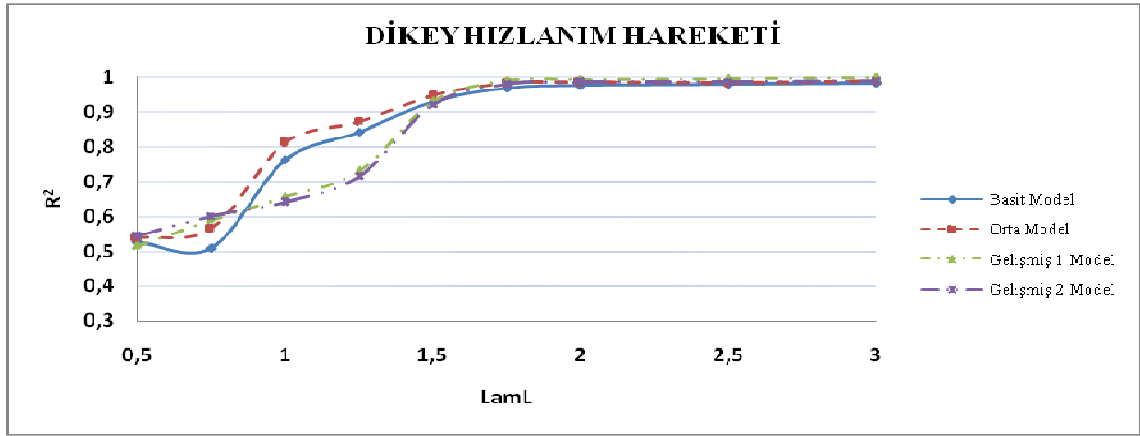
Şekil 9.39 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi -CWPF katsayısı karşılaştırma grafiği



Şekil 9.40 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi -CVPA katsayısı karşılaştırma grafiği



Şekil 9.41 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - CVPF katsayısı karşılaştırma grafiği



Şekil 9.42 Regresyon modelleri dikey hızlanım hareketi - R^2 karşılaştırma grafiği

10. SONUÇLAR

10.1 Ulaşılan Hedefler

- i. Microsoft Visual Studio .Net Platformunda C# programlama dili ile Microsoft SQL Server veri tabanı sunucusuna bağlantının sağlanması.
- ii. Veri tabanında sunucusunda bulunan veri tabanlarının ve tablolarının doğrusal olmayan regresyon analizinde kullanılmak üzere seçilebilir hale getirilmesi.
- iii. Dinamik sorguların (select) oluşturulması, çalıştırılması ve çekilen verinin doğrusal olmayan regresyon analizinde kullanılması.
- iv. Sınırsız sayıda fonksiyonun (türevi alınabilen) doğrusal olmayan regresyon analizinde kullanılabilir hale getirilmesi.
- v. Gauss-Newton, Hartley, Levenberg, Levenberg–Marquart doğrusal olmayan regresyon analizi yöntemlerinin algoritmalarının çıkarımı ve seçimlik olarak çalıştırılabilir hale getirilmesi.
- vi. Levenberg ve Levenberg–Marquart yöntemlerinde kullanılan momentum katsayısının seçimlik hale getirilmesi veya dinamik momentum katsayı yönteminin kullanılması.
- vii. Hartley yönteminin alt iterasyonunda kullanılan katsayının seçimlik olarak çalıştırılabilir hale getirilmesi.
- viii. Katsayı parametrelerinin başlangıç değerlerini optimize eden Max Diag yönteminin seçimlik olarak çalıştırılabilir hale getirilmesi.
- ix. Doğrusal olmayan regresyon analizi iterasyonlarının ve sonuçlarının ekranda gösterilmesi.
- x. Bulunan yaklaşım fonksiyonun veri tabanına bağlanılarak istenilen bir test tablosuyla test edilebilir hale getirilmesi.
- xi. Bulunan yaklaşım fonksiyonunun veri madenciliğinde ileriye dönük tahmin ve hedeflerin belirlenebilmesi amacıyla dinamik bir hesap makinesinde çalıştırılabilir hale getirilmesi.
- xii. Levenberg-Marquart yönteminde kullanılan dinamik momentum katsayı oluşturma yönteminin Levenberg yöntemi için de kullanılabilir hale getirilmesi.

- xiii. Levenberg-Marquart yönteminde kullanılan dinamik momentum katsayı yönteminin iterasyon kararlılığı ve sonuca ulaşma başarısı açısından daha iyi çalışır hale getirilmesi.
- xiv. Doğrusal olmayan regresyon yöntemlerinin veriye yaklaşma başarıları, veriye yaklaşımda yapılan toplam iterasyon sayısı, kullanılan toplam süre ve sonuca ulaşma başarıları (iterasyon kararlılık) açısından karşılaştırılması.
- xv. Tekbiçimleştirilmiş Regresyon Katsayıları Yardımıyla Veritabanı Eliminasyonu yönteminin doğrusal olmayan regresyon yöntemleriyle kullanılabilirliğinin araştırılması ve en iyi yönteme karar verilmesi.
- xvi. Oluşturulan regresyon modeli ile ileriye dönük veri tahmininin yapılabileceğinin gösterilmesi.

10.2 Araştırmanın İleriye Dönük Hedefleri

- i. Doğrusal olmayan regresyon yöntemlerinin daha fazla fonksiyon çeşidiyle denenmesi.
- ii. Daha fazla doğrusal olmayan regresyon algoritmalarının denenmesi (Quasi-Newton, Secant Version of Levenberg-Marquart, Hybrid Method (LM-Quasi)).
- iii. Gemi geometrisi yaklaşımı için kullanılan fonksiyonun farklı veri tipleriyle denenmesi ve kullanılabilirliğinin araştırılması.
- iv. Veri analizi için seçilen yöntemlerin otomatik olarak denenmesi ve en iyi sonucu bulan yöntem ve parametrelerin bilgisayar tarafından otomatik olarak seçilir hale getirilmesi (Hibrid Metotlar).
- v. Doğrusal olmayan regresyon yöntemleriyle bulunan katsayıların “Tekbiçimleştirilmiş Regresyon Katsayıları Yardımıyla Veritabanı Eliminasyonu” yönteminde denenmesi ve sonuçların karşılaştırılması.
- vi. Veri sorgularına alternatif sorgu üreten ve öğrenen bir sistemin tasarlanması ve doğrusal olmayan regresyon yönteminin sisteme entegre çalışır hale getirilmesi.

KAYNAKLAR

- Chapra, S. C. ve Canale, R. P., (2003), Mühendisler için Sayısal Yöntemler, Literatür, İstanbul
- Date, C.J., (2000), An Introduction to Database Systems. The 25th Edition, Addison-Wesley Publishing Company.
- Elmasri, R. ve Navathe, S.B., (2002), Fundamentals of Database Systems, Addison-Wesley Publishing Company.
- Imam, I.F., Michalski, R.S., Kerschberg, L., (1993), “Discovering Attribute Dependence in Database by Integrating Symbolic Learning and Statistical Analysis Techniques”, Knowledge Discovery in Databases Workshop, 264-275.
- Karadeniz, A. A., (1995), Yüksek Matematik, Çağlayan Kitapevi, Beyoğlu
- Lipschutz, S., (1978), Linear Algebra, Sadık Dost, Ankara
- Lourakis, M. I. A., (2005) , “A brief description of the Levenberg - Marquart algorithm Implemented” , Institute of Computer Science, Foundation for Research and Technology - Hellas (FORTH), Heraklion
- Madsen, K., Nielsen, H.B., Tingleff , O., (2004), “Methods For Non-Linear Least Squares Problems” , DTU, Denmark
- Nesterov, Y., (2003), “Modified Gauss-Newton scheme with worst-case guarantees for its global performance” , Catholic University of Louvain, Belgium
- Piatetsky-Shapiro, G. ve Matheus, C., (1993), “Measuring Data Dependencies in Large Databases” , Knowledge Discovery in Databases Workshop, 162-173
- Roweis, S., (2005), “Levenberg Marquardt Optimization” , University of Toronto
- Sabuncu, T., (1993), Gemi Hareketleri, İstanbul
- SAS Institute Inc, (1999), Cary, North Carolina, U.S.A
- Seber, G. A. F. , Wild, C. J., (2005), NonLinear Regression, John Wiley & Sons, Inc.
- Şaylı, A., Alkan, A. D., Trincas, G. ve Uysal A. Ö., (2005), “A Dynamic Multiple Regression Analysis System Based On Ship Databases” , 10 th Int. Symposium on Technics and Technology in Fishing Vessels, Italy
- Şaylı, A., Alkan, A. D., Nabergoj, R. ve Uysal A. Ö., (2006), “Seakeeping assessment of fishing vessels in conceptual design stage” , Ocean Engineering, Italy
- Şaylı, A. ve Uysal, A.O., (2008), “A Dynamic Self-Learning Method for Semantic Query Optimisation” , International Journal of Technology, Policy and Management, 126-147.
- Tr.wikipedia.org/wiki/Veri_madenciliği
- Uysal, A. Ö., (2004), SQL Tabanlı Veri Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen ilimleri Enstitüsü

- Wu, X., Kumar, V., Quinlan, J.R., Ghosh, J., Yang, Q., Motoda, H., McLachlan, G.J., Ng, A., Liu, B., Yu, P.S., Zhaou, Z., Steinbach, M., Hand, D.J. ve Steinberg, D., (2008), “Top 10 Algorithms in Data Mining”, Int. Journal of Knowledge Information System, Springer Pub., 14: 1-37.

EKLER

Ek 1 Levenberg ile max-diag yöntemi kullanılmış ancak sonuç alınamamış iterasyonlar

Ek 2 Levenberg – Marquart ile max-diag yöntemi kullanılmış ancak sonuç alınamamış iterasyonlar

Ek 1 Levenberg ile max-diag yöntemi kullanılmış ancak sonuç alınamamış iterasyonlar

İterasyon	c ₁	(LV13) c ₂	(LB) c ₃	(BT) c ₄	(FN) c ₅	(FN2) c ₆	c ₇	R	R ²	Zaman (Sn.)
1	1	1	1	1	1	1	1	-532028	-2,8E+11	0,359
2	0,886345	0,883177	0,940131	0,942582	0,987337	0,997728	0,999975	-195034	-3,8E+10	0,582
3	0,840628	0,777466	0,86057	0,871927	0,980813	0,996274	0,999962	-72116,5	-5,2E+09	0,807
4	0,808663	0,67616	0,777756	0,79809	0,976162	0,995205	0,999954	-27086,4	-7,3E+08	1,027
5	0,780625	0,583564	0,701266	0,729093	0,972193	0,994289	0,999944	-11028,7	-1,2E+08	1,246
6	0,760163	0,517601	0,646721	0,679767	0,969392	0,993642	0,999928	-5816,24	-3,4E+07	1,466
7	0,747893	0,479096	0,61488	0,650976	0,967757	0,993265	0,999911	-4004,23	-1,6E+07	1,685
8	0,739676	0,45376	0,593932	0,632038	0,966679	0,993016	0,999895	-3132,45	-9812213	1,919
9	0,733548	0,435089	0,578496	0,618087	0,965885	0,992833	0,999879	-2614,11	-6833558	2,138
10	0,728666	0,42035	0,566311	0,607077	0,965257	0,992688	0,999864	-2266,3	-5136107	2,357
11	0,724608	0,408188	0,556257	0,597993	0,964739	0,992568	0,99985	-2014,46	-4058047	2,575
12	0,721134	0,397841	0,547704	0,590266	0,964298	0,992466	0,999837	-1822,38	-3321086	2,795
13	0,718096	0,38884	0,540264	0,583545	0,963914	0,992378	0,999824	-1670,27	-2789804	3,016
14	0,715396	0,380876	0,533681	0,577599	0,963574	0,992299	0,999811	-1546,32	-2391106	3,235
15	0,712964	0,373736	0,52778	0,572269	0,96327	0,992229	0,999799	-1443,04	-2082362	3,453
16	0,710753	0,367266	0,522432	0,56744	0,962993	0,992165	0,999787	-1355,42	-1837170	3,672
17	0,708724	0,361351	0,517544	0,563025	0,962741	0,992107	0,999776	-1279,99	-1638376	3,893
18	0,70685	0,355904	0,513042	0,55896	0,962508	0,992053	0,999765	-1214,24	-1474390	4,113
19	0,705108	0,350856	0,50887	0,555193	0,962292	0,992003	0,999754	-1156,34	-1337117	4,331
20	0,703481	0,346153	0,504983	0,551683	0,962091	0,991957	0,999743	-1104,88	-1220752	4,551
21	0,701953	0,341751	0,501345	0,548399	0,961903	0,991913	0,999732	-1058,78	-1121025	4,778
22	0,700514	0,337613	0,497925	0,545312	0,961726	0,991873	0,999722	-1017,22	-1034736	4,996
23	0,699154	0,33371	0,4947	0,5424	0,961559	0,991834	0,999712	-979,51	-959440	5,214
24	0,697864	0,330016	0,491648	0,539644	0,961401	0,991798	0,999702	-945,114	-893241	5,434
25	0,696637	0,326511	0,488751	0,53703	0,961252	0,991763	0,999692	-913,589	-834645	5,653
26	0,695467	0,323176	0,485995	0,534542	0,961109	0,99173	0,999682	-884,571	-782465	5,874
27	0,69435	0,319995	0,483367	0,532169	0,960973	0,991699	0,999672	-857,754	-735741	6,095
28	0,69328	0,316954	0,480854	0,529901	0,960843	0,991669	0,999663	-832,883	-693695	6,313
29	0,692253	0,314043	0,478448	0,52773	0,960718	0,99164	0,999653	-809,743	-655683	6,533
30	0,691267	0,311249	0,47614	0,525646	0,960598	0,991612	0,999644	-788,147	-621176	6,754
31	0,690317	0,308565	0,473922	0,523645	0,960484	0,991586	0,999635	-767,938	-589728	6,982
32	0,689402	0,305982	0,471788	0,521718	0,960373	0,99156	0,999626	-748,977	-560967	7,203

33	0,688519	0,303492	0,469731	0,519861	0,960266	0,991536	0,999617	-731,147	-534577	7,424
34	0,687665	0,301089	0,467745	0,51807	0,960163	0,991512	0,999608	-714,343	-510286	7,645
35	0,686839	0,298767	0,465827	0,516339	0,960064	0,991489	0,9996	-698,474	-487866	7,868
36	0,686039	0,296522	0,463971	0,514664	0,959968	0,991467	0,999591	-683,459	-467116	8,087
37	0,685264	0,294347	0,462175	0,513043	0,959875	0,991445	0,999583	-669,227	-447865	8,308
38	0,684511	0,292239	0,460433	0,511471	0,959784	0,991424	0,999574	-655,714	-429961	8,527
39	0,683779	0,290194	0,458743	0,509946	0,959697	0,991404	0,999566	-642,865	-413276	8,747
40	0,683068	0,288208	0,457102	0,508465	0,959612	0,991384	0,999557	-630,628	-397692	8,969
41	0,682376	0,286277	0,455508	0,507026	0,959529	0,991365	0,999549	-618,958	-383109	9,19
42	0,681703	0,2844	0,453956	0,505627	0,959448	0,991347	0,999541	-607,815	-369439	9,41
43	0,681046	0,282572	0,452446	0,504264	0,95937	0,991329	0,999533	-597,16	-356600	9,63
44	0,680406	0,280792	0,450976	0,502937	0,959294	0,991311	0,999525	-586,962	-344524	9,851
45	0,679781	0,279057	0,449542	0,501644	0,959219	0,991294	0,999517	-577,188	-333146	10,07
46	0,679172	0,277364	0,448144	0,500382	0,959147	0,991277	0,999509	-567,812	-322411	10,289
47	0,678576	0,275712	0,446779	0,499151	0,959076	0,991261	0,999501	-558,809	-312267	10,508
48	0,677993	0,274099	0,445446	0,497948	0,959007	0,991245	0,999493	-550,155	-302670	10,732
49	0,677424	0,272523	0,444144	0,496774	0,958939	0,991229	0,999486	-541,828	-293578	10,954
50	0,676867	0,270983	0,442872	0,495625	0,958873	0,991214	0,999478	-533,811	-284954	11,175
51	0,676321	0,269476	0,441627	0,494502	0,958809	0,991199	0,99947	-526,084	-276764	11,394
52	0,675787	0,268001	0,440408	0,493403	0,958745	0,991185	0,999463	-518,631	-268978	11,613
53	0,675263	0,266558	0,439216	0,492327	0,958683	0,99117	0,999455	-511,437	-261568	11,833
54	0,67475	0,265144	0,438048	0,491274	0,958623	0,991156	0,999448	-504,488	-254508	12,055
55	0,674247	0,263758	0,436904	0,490241	0,958563	0,991143	0,99944	-497,771	-247776	12,275
56	0,673753	0,262401	0,435782	0,489229	0,958505	0,991129	0,999433	-491,273	-241350	12,496
57	0,673268	0,261069	0,434682	0,488237	0,958448	0,991116	0,999426	-484,984	-235210	12,717
58	0,672793	0,259763	0,433603	0,487263	0,958392	0,991103	0,999419	-478,893	-229338	12,938
59	0,672325	0,258481	0,432544	0,486308	0,958337	0,99109	0,999411	-472,989	-223719	13,161
60	0,671866	0,257222	0,431504	0,48537	0,958283	0,991078	0,999404	-467,265	-218337	13,382
61	0,671415	0,255987	0,430483	0,484449	0,95823	0,991066	0,999397	-461,711	-213177	13,605
62	0,670972	0,254773	0,429481	0,483545	0,958178	0,991054	0,99939	-456,32	-208228	13,826
63	0,670536	0,25358	0,428495	0,482656	0,958127	0,991042	0,999383	-451,083	-203476	14,048
64	0,670107	0,252407	0,427527	0,481782	0,958076	0,99103	0,999376	-445,995	-198911	14,269
65	0,669685	0,251255	0,426575	0,480923	0,958027	0,991019	0,999369	-441,047	-194523	14,493
66	0,669269	0,250121	0,425638	0,480079	0,957978	0,991008	0,999362	-436,235	-190301	14,714
67	0,668861	0,249006	0,424717	0,479248	0,95793	0,990997	0,999355	-431,553	-186238	14,947
68	0,668458	0,247908	0,42381	0,47843	0,957883	0,990986	0,999348	-426,994	-182324	15,168
69	0,668061	0,246828	0,422918	0,477625	0,957837	0,990975	0,999341	-422,554	-178552	15,39
70	0,667671	0,245764	0,422039	0,476833	0,957791	0,990964	0,999334	-418,228	-174915	15,609
71	0,667286	0,244717	0,421174	0,476052	0,957746	0,990954	0,999327	-414,011	-171405	15,83
72	0,666906	0,243686	0,420322	0,475284	0,957702	0,990944	0,999321	-409,899	-168018	16,052
73	0,666532	0,242669	0,419483	0,474527	0,957658	0,990934	0,999314	-405,888	-164745	16,271

74	0,666164	0,241668	0,418656	0,47378	0,957615	0,990924	0,999307	-401,974	-161583	16,493
75	0,6658	0,240681	0,41784	0,473045	0,957573	0,990914	0,999301	-398,153	-158526	16,715
76	0,665441	0,239708	0,417037	0,47232	0,957531	0,990904	0,999294	-394,422	-155569	16,937
77	0,665087	0,238748	0,416244	0,471605	0,95749	0,990895	0,999287	-390,777	-152707	17,157
78	0,664738	0,237802	0,415463	0,4709	0,957449	0,990886	0,999281	-387,215	-149936	17,377
79	0,664393	0,236869	0,414692	0,470205	0,957409	0,990876	0,999274	-383,734	-147252	17,598
80	0,664053	0,235948	0,413931	0,469519	0,95737	0,990867	0,999268	-380,33	-144651	17,819
81	0,663717	0,235039	0,41318	0,468842	0,957331	0,990858	0,999261	-377	-142129	18,041
82	0,663385	0,234142	0,41244	0,468174	0,957292	0,990849	0,999255	-373,743	-139684	18,261
83	0,663057	0,233257	0,411709	0,467515	0,957254	0,990841	0,999248	-370,555	-137311	18,482
84	0,662733	0,232383	0,410987	0,466864	0,957216	0,990832	0,999242	-367,434	-135008	18,702
85	0,662414	0,23152	0,410274	0,466221	0,957179	0,990823	0,999236	-364,379	-132772	18,923
86	0,662098	0,230668	0,40957	0,465586	0,957143	0,990815	0,999229	-361,386	-130600	19,146
87	0,661785	0,229826	0,408875	0,464959	0,957107	0,990807	0,999223	-358,454	-128489	19,367
88	0,661477	0,228995	0,408188	0,464339	0,957071	0,990798	0,999217	-355,581	-126438	19,589
89	0,661171	0,228173	0,407509	0,463727	0,957036	0,99079	0,99921	-352,765	-124443	19,811
90	0,66087	0,227361	0,406839	0,463122	0,957001	0,990782	0,999204	-350,004	-122503	20,034
91	0,660571	0,226559	0,406176	0,462525	0,956966	0,990774	0,999198	-347,297	-120615	20,254
92	0,660276	0,225765	0,405521	0,461934	0,956932	0,990766	0,999192	-344,642	-118778	20,475
93	0,659985	0,224981	0,404873	0,46135	0,956898	0,990759	0,999185	-342,036	-116989	20,704
94	0,659696	0,224206	0,404233	0,460772	0,956865	0,990751	0,999179	-339,48	-115247	20,927
95	0,65941	0,22344	0,4036	0,460201	0,956832	0,990743	0,999173	-336,971	-113549	21,149
96	0,659128	0,222681	0,402973	0,459637	0,9568	0,990736	0,999167	-334,508	-111895	21,37
97	0,658848	0,221932	0,402354	0,459078	0,956767	0,990728	0,999161	-332,089	-110283	21,591
98	0,658572	0,22119	0,401742	0,458526	0,956736	0,990721	0,999155	-329,714	-108711	21,812
99	0,658298	0,220456	0,401136	0,457979	0,956704	0,990714	0,999149	-327,381	-107178	22,037
100	0,658027	0,21973	0,400536	0,457439	0,956673	0,990706	0,999143	-325,089	-105683	22,258

Ek 2 Levenberg – Marquart ile max-diag yöntemi kullanılmış ancak sonuç alınamamış iterasyonlar

İterasyon	c ₁	(LV13) c ₂	(LB) c ₃	(BT) c ₄	(FN) c ₅	(FN2) c ₆	c ₇	R	R ²	Zaman (Sn.)
1	1	1	1	1	1	1	1	-532028	-2,8E+11	0,399
2	1	1	1	1	1	1	0,999996	-532028	-2,8E+11	0,626
3	1	1	1	1	1	1	0,999994	-532028	-2,8E+11	0,849
4	1	1	1	1	1	1	0,999994	-532028	-2,8E+11	1,071
5	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	1,294
6	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	1,513
7	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	1,733
8	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	1,951
9	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	2,172
10	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	2,393
11	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	2,612
12	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	2,832

13	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	3,052
14	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	3,273
15	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	3,496
16	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	3,716
17	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	3,937
18	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	4,16
19	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	4,383
20	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	4,602
21	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	4,824
22	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	5,046
23	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	5,267
24	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	5,489
25	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	5,899
26	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	6,307
27	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	6,718
28	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	7,14
29	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	7,55
30	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	7,958
31	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	8,364
32	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	8,768
33	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	9,173
34	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	9,58
35	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	9,987
36	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	10,395
37	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	10,802
38	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	11,207
39	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	11,615
40	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	12,021
41	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	12,433
42	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	12,848
43	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	13,259
44	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	13,669
45	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	14,079
46	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	14,497
47	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	14,906
48	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	15,318
49	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	15,727
50	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	16,134
51	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	16,542
52	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	16,952
53	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	17,362
54	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	17,768
55	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	18,176
56	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	18,582
57	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	18,989
58	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	19,394
59	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	19,799
60	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	20,214
61	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	20,634
62	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	21,045
63	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	21,452
64	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	21,858
65	1	1	1	1	1	1	0,999993	-532028	-2,8E+11	22,268

66	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	22,675
67	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	23,081
68	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	23,487
69	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	23,891
70	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	24,3
71	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	24,706
72	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	25,113
73	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	25,517
74	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	25,923
75	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	26,328
76	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	26,733
77	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	27,144
78	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	27,549
79	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	27,958
80	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	28,365
81	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	28,774
82	1		1		1		1	0,999993	-532028	-2,8E+11	29,182
83	NaN	NaN		NaN	NaN		NaN	NaN	NaN	NaN	38,15

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	29.05.1982	
Doğum Yeri	Çanakkale	
Lise	1997 – 2000	Çanakkale Milli Piyango Anadolu Lisesi
Lisans	2000 – 2004	Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fak. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı kurumlar

11/2004 – 11/2005	Oracle Bilgisayar Sistemleri A.Ş
12/2005 – 06/2007	Buton Elektronik Bilgisayar ve İletişim Sistemleri Ltd. Şti.
06/2007 – 04/2008	Ford Otosan A.Ş
04/2008 – Devam Ediyor	Eroğlu Giyim San. Ltd. Şti. Colin's Jeans