

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**İKİZ AÇIKLAR HİPOTEZİNİN MATEMATİKSEL ANALİZİ:
TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ünsal Ozan KAHRAMAN

Enstitü Anabilim Dalı: İktisat

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fuat SEKMEN

HAZİRAN – 2011

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKİZ AÇIKLAR HİPOTEZİNİN MATEMATİKSEL
ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ünsal Ozan KAHRAMAN

Enstitü Anabilim Dalı : İktisat

Bu tez 02/06/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oycokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Fuat Sekmen


Jüri Başkanı

Kabul

Red

Düzeltme

Prof. Dr. İlman Orhan


Jüri Üyesi

Kabul

Red

Düzeltme

Doç. Dr. Ekrem Gül


Jüri Üyesi

Kabul

Red

Düzeltme

BEYAN

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Ünsal Ozan KAHRAMAN

02.06.2011

ÖNSÖZ

Bu çalışma esnek bir bakış açısı geliştirmeyi amaçlamaktadır. İkiz açıklar gibi analitik iktisadi meselelerde açıklayıcı tek bir model veya modeller topluluğu arayışı içinde olmak yerine her somut örnekte kilit iktisadi matrisi araştırmak gerektiğine işaret eder. Bu tezde özgün ve güvenilir analiz aletleri kullanılmaktadır ve analizde bunların mantığı vurgulanmaktadır.

Bu çalışma Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje no: 2009-60-01-018).

Katkılarından dolayı Doç. Dr. Fuat SEKMEN ve Doç. Dr. M. Kemal AYDIN' a teşekkürü borç bilirim.

Ünsal Ozan KAHRAMAN

02.06.2011

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ÖZET	v
SUMMARY	vi
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1: TEORİ, İKTİSADİ MANTIK VE AMPİRİK LİTERATÜR	4
1.1. Bütçe Açığı.....	4
1.2. Bütçe Açığının Belirleyiciler	5
1.3.Bütçe Açığı ve İkiz Açıklar Hipotezi	6
1.4. Teori	8
1.4.1. Geleneksel Yaklaşım.....	9
1.4.2. Ricardocu Eşdeğerlik Hipotezi.....	11
1.4.3. Yeni Yaklaşımlar.....	12
1.5. Ampirik Literatür	15
BÖLÜM 2: AMPİRİK ANALİZE GİRİŞ ve KLASİK TAHMİN ANALİZİ ...	20
2.1. Ampirik Analize Giriş.....	20
2.2. Uygulama: Çalışma Verileri ile Klasik Regresyon Modelinin Oluşturulması...	27
BÖLÜM 3: YAPAY SİNİR AĞLARI ANALİZİ	30
3.1. Yapay Sinir Ağları	30
3.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Genel Özellikleri.....	30
3.1.2. YSA' nın Yapısı ve Temel Elemanları	31
3.1.3. Bir Yapay Sinir Hücresinin Çalışma Prensipleri.....	33
3.2. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı Örneği	34
3.3. Yapay Sinir Ağında Öğrenme	39
3.4. Yapay Sinir Ağlarında Tahmin Analizi	39
3.5.Uygulama Yolu	44

BÖLÜM 4 : BULANIK DOĞRUSAL SİSTEMLER VE REGRESYON	
MODELLERİNE UYGULAMASI	47
4.1. Giriş	47
4.1.1. Bulanık Kümeler ve Üyelik Fonksiyonları	48
4.1.2. Bulanık Sistem	49
4.2. Bulanık Doğrusal Regresyon	51
4.3. Bulanık Mantık ile Uygulama	55
4.3.1. Bulanık Mantık ile Uygulama (Cari Açıktan Bütçe Açığına Doğru İlişki).	55
4.3.2. Bulanık Mantık ile Uygulama(Bütçe Açığından Cari Açığa Doğru İlişki).	60
SONUÇ	62
KAYNAKÇA	65
ÖZGEÇMİŞ	69

KISALTMALAR

- ABD** : Amerika Birleşik Devletleri
BA : bütçe açığı
BP : i-Y düzleminde döviz piyasası için olası denge durumlarını gösteren eğri
C : özel sektör tüketim harcaması
CA : cari açık
FED : Federal Reserve Bank
G : hükümet harcaması
GDP : gayrisafi yurtiçi hasıla
G-7 : ABD, Japonya, Almanya, Büyük Britanya, Fransa, İtalya ve Kanada'nın içinde yer aldığı ülkeler grubu
I : yatırım harcaması
IS : i-Y düzleminde mal piyasası için olası denge durumlarını gösteren eğri
i : yurtiçi faiz haddi
LM : i-Y düzleminde para piyasası için olası denge durumlarının gösteren eğri
M : ithalat
MENA : Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri için kullanılan genel bir terim
MB : Merkez Bankası
OECD : Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
REH : Ricardocu Eşdeğerlik Hipotezi
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
UK : Büyük Britanya
X : ihracat
Y : milli gelir
\$: ABD Doları

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 : Analizde Kullanılan Veri Seti	26
Tablo 2 : Model Özeti	27
Tablo 3 : Varyans Analizi.....	27
Tablo 4 : Katsayılar	27
Tablo 5 : Korelasyon Matrisi	28
Tablo 6 : XOR Gösterimi	35
Tablo 7 : Sonuçlar	38
Tablo 8 : Değişkenlere Atanmış Veriler	40
Tablo 9 : Sonuçlar	41
Tablo 10 : Veri Seti	51
Tablo 11: Veri Seti	52
Tablo 12 : Veriler	54

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 : Biyolojik Snir Ağı	31
Şekil 2 : Yapay Sinir Ağı Yapısı	32
Şekil 3 : Yapay Sinir Ağı Modeli	33
Şekil 4 : YSA'da Topolojik Gösterim	35
Şekil 5 : Problemin Ağ Topolojisi	42
Şekil 6 : Sonuç Çıktısı	44
Şekil 7 : Sonuç Çıktısı	45
Şekil 8 : Sonuç Çıktısı	45
Şekil 9 : Sonuç Çıktısı	45
Şekil 10 : Üçgensel Üyelik Fonksiyonu	49
Şekil 11 : Bulanıklaştırıcı ve Durulaştırıcı Sistem.....	50
Şekil 12 : Bulanık Doğrusal Regresyonun Grafik Yapısı.....	52
Şekil 13 : Bulanık Çıktı Geometrik Yapısı.....	52
Şekil 14 : Üyelik Fonksiyonu	53
Şekil 15 : MATLAB'da Bulanık Mantık Araç Kutusu.....	56
Şekil 16 : Kural Tabanlı Üyelik Fonksiyonu	57
Şekil 17 : Bulanık Mantık Yapısı	58
Şekil 18 : Bulanık Mantık Sonuç Verisi	59
Şekil 19 : Bulanık Mantık Yapısı	60
Şekil 20 : Bulanık Mantık Sonuç Verisi	61

Tezin Başlığı: İkiz Açıklar Hipotezinin Matematiksel Analizi: Türkiye Örneği

Tezin Yazarı: Ünsal Ozan KAHRAMAN **Danışman:** Doç. Dr. Fuat SEKMEN

Kabul Tarihi: 02/06/2011

Sayfa Sayısı: vii(ön kısım)+ 69 (tez)

Anabilim Dalı: İktisat

Bu çalışma ikiz açıklar hipotezini ele almaktadır. Çalışmanın tezi, ikiz açıklar hipotezinin Türkiye Ekonomisi örneğinde geçerli olmadığı üzerinedir. Çalışmada klasik tahmin yöntemi, yapay sinir ağları ve bulanık mantık analizi kullanılmaktadır. Ampirik analizler çalışmanın tezini doğrulamaktadır. Mamafih çalışmada standart teoriye ait ikiz açıklar hipoteziyle ilgili lehte ve muhalif yaklaşımların iktisadi mantığını irdelemek suretiyle esnek bir bakış geliştirilmektedir. Bu bağlamda çalışma, ikiz açıklar hipotezinin Türkiye örneğinde geçerli olmadığını göstermenin yanı sıra iktisatçıların, iktisadi olgu ve olayları her ekonomide tüm zaman dilimleri ve koşullarda açıklayan tek bir mükemmel model arayışında olmak yerine analiz ettiği modellerin ve onların varsayımlarının hangi durumda geçerli olduğunu araştırmasının genel kabul gördüğüne işaret eder. Çalışma, bunun mantıksal bir uzantısı olarak, her somut ekonomi örneğinde ikiz açıklar analizi için anahtar değişken ve örgülerin araştırılması ve bu doğrultuda politika önerileri getirilmesini vurgular.

Anahtar Kelimeler: Standart İktisat Teorisi, Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık

Title of the Thesis: A Mathematical Analysis of the Twin Deficits Hypothesis: The Case of Turkey	
Author: Ünsal Ozan KAHRAMAN Supervisor: Assoc. Prof. Dr. M. Fuat SEKMEN	
Date: 02/06/2011	No. of pages: vii (pretext)+69(main body)
Department: Economics	
<p>This study researches the twin deficits hypothesis. The thesis of the study can be defined as ‘the twin deficits hypothesis isn’t valid in the case of Turkey.’ The classical estimation method, artificial neural networks and fuzzy logic models are employed in the study. The empirical analysis supports the thesis. Withal the study has a flexible standpoint as it analyses the logic of the pro and con approaches of the twin deficits hypothesis. In this sense it implies that an economist shouldn’t be in search of a perfect model which explains the economic facts and events for all countries, circumstances and periods. Instead he should investigate the conditions in which the model and its assumptions he analyses are valid. In this connection the study emphasizes that in any case study the key variables and patterns for the twin deficits hypothesis should be investigated and convenient policy recommendations should be made accordingly.</p>	
Keywords: Standard Economics Theory, Artificial Neural Networks, Fuzzy Logic	

GİRİŞ

Ekonomi literatüründe cari açık ve bütçe açığı arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çok farklı çalışmalar vardır. Bazı çalışmalar cari açıktan bütçe açığına doğru bir ilişki olduğunu anlatırken diğer bazı çalışmalar bütçe açığından cari açığa doğru bir ilişki olduğuna işaret etmektedir. Kimi çalışmalar da iki açık arasında ilişki olmadığını söylemektedir. Bu farklı yaklaşımlar bu çalışmanın konusu teşkil etmektedir. İktisatta tüm durumları en iyi anlatan tek bir ekonomik ya da ekonometrik model olmadığı gerçektir. Çok sayıda değişkenin birbiriyle etkileşimini incelemek bağlamında ‘ karmaşık’, bu etkileşimlerin zaman içinde değişmesi bağlamında ‘dinamik’ olan iktisat sahasında yapılan çalışmalar çok fazla dikkat ve sabır gerektirir. Böyle bir alanda tüm olgu ve olayları mükemmel açıklayan tek bir model arayışı içinde olmak anlamsızdır. Aksine her model, varsayımlarının gerçek yaşamda geçerli olduğu belli bir olgu veya olayı çok iyi anlatır. Bu nedenle iktisadi analiz yapılırken oldukça esnek ve genel bir bakış getirilir ve ele alınan meseleyi en iyi aydınlatan modeli bulma ya da oluşturma arayışı içinde çalışırsa iktisat literatürüne kendi içinde mantıksal tutarlılığı olan ve gerçek yaşamda doğrulanan katkılar getirilebilir. Bu anlayışla hazırlanmaya çalışılan bu tezde iki açık (bütçe açığı ve cari açık) arasındaki etkileşime genel ve esnek bir bakış getirmek amaçlanmıştır. Yani, standart teoriye ait ikiz açıklar hipotezi ‘doğrudur’ veya ‘yanlıştır’ ya da ‘bazı veriler üzerinden yapılan ekonometrik analizlere göre anlamlıdır’ veya ‘anlamsızdır’ gibi önermelere erişmek yerine hipotezin Türkiye örneğinde geçersiz olduğunu göstermek ve bunun mantığını ifade etmek seçilmiştir. Meseleyi bu şekilde ele almak, hem iki açık arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğunu iddia eden ikiz açıklar hipotezinin birçok durumda (birçok ekonomik matriste) iktisadi örgüyü doğru öngördüğünün ifade edilmesine hem de bazı şartlar altında iki açık arasında negatif yönlü bir ilişkiyi ortaya koyan çalışmaların doğrulanmasına imkan vermektedir.

Çalışmanın birinci bölümünde ikiz açıklar hipotezinin teorik ve ampirik zeminine değinilmektedir. Bu bölümde farklı yaklaşımlar, üzerine kurulu oldukları iktisadi mantığa vurgu yapılarak ele alınmaktadır. Meseleye bu şekilde yaklaşmak ikiz açıklar hipoteziyle ilgili analizde esneklik kazandırmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde ikiz açıklar hipotezi Türkiye örneği üzerinden klasik tahmin yöntemiyle analiz edilmektedir. Bu analizde ikiz açıklar hipotezi doğrulanmamaktadır.

Üçüncü bölümde ikiz açıklar hipotezi Türkiye örneği üzerinden yapay sinir ağları modelleriyle analiz edilmektedir. Bu analizde ikiz açıklar hipotezi doğrulanmamaktadır.

Dördüncü bölümde ikiz açıklar hipotezi Türkiye örneği üzerinden bulanık mantık modelleriyle analiz edilmektedir. Bu analizde ikiz açıklar hipotezi doğrulanmamaktadır.

Bütçe açığı ve cari açık arasındaki analitik örgü özgün yöntemlerle tartışıldıktan sonra çalışmanın sonuç bölümünde ikiz açıklar hipotezinin Türkiye örneğinde geçersiz olmasının belirleyicileri teoriye atıf yapılarak tartışılmaktadır.

Çalışmanın Amacı

Çalışmanın tezi, 'İkiz açıklar hipotezi Türkiye Ekonomisi örneğinde geçerli değildir.' veya 'İkiz açıklar hipotezi için gerekli koşullar Türkiye Ekonomisi örneğinde mevcut değildir.' diye ifade edilebilir. Burada amaç, ikiz açıklar hipotezinin Türkiye örneğinde geçerli olmadığını göstermenin yanı sıra iktisatçıların, iktisadi olgu ve olayları her ekonomide tüm zaman dilimleri ve koşullarda açıklayan tek bir mükemmel model arayışında olmak yerine analiz ettiği modellerin ve onların varsayımlarının hangi durumda geçerli olduğunu araştırmasının genel kabul gördüğüne işaret etmektir.

Çalışmanın Önemi

Çalışmanın ikiz açıklar hipotezine kapsayıcı ve esnek bir bakışla yaklaşmak, yapay sinir ağları ve bulanık mantık analizlerini ekonomik örgüye uygulamak, kullanılan dile ve meselelerin analitik örgüsüne özen göstermek bağlamında önemli olduğu düşünülmektedir.

Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada ikiz açıklar hipoteziyle ilgili lehte ve muhalif başlıca yaklaşımın iktisadi mantığı anlatılmaktadır. Daha sonra ikiz açıklar hipotezinin Türkiye örneği üzerinden geçersiz olduğu tezi özgün yöntemlerle doğrulanmaktadır. Sonuç kısmında teze

bütünlük sağlanmakta, ikiz açıklar hipotezinin Türkiye örneğinde geçersiz olmasının belirleyicileri teoriye atıf yapılarak tartışılmaktadır.

Çalışma, bütçe ve cari açık arasındaki ilişkinin karmaşık ve dinamik olduğuna işaret eder. Bu bağlamda her somut ekonomi örneğinde anahtar değişken ve örgülerin araştırılması ve bu doğrultuda politika önerileri getirilmesini vurgular.

BÖLÜM 1: TEORİ, İKTİSADİ MANTIK VE AMPİRİK LİTERATÜR

1.1. Bütçe Açığı

Bütçe açığı kamu otoritesinin belirli bir dönemde bütçe giderleri ile gelirleri arasındaki fark olarak tanımlanır. Kamu otoritesi için istenmeyen böyle bir durum ekonomik matriste de önemli etkiler bıraktığından sürekli tartışılır. Bu tartışmalar, özellikle sosyal refah devleti anlayışı ve uygulamasının gelişmesi ile ivme kazanmıştır. Öyle ki, kamu ekonomisi yönetimindeki bu yeni algı, ekonomik sistemlerde bütçe giderlerinin artmasında önemli bir belirleyici değişken olarak kabul edilir. Bütçe açığının eksojen (dışsal) karakterine işaret eden bu kabul üzerinde dikkatli durulmalıdır. Nitekim bütçe açığı başlı başına bir ekonomi politikası aracıdır ve tabii olarak endojen (içsel) bir kimliği de vardır. Böylece bütçe açığı, ekonomi politikası sorunsalını konu edinen ekonomi okullarının ayırt edici öncülleri ve önerileri çerçevesinde önem teşkil eder.

Ekonomik analiz yapılırken irdelenen bir olgunun kesin bir tanımının yapılmaması, farklı çalışmalarını karşılaştırabilme ve yorumlama olanağını zayıflatır ve bundan önemlisi, kavram ve mantık düzensizliğine neden olur. Mesela bütçe açığı terimini anlatan çok sayıda tanıma rastlanabilir. Yapılan analizde 'hangi bütçe açığının' ele alındığı ve bunun mantıksal gerekçesi yer almadığında çalışmanın etkinliğinin azalacağı açıktır. Çalışmaların bir kısmında birincil açık terimi geçer. Bu terim ile anlatılmak istenen, bütçe açığından faiz ödemelerinin farkıdır. Yani faiz ödemeleri gibi kamu otoritesinin bir kontrol değişkeni olmayan gider kalemi dışlanarak bütçenin görece denetlenebilen kısmına vurgu yapılır. Bir taraftan maliye politikasının yönüne işaret eden birincil açık diğer taraftan borçların sürdürülebilirliği hakkında bilgi verir. Öyle ki, birincil bütçe açığı varsa veya birincil bütçe fazlası faiz ödemelerini karşılamazsa borçlanmaya devam edilir ve borç stoku artar (Blejer ve Cheasty, 1991:1657). Borç stoku değişkeni ise çoğu kez bütçe açığı ile karıştırılır. Bütçe açığının aksine bir akım değişken değil stok değişken olan borç stoku da ekonomik analizde önem teşkil eder. Ancak bütçe açığı ve cari açık arasındaki etkileşimi konu edinen bir çalışmada borç stokunun ekonomik sistemdeki sonuçları bu ilişki çerçevesinde tartışılır.

Bu çalışmada kamu kesiminin toplam harcamaları ile olağan gelirleri arasındaki farka işaret eden geleneksel açık ele alınmaktadır. Bu açık kamunun finansman ihtiyacını belirlediğinden kamu kesimi borçlanma gereği (KKBG) diye de isimlendirilir. Bu geniş tanımda bütçe açığı tabirinden merkezi yönetim, yerel yönetimler, kamu iktisadi teşebbüsleri, fonlar, döner sermayeler ve sosyal güvenlik kuruluşlarının açıklarının toplamı anlaşılır.

Bütçe açığının ekonomik sistem üzerindeki etkileri irdelenmeden önce açığın belirleyicilerini tartışmak sistematik bakımından yararlıdır. Öyle ki, ekonomide bir olgunun belirleyicileri ile sonuçları sıklıkla karıştırılır. Bu yanlış değerlendirmelere çok sayıda değişkenin ele alınmasının yanı sıra nedensellik ilişkisi ve (bir nedensellik ilişkisi olmadan) birlikte ortaya çıkma durumunun ayırt edilmesinin güçlüğü neden olur.

1.2. Bütçe Açığının Belirleyicileri

Bütçe açığının önemli belirleyicileri bütçenin gider tarafındaki kalemlerde aranır. Mamafih kayıtdışı ekonomi gibi bütçe gelirlerini azaltmak suretiyle bütçe açığını teşvik eden faktörler de kimi kez önemli belirleyici halini alır.

Kamu harcamalarındaki artışa neden olan unsurlara değinmeden önce kamu harcamalarındaki artış ile bütçe açığı arasında çift yönlü ilişkiye işaret edilebilir. Artan kamu harcamaları bütçe açığını artırırken bütçe açığının da borç ve faiz ödemelerini-kamu harcamalarını teşvik ettiği bir sarmal, ekonomik matrisi şekillendirebilir. (Bu bağlamda bir önceki paragrafta işaret edilen yanlış değerlendirmelere neden olan faktörlere değişkenler arasında çift yönlü ilişkiyi eklemek yerinde olur.)

Ortalama yaşam süresinin uzaması, nüfus artış hızının ivme kazanması ve toplumsal yaşam standardının yükselmesi toplumun kamu otoritesinden talebini artırır (Saatçi, 2007: 91-101). Kamu ekonomisinde toplum ile otorite arasında piyasaya benzer bir arz-talep ilişkisi olmasa dahi anayasal iktisat, kamu mallarına talebin kamu mal arzında (kamu harcamasında) önemli bir belirleyici olduğuna işaret eder. Değişen toplumsal ve ekonomik yapıda gerek duyulan bir dizi hizmet (toplu taşıma, güvenlik gibi) ve altyapı yatırımlarını karşılamak durumunda olan devletin görevi bununla sınırlı kalmaz. Nihai makroekonomik hedeflerden biri olan gelir dağılımında makul bir adaleti sağlamak amacıyla yapılan transfer harcamaları da kamu harcamalarını etkiler. Bunun yanı sıra

devletin yüksek işsizlik dönemlerinde çıkış kapısı olarak görüldüğü dönemlerde devlete yapılan ek istihdamlar ekonomik analizde bir nevi transfer harcaması olarak kabul edilmelidir. Kamu gelirini azaltan unsurların başında ise ekonomik sisteme birçok olumsuz yansıması olan kayıtdışı ekonomi sayılır. Kayıtdışı ekonominin vergi gelirini düşüren doğrudan etkisinin yanında vergiye karşı direnci artırmak suretiyle vergi gelirini düşüren dolaylı etkisi gözden kaçmamalıdır. Bir diğer faktör olan durgunluk dönemlerinde milli gelirdeki azalma tabii olarak vergi gelirini düşürür. (Ancak daha önce değinildiği üzere çok sayıda değişkenin karşılıklı ve dinamik ilişkisini incelediğimiz ekonomik matriste bir olgunun, mesela durgunluğun belirleyicilerini ve sonuçlarını ortaya koymak güçtür. Durgunluk/milli gelir bütçe açığını etkiler. Bütçe açığı milli geliri etkiler. Durgunluk, enflasyon, döviz kuru ve dış ticaret gibi birçok değişkeni etkiler. Bu değişkenler ve bütçe açığı karşılıklı olarak birbirini etkiler. Bu sebeple esnek bir yaklaşım ve sistem anlayışı ekonomik analize yardımcı olur. Yani belli ekonomik olguları belli koşullar altında en iyi anlatan yaklaşım arayışında olurken bundan farklı yaklaşımların farklı olgular veya farklı koşullarda kullanışlı olduğu da unutulmamalıdır.)

1.3. Bütçe Açığı ve İkiz Açıklar Hipotezi

Bütçe açığının ekonomik matristeki yeri (diğer makroekonomik değişkenlere etkisi), hem ekonomi teorisi hem de ekonomi politikası için önem teşkil eder. Zira bütçe açığı birçok değişken ile etkileşir ya da etkileşip etkileşmediği analiz edilir. Bu değişkenlerin belirlendiği kanalları anlatan farklı ekonomik modeller ve senaryolarda çoğu kez anahtar konum teşkil eder.

Amerika Birleşik Devletlerinde yüksek bütçe açığının yüksek cari açığa eşlik ettiği 1980'li yıllarda ileri sürülen ikiz açıklar hipotezi, ekonomi literatüründe çok çalışılan, tartışılan ve içinde geniş ölçekte uzlaşmaya varılamayan meselelerden biridir. (Bütçe açığı denilen makro büyüklük kamu otoritesi aktörünün bir durumunu anlatır, yani bu aktörü betimler. Bütçe açığı gibi, gider kaleminin gelir kaleminden büyük olduğuna işaret eden cari açık veya cari işlemler açığı ise ülke sınırları içindeki devlet dahil tüm yerleşiklerin bir durumunu anlatır, yani bu aktörler bütünü betimler.) Birçok teorisyen bütçe açığı ile cari açık arasında anlamlı-makul bir ilişki olduğunu savunur (Makin, 2002: 94). Bu tür bir ilişkiye işaret eden farklı yaklaşımların tümü ikiz açıklar hipotezi

başlığı altında toplanabilir. Ancak hipotezin orijininin bütçe açığından cari açığa doğru bir ilişki olduğu açıktır (Bugün ikiz açıklar hipotezi, cari açıktan bütçe açığına doğru veya iki açık arasında karşılıklı bir ilişkiyi de içerir). Tabii ki bu mesele de diğer birçok mesele gibi iktisat okulları arasındaki tartışmaların uzantısı olarak değerlendirilir. Her okul, ekonomik sistemi anlamlandırdıkları ekonomik matriste devletin aldığı role göre iki açık arasındaki ilişkiyi veya ilişkisizliği yorumlamıştır.

İkiz açıklar deyimi yanlış algılamalara açıktır. Keza ikiz açıklar öncelikle bütçe açığına cari açığın eşlik ettiği durumu ifade eder. Ancak, çoğu ekonomide sıklıkla bu durum gözlemlendiğinden çok popüler olan ikiz açıklar deyimi, ikiz açıklar hipotezi ile iç içe geçmiştir ve bir nevi, bütçe açığı ile cari açık arasında anlamlı bir ilişki olduğuna işaret eden yaklaşımlar bütünü veya teorisi diye anlamlandırılan ikiz açıklar hipotezi ile eş anlamlıdır. Bu tezde ikiz açıklar hipotezi irdelenmektedir ve ikiz açıklar deyimi, değinildiği üzere, bazı kısımlarda bu hipotezin yerine kullanılmaktadır.

İkiz açıklar hipotezi çok irdelenen bir iktisadi meseledir. Bunun bir sebebi iktisat politikası ile ilişkilidir. Keza izlenen maliye politikası sonucu ortaya çıkan bütçe açığı cari açığı artıran bir etkiye sahip ise daha ihtiyatlı program izleme gereği doğar. Çünkü cari açık sıklıkla başta ekonomi yönetimi olmak üzere birçok ekonomik aktör tarafından önemli bir sorun olarak algılanır. Ancak bu sorun tartışmalı ve dinamik bir konudur. Cari açığın her durumda olumsuz değerlendirildiğini söylemek yanlış bir söylemdir. Özellikle kalkınma veya büyüme odaklı düşünüldüğünde bu yanlış söylem belirgin biçimde ortaya çıkar. Dış dünyadan borçlanan bir ülke ekonomisinin -risk ve eksik rekabet doğurucu faktörler dışarıda bırakıldığında- yeni yatırımlar için dünyanın geri kalan kısmından daha elverişli olduğu (bu ekonomiye yapılan yatırımların beklenen getirisinin diğer ekonomilere yapılan yatırımlarından daha yüksek olduğu) söylenebilir. Böyle bir matris, ödünç aldığı kaynakları yatırıma dönüştüren bir ülke ekonomisinin uzun dönemde yeni yatırımlardan elde ettiği getirinin aldığı borç ve ödediği faizi aşacağına işaret eder. Mamafih, cari açığın yatırımların finansmanından ziyade tüketimden kaynaklandığı durumda ülke ekonomisinin borç ödeme kapasitesi her dönem bir öncekine nazaran azalır. Küresel ekonomik sistemde mal, para ve finansal varlık alışverişi 'tüm borçlar ileride bir gün ödenir' aksiyomuna dayanır. Yani bir ekonominin sonsuza dek borçlanamayacağı bu sistemde borç ödeme kapasitesi düşen,

borcun faizini yeni borçlar ile karşılayan ve bu yüzden her dönem bir öncekinden daha yüksek faiz ödemek zorunda kalan ekonomi finansal ve reel krize yakalanır.

1.4. Teori

İkiz açıklar hipotezinin formel yapısı milli gelir denklemi/özdeşliği ile gösterilir (Salvatore, 2006: 702). Bu özdeşlik ekonomik sistemin resmini açık bir şekilde ortaya koyar. Ancak ikiz açıklar hipotezini milli gelir özdeşliği ile göstermek çoğu kez yanlış algılama ve anlatıma neden olur. Öyle ki, özdeşlik mevcut olan ve olması gereken eşitliği anlatır. Yani bir nevi iktisadi okullaşmadan ve görüş ayrımlarından bağımsızdır. Asıl görüş farklılaşması veya okullaşma özdeşlikteki değişkenlerin dolaylı ilişkilerinin ele alınmasıyla başlar.

$$Y = C + I + G + (X - M)$$

Denklemin her iki tarafından T (vergi) çıkarılırsa eşitlik değişmez.

$$Y - T = C + I + G - T + (X - M)$$

$$Y - T - C = I + G - T + (X - M)$$

Y-T, harcanabilir gelirdir ve Y-T-C, harcanabilir gelirin harcanmayan kısmını-özel sektör tasarrufunu (SP) gösterir.

$$SP = I + G - T + (X - M)$$

$$SP + T - G = I + (X - M)$$

T-G, vergi gelirlerinin hükümet harcamasını aşan kısımdır ve kamu kesimi tasarrufunu (SG) gösterir.

$$SP + SG = I + (X - M)$$

(X-M), ihracatın ithalatı aşan kısımdır ve ticaret dengesini (cari işlemler dengesi en önemli kalemi olan ticaret dengesi ile eş tutulursa) ve cari işlemler dengesini gösterir.

$$SP + SG + M - X = I$$

M-X, cari işlemler dengesinin negatifi, dış alemin tasarrufunu (SF) gösterir.

$$SP + SG + SF = I$$

Özdeşliğin mantığı, gelirin harcanmayarak tasarruf edilen kısmının (toplam talebin çıktıya eşitlendi denge gereği) yatırıma eşit olmasına işaret eder. Bu sezgi, hükümet ve dış alem yok iken $SP=I$, hükümetin olduğu kapalı ekonomide $SP+SG=I$ ve hükümetin olduğu açık ekonomide $SP+SG+SF=I$ diye algılanır.

SG 'deki düşüş, diğer her şey sabit iken, SF 'de aynı miktarda artış gerektirir. Yani bütçe açığı (SG 'nin negatifi diye ifade edilebilen BA) artarken, cari açığın (SF ile özdeş olan CA 'nın) aynı miktarda artması beklenir. Ancak ekonomik sistemde 'diğer her şey' genellikle sabit değildir ve BA 'nın CA veya CA 'nın BA üzerindeki etkisini belirleyen birçok faktör vardır. Daha önce söylenildiği üzere milli gelir özdeşliğini ex-post-olması gereken durum diye algılamak büyük resmi etraflıca görebilmek için esas teşkil eder.

Bütçe ve cari açık arasındaki ilişki hakkında iki ana akım yaklaşımdan bahsedilebilir. Bunlar arasında geleneksel diye tabir edilen yaklaşım Mundell-Fleming Modeli üzerine kuruludur ve ikiz açıklar hipotezi için başlıca zemini teşkil eder. Diğeri, hipoteze muhalif diye nitelendirilen Ricardocu Eşdeğerlik Hipotezidir. Bu ana akımları destekleyen veya onlara karşı çıkan yeni yaklaşımlar ve söylemler literatürde yeni sınıf niteliği taşımasa dahi ekonomistlerin ekonomik sistemi bütüncül olarak algılamasını sağlar.

1.4.1. Geleneksel Yaklaşım

Mundell-Fleming Modeli, kısa dönemde bütçe açığı ve cari açık arasındaki dinamik ilişkiyi analiz etmek için kullanılabilir (Mundell, 1960). Bu analizde mal, para ve döviz piyasası dengesi i - Y düzleminde analiz edilir. Sabit kur sisteminin uygulandığı bir örnekte bütçe açığı ya da ondaki artış IS eğrisini sağa kaydırır. Bunun sonuçları sermaye akışkanlığının derecesi ile ilgilidir. Sermayenin tam akışkan olduğu bir durumda IS eğrisinin sağa kayması sonucunda para piyasasında yükselen faizler ulusal para ve ulusal para cinsinden tanımlanmış varlıklara talebi artırır ve bu talep artışı kur sabit olduğundan MB 'nin para arzını artırması ile karşılanır. Böylece LM eğrisi 'dünya faiz haddi' ile yurtiçi faiz haddinin eşitlendiği (IS ve BP 'nin kesiştiği) i - Y düzeyine intibak eder (Ünsal, 2005: 642). Çıktı düzeyi artar ve yurtiçi faiz haddi değişmez. Milli gelir/çıktı artarken ithalat ve cari açık da artar. Sonuçta sermayenin tam akışkan olduğu bir ülkede bütçe açığı veya ondaki artış 'tam etkin' işler ve çıkıyı/hasılayı artırmak suretiyle cari açığı artırır (Fleming, 1962: 370-371).

Bütçe açığı, sabit kur sisteminin uygulandığı ekonomide sermaye akışkanlığının gayrı mükemmel olduğu bir durumda daha farklı sonuç verebilmektedir. BP eğrisinin (hasıla ve ithalattaki artışın ödemeler dengesi için daha yüksek faiz haddi gerektirmesi nedeniyle) pozitif eğimli olduğu bu analizde bütçe açığındaki artış denge faiz haddini yükseltir ve yatırımların bir kısmı dışlar. Böylece hasıla, sermayenin tam akışkan olduğu duruma göre daha az artar. Bu da ithalatın ve cari açığın daha az artacağı anlamına gelir. Benzer şekilde, sermaye akışkanlığının derecesi azaldıkça denge faiz haddinin daha yüksek, çıktı düzeyinin ise daha az çıkması beklenir.

Esnek kur sisteminin uygulandığı bir örnekte bütçe açığının sonuçları sabit kur sistemindeki gibi sermaye akışkanlığının derecesi ile ilgilidir. Sermayenin tam akışkan olduğu bir durumda (bütçe açığındaki artışın IS eğrisini sağa kaydırması sonucunda) yükselen yurtiçi faiz haddi ulusal para ve ulusal para cinsinden varlıklara talebi artırır ve böylece nominal ve reel döviz kuru düşer. Böylece IS eğrisi, 'dünya faiz haddi' ile yurtiçi faiz haddinin eşitlendiği (LM ve BP'nin kesiştiği) i-Y düzeyine intibak eder (Ünsal, 2005: 662). Çıktı düzeyi ve faiz haddi değişmez. Ancak kur düştüğünden ihracat azalır ve ithalat artar. Bütçe açığındaki artış bu durumda (hasılayı artırmak suretiyle değil) döviz kurunu düşürmek suretiyle cari açığı artırır (Mundell, 1968: 254) Bu etkileşim mekanizması 'Feldstein Zinciri' diye bilinir (Feldstein, 1986: 2-3).

Bütçe açığı, esnek kur sisteminin uygulandığı ekonomide sermaye akışkanlığının gayrı mükemmel olduğu bir durumda daha farklı sonuç verebilmektedir. BP eğrisinin pozitif eğimli olduğu bu analizde bütçe açığındaki artış sonucunda yükselen yurtiçi faiz haddi nominal ve reel döviz kurunu düşürürken BP eğrisinin konumunu da değiştirir. Ödemeler dengesinin faiz haddine duyarlılığı para talebininkinden daha düşük (BP eğrisi LM eğrisinden daha yatık) ise hasıladaki artışın ithalat üzerindeki etkisi, yurtiçi faiz haddindeki yükselişin sermaye hesabı (ulusal para ve ulusal para cinsinden varlıklara talep) üzerindeki etkisinden daha büyük çıkar ve FE sola kayar. IS eğrisi, döviz kuru düşerken, para ve döviz piyasalarında dengenin sağlandığı (LM ve BP'nin kesiştiği) i-Y düzeyine intibak eder. Çıktı düzeyi ve faiz haddi artar; döviz kuru düşer. Bütçe açığındaki artış bu durumda hem hasılayı artırmak hem de döviz kurunu düşürmek suretiyle cari açığı artırır.

Ödemeler dengesinin faiz haddine duyarlılığı para talebininkinden daha yüksek (BP eğrisi LM eğrisinden daha dik) ise hasıladaki artışın ithalat üzerindeki etkisi, yurtiçi faiz haddindeki yükselişin sermaye hesabı (ulusal para ve ulusal para cinsinden varlıklara talep) üzerindeki etkisinden daha küçük çıkar ve FE sağa kayar. IS eğrisi, döviz kuru yükselirken, para ve döviz piyasalarında dengenin sağlandığı (LM ve BP'nin kesiştiği) i - Y düzeyine intibak eder. Çıktı düzeyi ve faiz haddi bir önceki duruma göre daha çok artar; döviz kuru yükselir. Bu örnekte bütçe açığındaki artışın cari açık üzerinde farklı yönde iki -hasılayı artırmak suretiyle cari açığı yükseltici ve döviz kurunu yükseltmek suretiyle cari açığı düşürücü- etkisi ortaya çıkar. Hasıla etkisinin baskın olduğu varsayımı altında bütçe açığı cari açığı artırmaktadır.

1.4.2. Ricardocu Eşdeğerlik Hipotezi

Barro'nun ortaya koyduğu Ricardocu Eşdeğerlik Hipotezi, ikiz açıklar hipotezinin başlıca zeminini hazırlayan geleneksel yaklaşımın aksine sonuç vermektedir (Barro, 1974: 1095-1117). Bu yaklaşıma göre bütçe açığındaki artış, özel sektör tasarrufunda bir artışa yol açar. Bu anlayıştaki iktisadi örgü, zamanlar arası seçimle ilgilidir. Bireyler daha sonraki nesillerle yaptıkları transferler yoluyla bağlıdır ve farklı nesiller tek nesilmiş gibi hareket etmektedir. Kamu otoritesinin bütçe açığının gelecek dönemde alınacak daha yüksek vergilerle giderileceğini bekleyen ekonomik birimler tasarrufunu artırır. Yani bütçe açığı artarken (kamu tasarrufu düşerken) ulusal tasarruf değişmez. Böylece yurtiçi faiz haddi, döviz kuru, hasıla ve cari açıkta bir değişme ortaya çıkmaz (Seater, 1993: 90-142). Mesela verginin düşürülmesi gibi bir politika sonucu ortaya çıkan bütçe açığının özel sektör tasarrufunu kendisi kadar arttırdığı klasik bir örnekte toplam talep değişmez (Sachs ve Lorraine, 1993: 201). Yaklaşımı bu sonuca götüren önemli varsayımlar şunlardır: Tüketiciler rasyonel ve tam bilgiye sahiptir. Vergiler götürü usüldedir, yani piyasadaki görece fiyat sistemini değiştirmez. Kamu ve özel sektörün yaşam devreleri aynı uzunluktadır. Vergileme farklı marjinal tüketim eğilimine sahip aileler arasında gelirin yeniden dağılımına neden olmaz (Bernheim, 1989: 63). Varsayımları ile birlikte içsel tutarlılığı açık olan REH'in gerçek dünyayı açıklama niteliği tartışmalıdır. Öyle ki yaklaşımın varsayımları çok sınırlayıcıdır. Gerçek dünyada vergilerin çoğu götürü usulde değildir, vergi haddinin/gelirinin değişimi genellikle

gelirin yeniden dağılımını gerektirir ve bireylerin rasyonelliği ve bilgisi iktisadi düşünce literatüründe tartışmalıdır.

1.4.3. Yeni Yaklaşımlar

Bütçe ve cari açık arasındaki ilişkiyi belirleyen çok sayıda faktörün varlığı ve bunlar arasındaki dinamik örgü, ikiz açıklar hipotezi hakkında çok sayıda yeni yaklaşımın literatüre girmesine neden olmuştur. Yeni yaklaşımlar, iktisatçıların gerçek ve karmaşık dünyayı algılamasına yardımcı olan birçok farklı varsayım içerir. Her yaklaşım, varsayımlarının gerçek dünya ile örtüştüğü derecede belli ekonomileri/ekonomik durumları açıklamada başarılıdır (Daha önce değinildiği üzere her yaklaşımın her durumu açıklayabilmesi beklenemez).

Baxter'ın 1995 tarihli çalışması, REH'in (bütçe açığının özel sektör tasarrufunu artıracağına işaret eden) önemli vurgusunu içermesine rağmen sonuçları itibariyle geleneksel yaklaşımı destekler. Çünkü Baxter analitik örgüye 'sermayenin verimliği' kategorisini ekler ve Baxter'ın analizinde bu özellik belirleyicidir. Baxter'a göre, hükümet harcamalarındaki artıştan kaynaklanan bütçe açığı, ekonomik birimlerin hükümetin gelecek dönemde vergileri artıracağını beklemesi nedeniyle özel sektör tasarrufunun artmasına neden olur. Ancak özel sektör tasarrufu REH'in öngörüsünün aksine (daha az harcama yapmak yerine) harcamaları sabit tutup daha çok çalışarak (geliri artırarak) sağlanır. Daha çok emeğin üretim sürecine girmesiyle sermayenin marjinal verimliği artar. Sermayenin verimliğindeki artış ise özel sektörü daha fazla yatırım yapmaya teşvik eder. Milli gelir denkleminde elde edilen ve ekonomiyi ex-post özetleyen ' $SP+SG+M-X=I$ ' yatırım-tasarruf özdeşliği, artan yatırım ve bütçe fazlası toplamının artan özel sektör tasarrufundan fazla olması durumunda cari açığın artacağına işaret eder (Baxter: 1995). Böylece Baxter'ın analizi, REH'in önemli varsayımını içermesine rağmen bütçe açığının cari açığı artıracağına dair geleneksel yaklaşımı destekleyen sonuca ulaşır.

Cavallo'nun 2005 tarihli çalışması, bütçe açığı ve cari açık arasındaki ilişkiye yaklaşma biçimi itibariyle farklı ve özeldir. Cavallo, bütçe açığı ve cari açık arasında nedensellik ilişkisi yerine beraber ortaya çıkma-biraradalık ilişkisini ele alır. Yani diğer değişkenlerden biri değiştiğinde bütçe açığı ve cari açığın (birbirleri arasında bir nedensellik ilişkisine bakmadan) değişim yönünü analiz eder. Cavallo, hasılayı 'diğer

değişken' olarak (hasıladaki dalgalanmaları) kullandığı analizinde ekonomik büyümeyi uyaran bir (burada ekonomideki tüm üretim faktörlerinin ortalama verimliliği diye algılanabilen) üretkenlik artışı ortaya çıktığında özel sektörün (verimlilik artışının avantajından yararlanmak amacı ile) yatırımlarını artıracaklarını öngörür. Bu durumda (özel sektör tasarrufunun hasıladaki artışa duyarlılığı yatırımından daha az olduğu varsayımı altında) yatırımlardaki artış özel sektör tasarrufunu aşar ve böylece cari açık artar. Bütçe dengesi açısından meseleye bakıldığında hasıla artarken vergi gelirinin artacağı, işsizlik yardımları gibi hükümet harcamalarının ise düşeceği söylenebilir. Dolayısıyla bütçe fazlası artar (Cavallo, 2005a). Yani Cavallo'nun analizinde cari açık ve bütçe açığı geleneksel yaklaşımın aksine ters yönde hareket eder.

Geleneksel yaklaşım/Mundell-Fleming Modeli statiktir ve bireysel optimizasyon davranışı gibi mikro temeller içermez (YE, 2007:9). Esnek veya katı fiyat sistemlerinin getirdiği sonuçları içeren dinamik örgüler ya da bireylerin yaşam süresi beklentilerinin hesaba katıldığı modeller bu bağlamda geleneksel yaklaşım ve REH'ten daha kapsamlı sonuç verebilmektedir. Frenkel ve Razin, esnek fiyat sisteminin olduğu iki ülkeli genel denge modeli geliştirir ve her bireyin ortalama bir yaşam süresine sahip olduğunu varsayar. Bu analizde bütçe açığı, ortalama yaşam süresi beklentisine sahip hane halkının tasarruflarını doğrudan etkilemez (artırmaz). Böylece bütçe açığı toplam talebi, hasılayı, faiz haddini ve döviz kurunu yükseltir. Buraya kadar ortaya çıkan resim, bütçe açığının cari açığı artıracak yönündedir. Ancak daha önceki dönemlerin biriken bütçe açıkları, özel sektör tasarruflarının artmasında önemli bir belirleyicidir. Bu anlamda bütçe açığının özel sektör tasarrufları üzerinde dolaylı bir etkisinden bahsedilmektedir. Bu nedenle bütçe açığının cari açık üzerindeki etkisi belirsiz kalmaktadır (Frenkel ve Razin,1986: 564-594).

Geleneksel yaklaşımın iktisadi örgüsünde bütçe açığındaki artış yurtiçi faiz haddini yükseltir. Böylece ulusal para ve ulusal para cinsinden varlıklara talep artar; döviz kuru yükselir. Sonuçta ihracat azalır, ithalat artar; cari açık artar. Ancak çoğu iktisadi matriste bu zincir en azından kısa dönemde sorunsuz işlemez. Çünkü dış ticarete konu olan birçok mal ve hizmetin talebinin fiyat esnekliği iktisadi modellerde gösterilen değerlerden çok küçüktür. Literatürde ihracat ve ithalat için fiyat esnekliği 1,5 değerinde bir üst sınıra kadar ulaşır ve bu değer, sonuçları olduğundan çok daha büyük

gösterebilir (Erceg ve diğ., 2005: 364-365). Ayrıca ekonomik birimlerin hükümet politikası hakkında tam bilgiye sahip olmadığı düşünüldüğünde bütçe açığının cari açık üzerindeki etkisinin daha da küçüleceği açıktır. Erceg, Guerrieri ve Gust'ın 2005 tarihli çalışmasında düşük fiyat esnekliği ve eksik bilgi varsayımlarını içeren modeli, GDP'nin %5'i kadar bütçe açığının cari açığı GDP'nin %1'inden daha az artırdığı sonucuna ulaşır (Erceg ve diğ., 2005: 366). Bütçe açığındaki artışın etkileri araştırılırken bütçe harcamalarının, daha doğrusu, bütçe açığını artıran harcamaların bileşimi de bazı durumlarda açıklayıcı olmaktadır (Cavallo, 2005a). Cavallo, hükümet harcamalarında beklenmeyen bir artışın dinamik etkilerini ele aldığı çalışmasında bütçeyi nihai mallar için yapılan harcama ve hükümetin istihdam ettiği emeğe ödediği ücret diye sınıflandırır. Cavallo'ya göre, ikinci kategoriden kaynaklanan bütçe açığının cari açık üzerinde doğrudan hiçbir etkisi yoktur. Çünkü bu harcamalar dış ticarete konu değildir, dolayısıyla yurtiçi harcamaları milli gelirin üstüne taşımaz. Ancak çok küçük de olsa bir dolaylı etkiden bahsedilebilir. Öyle ki, bu harcamalar milli geliri, özel sektör tüketimi ve yatırımını artırmak suretiyle cari açığı artırabilir (Cavallo, 2005b:2).

Corsetti ve Müller, 2006 tarihli makalesinde ikiz açıklar hipotezi hakkındaki teorik literatüre önemli katkı yapar. Bunlara göre, bütçe açığının cari açığı artırdığını savunan geleneksel yaklaşımın iktisadi örgüsünü iki mekanizma dışlar. Birincisi, bütçe açığındaki artışın özel sektör tasarrufunu artırdığı ve ulusal tasarrufun veya cari açığın değişmediği (REH'in işaret ettiği) mekanizmadır. Diğeri, bütçe açığındaki artışın yurtiçi faizleri artırırken yatırımları dışladığı ve azalan yatırımların cari açıktaki artışı azalttığı mekanizmadır (Cari açık, daha önce değinildiği üzere, yatırımların ulusal tasarrufla karşılanmayan kısmıdır.). İkiz açıklar hipotezi, bu iki mekanizmanın etkisinin ana örgününkünden (geleneksel yaklaşıminkinden) küçük olduğu varsayımı altında kabul edilir. Ancak Corsetti ve Müller, iktisadi resme başka bir açıdan bakarak iki yeni yaklaşım geliştirir. Bunlara göre, bütçe açığı ile beraber artan yurtiçi faiz haddinin yatırımlar (ve dolayısıyla cari açık) üzerindeki dışlayıcı etkisinin ikiz açıklar hipotezinin geçerliğine dair nasıl bir sonuç vereceğini belirleyen faktörler, ekonominin dışa açıklık derecesi ve mali politikanın/şokun sürekliliğidir. Bütçe açığı artarken (döviz kurunun düşmesi veya yurtiçi mallara yönelik talebin artması sonucu) yurtiçinde üretilen malların diğeri ülkelerde üretilen mallara göre pahalılaşacağı ve dış ticaret haddinin yükseleceği söylenebilir. Bu durum, yurtiçinde yapılacak yatırımların beklenen

getirisini ve (yatırımlardan elde edilecek hasılanın beklenen fiyatındaki değişimin yatırım malının fiyatındaki değişimden büyük olduğu varsayımı altında) yatırımları artırır. Böylece bütçe açığı artarken yükselen yurtiçi faiz haddinin yatırımlar (ve dolayısıyla cari açık) üzerindeki dışlayıcı etkisi ortadan kalkabilir. Bu özellik, ülke ekonomisinin dışa açıklık derecesi yükseldikçe belirginleşir. Çünkü ülke ekonomisi dışa açıldıkça hem bütçe açığının yurtiçi faiz üzerindeki etkisi zayıflar hem de artan dış ticaret haddinin yatırımların beklenen reel getirisi üzerindeki etkisi artar (Cosetti ve Müller, 2006: 601). Ayrıca mali politikanın/şokun sürekliliği de dışa açıklık derecesi gibi belirleyici olabilir. Öyle ki, bütçe açığı ile ilgili mali politikanın sürekliliği artıkça dış ticaret haddindeki değişim daha kalıcı hale gelmektedir. Böylece ülke ekonomisinin dışa açıklık derecesinin yüksek olduğu ve/veya hükümetin sürekli bütçe açığı politikası uyguladığı durumlarda ikiz açıklar hipotezinin geçerliliği, yükselen yurtiçi faiz haddinin yatırımlar ve (dolayısıyla cari açık) üzerindeki dışlayıcı etkisi ortadan kalkabileceğinden artar.

Bu analizde bütçe açığı artarken nominal döviz kuru artmasa dahi dış ticaret haddinin değişebileceğini görmek gerekir. Öyle ki, bütçenin daha çok yurtiçinde üretilen mallara yönelik olduğu düşünüldüğünde bütçe açığı artarken dış ticaret haddinin artacağı söylenebilir.

Bütçe ve cari açık arasındaki ilişki karmaşık ve dinamiktir. Bu yüzden her somut ekonomi örneğinde hangi belirleyicinin anahtar teşkil ettiği araştırılmalı ve bu doğrultuda politika önerileri getirilmelidir.

1.5. Ampirik Literatür

İstatistiksel, matematiksel ve ekonometrik yöntemler geliştikçe iktisadi meselelerin ampirik literatürü, kapsadığı hacim bakımından (ve belki de atfedilen önem bakımından) teorinin önüne geçmektedir. Tabi ki bu durum, iktisadi modellerin, varsayımların ve örgülerin gerçek dünya verileriyle test edilmesi ve doğrulanması ihtiyacının artmasının yanı sıra çok hızlı ilerleyen teknolojinin getirdikleriyle ilgilidir.

İkiz açıklar hipotezi hakkında yapılan ilk çalışmaların önemli kısmı ABD ve diğer gelişmiş ekonomileri ele alır. Bunlar arasında Milne (1977), Darrat (1988), Abel (1990), Bachmann (1992), Feldstein (1992), Normandin (1994) ve Bahmani-Oskooee (1995)

geleneksel görüşü destekleyen sonuçlar bulurken, Müller ve Rusek (1989), Haug (1990), Enders ve Lee (1990), Winner (1993), Normandin (1994)'in çalışmaları REH'i doğrular. Normandin (1994)'in çalışması iki farklı sonucu birlikte içermesiyle diğerlerinden ayrılır: Çalışma, ABD örneğinde REH'i, Kanada örneğinde ise geleneksel görüşü destekler.

Normandin (1999)'e göre, ikiz açıklar hipotezinin ampirik değerlendirilmesini zorlaştıran birkaç problem vardır. Öncelikle değişkenlerin indirgenmiş formları yapay bir nedensellik verebilmektedir (Normandin, 1999: 173). Ayrıca REH'in yanlışlandığı çalışmalar bütçe ve cari açık arasındaki ilişki hakkında sayısal bir tahmin içermez, yalnızca hükümetin vergileme zamanını değiştirerek cari açığı etkileyebildiğine işaret eder. Bu anlamda REH'i gerçek dünyayı iyi açıklayan veya açıklaması gereken bir yaklaşım olarak kabul etmek yerine analize yardımcı teorik bir alet olarak algılamak gerekir. Normandin, bütçe açığı ile cari açık arasındaki nedensellik ilişkisini incelediği 1999 tarihli çalışmasında Blanchard modelini kullanır. Analizde vergi indiriminden kaynaklanan bütçe açığının ortaya çıktığı hipotetik durum ele alınır. Çalışmanın sonuçlarına göre bütçe açığının stokastik özellikleri belirleyici olmaktadır. Mesela vergi yükünün gelecek nesillere kolayca aktarılabilirdiği durumda bütçe açığındaki artışın özel sektör tüketimi ve cari açık üzerindeki etkisinin daha büyük olması beklenir. Ayrıca bütçe açığının sürekliliği de önem kazanmaktadır. Uzun dönemler boyunca devam eden bütçe açıkları, gelecek dönemde de (vergi yükünün artırılması yerine tekrar) bütçe açığı verileceği beklentisini güçlendirdiğinden tüketimi ve cari açığı artırır. Normandin'e göre, bütçe açığındaki 1 \$'lık artış, cari açığı Amerika'da 0,22\$ ve 0,98\$ arasında Kanada'da ise 0,19\$ ve 0,67\$ arasında artırır (Normandin, 1999: 174). Çalışmada istatistiksel olarak anlamlı çıkan bu değerler, ikiz açıklar hipotezini desteklemektedir.

Fidrmuc, 2003 tarihli çalışmasında OECD ülkeleri ve bazı gelişmekte olan ekonomilerin 1970 ve 2001 yılları arasındaki üç aylık verilerini içeren çok geniş bir örnekleme kullanır. Fidrmuc'a göre daha önce yapılan karşılaştırmalı analizler yıllık veriler üzerine kuruludur. Bu bağlamda bu çalışmanın önemli bir katkısı parametrelerin kararlılığı ve durağanlığı ile ilgilidir (Fidrmuc, 2003: 135-136). Fidrmuc, cari açığı belirleyen değişkenler arasında yatırıma da yer verir. Çalışmada bütçe açığı ve cari açığın büyük ölçüde yatırımlar üzerinden karşılıklı bir etkileşim içinde olduğu

gösterilmektedir. Analiz, açıklar arasındaki ilişkinin 1990'dan sonra zayıfladığına işaret etmesine rağmen ikiz açıklar hipotezini büyük ölçüde destekler.

Corsetti ve Müller, 2006 tarihli çalışmasında ABD, UK, Kanada ve Avustralya için (1979'un ilk çeyreğinden ABD için 2005'in 3. çeyreğine, UK ve Kanada için 2005'in 2. çeyreğine ve Avustralya için 2004'ün 2. çeyreğine uzanan veri seti kullanarak) bir analiz yapar. (Bunlara göre, daha önce değinildiği üzere, bütçe açığının cari açık üzerindeki etkisinin derecesini ve yönünü ülkenin dışa açıklığı ve mali şokların sürekliliği belirler.) Vektör otoregresyon modelini kullandıkları ampirik uygulamanın sonuçları teorilerini destekler. Kanada ve UK'ya göre dışa açıklık derecesi ve mali politikanın/şokun sürekliliğinin düşük olduğu ABD ve Avustralya'da bütçe açığının cari açık üzerindeki etkisi sınırlı kalmaktadır (Corsetti ve Müller, 2006: 633).

Salvatore, 2006 tarihli çalışmasında G-7 ülkelerinin son 30 yıllık dönemdeki verilerini kullanarak bir regresyon analizi yapar. Salvatore'ye göre, bütçe açığındaki artış yurtiçi faiz haddini artırır. Böylece ulusal para ve ulusal para cinsinden varlıklara talep artar ve döviz kuru düşer. Bu durumda ithalat artar ve ihracat azalır; cari açık artar. Çalışmada ikiz açıklar hipoteziyle ilgili geleneksel yaklaşımın iktisadi örgüsünü ifade eden bu açıklama ampirik olarak doğrulanmaktadır. Ancak bütçe açığındaki artış cari açık üzerinde bir veya daha fazla yıl gecikmeyle etki göstermektedir (Salvatore, 2006: 711).

Bagnai, 2006 tarihli çalışmasında 22 OECD ülkesinin 1960-2005 arasındaki verilerini kullanarak bir analiz yapar. Çalışmada yapısal bir kırılmanın sonuçlarını içeren bir model kurgulanmaya çalışılmıştır. Bagnai'ye göre, böyle bir model uzun dönem için daha güvenilir bulgular sunar. Çalışmanın ampirik sonuçları, Portekiz, Avusturya ve Hollanda hariç tüm OECD ülkelerinde bütçe açığının cari açık üzerinde önemli bir belirleyici olduğunu destekler. Portekiz örneğinde değişkenler arasında bir koentegrasyon bulunamamaktadır. Avusturya ve Hollanda örneklerinde ise bütçe açığının cari açık üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir (Bagnai, 2006: 152).

Samadi, 2006 tarihli çalışmasında ikiz açıklar hipotezini test etmek amacıyla bazı MENA ülkelerinin 1971-2000 (İran'ın ise 1959-2003) arasındaki verilerini ele alarak bir analiz yapar. Çalışmada kullanılan Johansen koentegrasyon testi, ECM ve Granger nedensellik testinin sonuçları, İran, Ürdür, Kuveyt, Fas, Umman ve Tunus için REH'i;

Mısır, Bahreyn, Umman ve Türkiye için geleneksel yaklaşımı destekler. Ancak Mısır örneğinde bütçe açığından cari açığa doğru bir nedensellik bulunurken Bahreyn, Umman ve Türkiye örneklerinde cari açıktan bütçe açığına doğru bir nedensellik ortaya çıkmaktadır (Samadi, 2006: 138).

Chowdhury ve Saleh, 2007 tarihli çalışmasında Sri Lanka ekonomisinin 1970-2005 arasındaki verileri üzerinden bir analiz yapar. ARDL modelinin kullanıldığı çalışma, dışa açıklık değişkeninin içerdiğinden önem kazanır. Modelin ampirik sonuçları geleneksel yaklaşımı destekler. Tasarruf yatırım açığındaki %1'lik artış cari açığı % 0,67 artırmaktadır. Bütçe açığındaki %1'lik artış cari açığı % 0,20 artırmaktadır. Dışa açıklıktaki %1'lik artış ise cari açığı % 0,013 artırmaktadır. Ancak üçüncü sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir (Chowdhury ve Saleh, 2007: 17).

Corsetti ve Müller, 2007 tarihli çalışmasında Avustralya, Kanada, Finlandiya, İrlanda Japonya, Kore, Hollanda, İsveç, UK ve USA'nın (Bretton Woods sonrası) 1973-2005 arasındaki verilerini kullanarak bir analiz yapar. Uluslararası iş çevrimleri modelinin kurgulandığı çalışmada hasıladaki dalgalanmaların bütçe açığı ve cari açık arasındaki ilişkiye etkisi irdelenir. Daha önce teori kısmında belirtildiği üzere, çıktıdaki artış/azalış cari açığı artırır/azaltır ve bütçe açığını azaltır/artırır. Yani çıktıdaki dalgalanmalar açıkları farklı yönde etkileyerek ikiz açıklar hipotezinin öngörüsünü zayıflatır. Corsetti ve Müller'in modeli, çıktıdaki dalgalanmaların bu etkisini açıklar. Modele göre, ekonomik dalgalanmalara neden olan diğer faktörler bütçe açığı ile cari açık arasındaki ilişkiyi belirler. Corsetti ve Müller, ekonomik verilerde bütçe açığı ile cari açığın ters yönde hareket etmesini bu şekilde açıklar ve bütçe açığı ile cari açık arasında pozitif yönde güçlü bir nedensellik olduğunu gösterir. Öyle ki, daha önce bahsedildiği üzere, biraradalık ya da beraber hareket etme ilişkisi, nedensellik ilişkisinden mantıksal zemini bakımından farklıdır.

Ayrıca Corsetti ve Müller'e göre, dışa açıklık derecesinin (burada içselleştiği haliyle ithalat hacminin GDP'ye oranının) düşük olduğu ekonomilerde bütçe açığının cari açık üzerindeki etkisi sınırlı kalmaktadır (Corsetti ve Müller, 2007: 413).

Kim ve Roubini, ABD örneğini ele aldıkları 2008 tarihli çalışmasında vektör otoregresyon modelleri kullanır. Çalışmanın ampirik sonucu diğer birçok çalışmadan farklıdır. Buna göre, ABD ekonomisinde bütçe açığındaki artış, yatırımları düşürür,

nominal döviz kurunu (ve dolayısıyla reel döviz kurunu) yükseltir ve REH'in işaret ettiği gibi özel sektör tasarruflarını artırır. Böylece bütçe açığı artarken cari açık azalır. Ayrıca ekonomik sistemde cari açık ve bütçe açığının ters yönde hareket etmesinin arkasında -açıklar arasındaki bahsedilen ters yönlü nedensellik ilişkisinden daha çok- hasıla dalgalanmaları/şokları yer alır (Kim ve Roubini, 2008: 379). Kim ve Roubini'nin analizi, son tespitiyle Corsetti ve Müller'in analizini andırsa dahi temelde çok farklı bir tezi savunur ve ikiz açıklar hipoteziyle ilgili teorik ve ampirik literatürdeki tartışmalara ivme kazandırır.

Grier ve Ye, ABD'nin 1948-2005 arasındaki verileri üzerinden bir çalışma yapar. Buna göre, yapısal kırılmaları içermeyen modellerin bütçe açığı ve cari açık arasındaki ilişkiyi ampirik olarak anlamlandırmayı zorlaştırır. Grier ve Ye, yapısal kırılma özelliğine yer verdikleri çalışmasında bütçe açığı ve cari açık arasında uzun dönemde anlamlı bir ilişki bulamazken kısa dönemde pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit eder (Grier ve Ye, 2009: 627).

Baharumshah, Ismail ve Lau, Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland örnekleri üzerinden Dickey-Fuller, Phillips-Peron, Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin ve Johansen (iz ve maksimum-öz değer) testlerini kullanarak bütçe açığı, cari açık ve yatırımlar arasındaki ilişkiyi analiz etmek amacıyla bir çalışma yapar. Buna göre, Malezya, Filipinler ve Tayland örneklerinde geleneksel yaklaşım geçerlidir. Ayrıca cari açıktaki artışın önemli bir belirleyicisi yatırımlardır (Baharumshah ve diğ., 2009: 29-30). Çalışma, bütçe açığının yatırımları dışlayacağına dair neoklasik görüşü desteklemek suretiyle ikiz açıklar hipotezine muhalif bir özellik de sergiler.

İkiz açıklar hipotezi üzerindeki ampirik literatür çok geniştir ve hızla artmaya devam etmektedir. Ancak literatür içinde geniş ölçekte bir uzlaşmaya varıldığı söylenemez. Farklı ekonomileri, zaman dilimlerini, açıklayıcı değişkenleri ve ampirik aletleri içeren birçok çalışma birbirinden çok farklı sonuçlar vermektedir. Bu özellik, daha önce değinildiği üzere bir zayıflığa işaret etmez. Aksine iktisatçıların, daha önce değinildiği üzere, iktisadi olgu ve olayları her ekonomide tüm zaman dilimleri ve koşullarda açıklayan tek bir mükemmel model arayışında olmak yerine analiz ettiği modellerin ve onların varsayımlarının hangi durumda geçerli olduğunu araştırması genel kabul görmektedir.

BÖLÜM 2: AMPİRİK ANALİZE GİRİŞ ve KLASİK TAHMİN

ANALİZİ

2.1. Ampirik Analize Giriş

Çalışmanın ampirik analiz kısmı üç bölüm olarak ele alınmaktadır. İlk bölümde klasik tahmin analizi (klasik regresyon analizi) yer almaktadır. Daha sonra sırasıyla yapay sinir ağları ve bulanık mantık analizinden yararlanılmaktadır. Her analizde öncelikle, kullanılan ampirik aletin/sistemin genel mantığı ve işleyiş biçimi anlatılmaktadır. Daha sonra kullanılan veri seti üzerinden uygulama sonuçları ifade edilmektedir. Ampirik çalışmanın bu şekilde ele alınmasının amacı okuyucunun sonuçları analitik olarak resmedebilmesine yardımcı olmaktır.

Çalışmada ham veriler, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (MB)'nın elektronik veri sisteminden alınmıştır ve amaca uygun şekilde işlenmiştir. 2003 yılının birinci çeyreğinden 2010 yılının son çeyreğine uzanan veri setinde $\ln RDK$ değişkeni, her çeyrek periyoda ait reel döviz kurunun logaritmik değerini temsil eder. Reel döviz kuru olarak birim işgücü maliyeti bazlı reel efektif döviz kuru seçilmiştir. $\ln RGSYİH$ değişkeni, 1998 fiyatları bazlı reel gayri safi yurt içi hasılanın logaritmik değerini ifade eder. $BF/GSYİH$ ve $CF/GSYİH$ değişkenleri ise sırasıyla bütçe fazlası ve cari fazlanın gayri safi yurtiçi hasılaya oranını temsil eder. Her çeyreğe ait reel faiz haddini temsil eden RFH değişkeni için reel faiz haddi ayrıntılı denklemi $[i, \text{nominal faiz haddi}; e, \text{enflasyon haddi olmak üzere } RFH=(i-e)/(1+e)]$ kullanılmıştır. Nominal faiz haddi olarak bankalardaki tüm mevduatların ağırlıklı ortalaması ile ifade edilen (TÜİK kaynaklı) ortalama faiz haddi seçilmiştir.

Ampirik çalışmanın ilk kısmında bir regresyon analizi yapılmaktadır. Aşağıda bu klasik yöntemin genel mantığı ve işleyiş biçimi ele alınmaktadır. Daha sonra, kullanılan veri seti üzerinden tahminde bulunmaktadır.

2.2. Klasik Tahmin Analizi

Regresyonun sözcük anlamı gerisel bağlılıktır. Yani regresyonu değişkenlerin geçmiş değerleri arasındaki ilişkinin araştırılması olarak ifade etmek mümkündür. İstatistik açısından regresyon bir bağımlı değişken (açıklanan değişken) ve bir ya da daha fazla

bağımsız (açıklayıcı) değişken arasındaki ilişkinin bir veri seti üzerinden matematiksel bir fonksiyonla ortaya konması ve analizi demektir.

Y, bağımlı; X, bağımsız değişken olmak üzere Y ile X arasındaki ilişki, $Y=f(X)$ şeklinde kapalı olarak yazılabilir. İki değişken arasındaki ilişki doğrusal ise bunlar için basit doğrusal bir regresyon modeli kurulur. Model doğrusal olabileceği gibi eğrisel de olabilir. Bu durumda eğrisel regresyon modeli kullanılır. Ayrıca bir bağımlı değişkeni birden fazla bağımsız değişken açıklıyorsa analiz çoklu regresyon modeli şeklini alır. Regresyon çalışmasında korelasyon basit olarak değişkenler arasındaki ilişkinin yön ve şiddetini gösteren bir katsayıdır. (Kütle ve örnek korelasyon katsayıları sırasıyla 'ρ' ve 'r' ile gösterilir.) Korelasyon katsayısı şöyle ifade edilir.

$Cov(X,Y)$: X ve Y arasındaki kovaryans (ortak varyans) ve

$Var(X)$, $Var(Y)$: X ve Y değişkenlerinin varyansı olmak üzere,

$$r = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X) \cdot Var(Y)}}$$

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \text{ veya } r = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{(\sum X^2 - n\bar{X}^2)(\sum Y^2 - n\bar{Y}^2)}}$$

- Korelasyon katsayısı daima -1 ile +1 arasında değişir. ($-1 \leq r \leq 1$)
- Katsayının işareti ilişkinin yönünü gösterir. Korelasyon katsayısının işareti, pozitif ise açıklayıcı ve açıklanan değişkenlerin aynı yönde değiştiği söylenebilir. Korelasyonun negatif işaretli olduğu durumda ise değişkenlerin ters yönde değişmesi beklenir. Katsayının ± 1 ve sıfır çıktığı uç durumlar, sırasıyla, değişkenler arasında birebir ilişki olduğunu veya hiçbir ilişki olmadığını gösterir.
- Katsayı +1 veya -1'e yaklaştıkça kuvvetli korelasyon, sıfıra yaklaştıkça zayıf korelasyon söz konusu olur.

$r \rightarrow \mp 1$ ise kuvvetli korelasyon

$r \rightarrow 0$ ise zayıf korelasyon

Determinasyon (belirlilik) katsayısı (r^2), korelasyon katsayısının karesidir ve sıfır ile 1 arasında değer alır. Bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni açıklama gücünü (oranını) gösterir.

Belirsizlik katsayısı ($1-r^2$), determinasyon katsayısının tersine bağımlı değişkenin bağımsız değişken tarafından açıklanamayan kısmını (oranını) ifade eder. Bu katsayı da tanım gereği 0 ile 1 arasında değer alır.

Korelasyon katsayısının standart hatası (S_r), (kütle korelasyon katsayısı $\rho=0$ olan iki değişkenli bir normal kütleden n birimlik örnekler çekildiğinde elde edilen) r'nin yer aldığı denklemde şöyle ifade edilir.

$$S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}$$

Kütle korelasyon katsayısının sıfır olduğu ya da sıfır kabul edildiği durumda korelasyon katsayısı, ortalaması $E(r) = \rho = 0$, standart hatası $S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}$ olan t dağılımına uyar.

Buna göre test istatistiği şöyle yazılır.

$$t = \frac{r - \rho}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

Bu test istatistiği kritik t dağılım değeri ile karşılaştırılarak hipotezin kabulü ya da reddi hakkında karar verilir.

- Test istatistiği (deneysel t) kritik t dağılım değerinin ötesinde kalırsa H_0 hipotezi reddedilir.
- Aksi halde kabul edilir.

Basit doğrusal regresyon modeli, iki değişken arasında doğrusal bir ilişki var ise ana kütle için şöyle ifade edilebilir.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

Bu modele basit doğrusal stokastik regresyon modeli adı verilir. Stokastik olma özelliği hata terimi ε 'nin rassal varlığından kaynaklanmaktadır. Modelde β_0 ve β_1 regresyon modelinin parametreleridir. β_0 , regresyon sabiti; β_1 , eğim parametresi olarak adlandırılır. Ana kütle verileri için bir adet β_0 ve β_1 parametresi ifade edilirken (bu ana kütlede çekilen) her bir örnek için ayrı birer b_0 ve b_1 katsayısı elde edilmektedir. b_0 ve b_1 katsayıları, normal dağılıma sahiptir ve beklenen değerleri sırasıyla β_0 ve β_1 'dir. Uygulamada tek bir örnek ele alınmakta ve bu örnek yardımıyla ana kütle parametreleri tahmin edilmektedir. β_0 doğrusal fonksiyonun sabitidir ve regresyon doğrusunun dikey ekseninde yer alan Y ile kesiştiği noktayı göstermektedir. β_1 ise doğrusal fonksiyonun eğimidir. Regresyon analizinde bağımsız değişken X'deki bir birimlik değişimin bağımlı değişken Y'de (diğer bir deyişle Y cinsinden) ne kadarlık bir değişime sebep olduğunu gösteren regresyon parametresidir. Fonksiyon tipinin belirlenmesi için regresyon analizine serpilme diyagramı çizilebilir. Serpilme diyagramında noktalar bir doğru etrafında kümelenirse doğrusal model kullanılır. Bunun aksine noktalar bir eğri etrafında kümelenirse uygun bir eğrisel model seçilir.

β_1 'in işareti iki değişken arasındaki ilişkinin yönünü göstermektedir. Her iki değişken birlikte artıyor veya azalıyorsa β_1 'in işareti pozitif (+), değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyorsa β_1 'in işareti negatif (-) olur. β 'nın sıfır (0) olması ise iki değişkenin arasında bir ilişki olmadığını ifade eder. Regresyon modeline açıkça dahil edilemeyen diğeri değişkenleri temsil etmek üzere $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$ modelinde yer verilen ε stokastik hata terimini gözlemek hiçbir zaman mümkün olmaz. Dolayısıyla ε hata teriminin bazı varsayımları yerine getirmesi istenir. Bu bağlamda doğrusal regresyon modeli bazı varsayımlara dayanır. Söz konusu varsayımlar “hata teriminin dağılımı”, “hata terimi ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler” ve “bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki ilişkiler” ile ilgilidir.

Varsayım 1. “Hata terimi normal dağılıma sahiptir”. Diğeri bir deyişle her X_i değeri için hata teriminin değerleri kendi ortalamaları etrafında çan eğrisi biçiminde simetrik bir dağılım gösterir.

- $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$

Varsayım 2. “Hata terimlerinin ardışık değerleri birbirinden bağımsızdır”. Diğer bir deyişle, birbirini izleyen hata terimleri arasında otokorelasyon yoktur. Bu varsayıma göre $i \neq j$ olmak üzere e_i ve e_j 'nin kovaryansı (ortak varyansı) sifıra eşittir. $Cov(e_i, e_j) = 0$ olur.

Varsayım 3. “Hata teriminin varyansı X değişkeninin aldığı değerlere göre değişmez, yani sabittir”. Diğer bir deyişle, bütün X değerleri için ε hata terimleri kendi ortalamaları etrafında aynı değişkenliğe sahiptir. Bağımsız değişkenlerle ilgili önemli bir varsayım ise bağımsız değişkenlerin kendi aralarında çoklu doğrusal bir ilişki içinde olmadığı şeklindedir. Tam çoklu bağlantı durumunda modelin çözümü imkansız iken yüksek çoklu bağlantı durumunda standart hatalar oldukça yüksek çıkar. Bu varsayım tabii ki çoklu regresyon modeli ile ilgilidir.

En küçük kareler yöntemi regresyon analizinde en çok kullanılan seçeneklerden biridir. Yöntemin işleyiş mantığı hata karelerini minimum yapmak üzerine kuruludur. Yani serpilme diyagramındaki noktalar arasından öyle bir doğru geçirilmelidir ki, doğru ile noktalar arasındaki uzaklıkların kareleri toplamı (regresyon modelinden tahmin edilen Y değerleriyle gerçekleşen Y değerlerinin farkının kareleri toplamı) minimum olsun.

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n [(Y_i - (b_0 + b_1 X_i))]^2 = \text{minimum}$$

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_i)^2 = \text{minimum}$$

ifadesinin (kritik değerleri bulmak amacıyla) b_0 ve b_1 'e göre kısmi türevleri alınıp sifıra eşitlenirse iki bilinmeyenli iki denklem elde edilir. Bu denklemlere EKKY normal denklemleri adı verilir.

$$\frac{d \sum e_i^2}{db_0} = 0 \Rightarrow -2 \sum (Y - b_0 - b_1 X) = 0$$

$$\frac{d \sum e_i^2}{db_1} = 0 \Rightarrow -2 \sum X(Y - b_0 - b_1 X) = 0$$

Bu iki denklemde Y'li terimler sol kısımda, diğer terimler sağ kısımda düzenlenirse EKKY normal denklemler şöyle ifade edilir.

$$\sum Y = nb_0 + b_1 \sum X \quad (1)$$

$$\sum XY = b_0 \sum X + b_1 \sum X^2 \quad (2)$$

Yukarıdaki iki denklem birlikte çözülerek b_0 ve b_1 elde edilir.

$$b_0 = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad b_1 = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

Yukarıdaki denklemlerden hareketle b_0 ve b_1 katsayıları hesaplandıktan sonra $Y = b_0 + b_1 X$ denkleminde yerine yazılarak basit doğrusal regresyon modeli belirlenir. Tahminin ve katsayıların standart hatası, aşağıdaki iki denklemden türetilerek bulunabilir.

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-k}} = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n-k}} \quad S_e = \sqrt{\frac{Y'Y - b'X'Y}{n-k}}$$

Katsayıların standart hataları şöyle hesaplanır

$$S_{b_0} = \sqrt{S_e^2 \cdot \frac{\sum X_i^2}{n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}} \quad S_{b_1} = \sqrt{S_e^2 \cdot \frac{n}{n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}$$

veya matris diliyle şöyle yazılır.

$$S_{b_b} = \sqrt{S_e^2 \cdot (X'X)^{-1}}$$

Çıkan matrisin diyagonal elemanları S_{b_0} ve S_{b_1} standart hatalarını verir.

Test sürecinde öncelikle, hesaplanan katsayıların rassal olarak elde edildiğini düşünerek hipotezler oluşturulur.

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ veya } \beta_i > 0 \text{ veya } \beta_i < 0$$

Hipotezin kabul ve red sınırlarını oluşturmak üzere α anlam düzeyi (birinci tip hata seviyesi) seçilir. Anlam düzeyine bağlı olarak küçük örnekler için ($n < 30$) t dağılımından (t_α , $t_{\alpha/2}$) aksi halde normal dağılımdan (Z_α , $Z_{\alpha/2}$) teorik dağılım değeri belirlenir.

Daha sonra deneysel t veya Z değeri hesaplanır.

$$t, Z = \frac{b_i - \beta_i}{S_{b_i}}$$

Deneyel ve teorik değerler karşılaştırılarak daha önce değinildiği üzere, H_0 hipotezin kabulüne ya da reddine karar verilir. Test istatistiği (deneysel t/z) kritik t/z dağılım değerinin ötesinde kalırsa H_0 hipotezi reddedilir, aksi halde kabul edilir.

Hipotez testi süreci anlam değeri üzerinden de yapılabilir. Teorik anlam düzeyi deneysel anlam değerinden büyük ise (deneysel t/z kritik t/z'nin ötesinde kaldığından) H_0 hipotezi reddedilir, aksi halde kabul edilir.

Tablo 1. Analizde kullanılan veri seti

Çeyrekler	lnRDK	lnRGSYİH	BF/GSYİH	RFH	CF/GSYİH
Q1	4,51698008	23,53967681	-0,11106	0,418789373	-0,049189449
Q2	4,57586197	23,60798369	-0,13122	0,416704123	-0,034538969
Q3	4,690216776	23,80401541	-0,03942	0,322997773	0,013615195
Q4	4,6294025	23,7164053	-0,08472	0,262984911	-0,040359449
Q5	4,678875404	23,63454239	-0,05844	0,223903591	-0,058255923
Q6	4,642469576	23,72076515	-0,05802	0,205638922	-0,049809339
Q7	4,631229453	23,88146107	-0,04119	0,169047971	-0,002270871
Q8	4,622039993	23,79326464	-0,06111	0,198195463	-0,044983657
Q9	4,694512825	23,71635878	-0,02124	0,173836451	-0,054906453
Q10	4,727732855	23,79491986	-0,00567	0,165256129	-0,059217106
Q11	4,773307892	23,95500142	-0,02382	0,128776804	-0,016965228
Q12	4,789256152	23,88668455	0,000444	0,148564586	-0,058080153
Q13	4,814429116	23,7741154	-0,00657	0,12812835	-0,071793483
Q14	4,697578208	23,88782012	0,018909	0,135171844	-0,082036232
Q15	4,677912424	24,01600123	-0,01785	0,147098602	-0,030240863
Q16	4,72385629	23,94255961	-0,01617	0,162623946	-0,057447523
Q17	4,717892895	23,85196309	-0,01773	0,164297067	-0,072939906
Q18	4,801627049	23,92524076	-0,01257	0,189968172	-0,069467586
Q19	4,854048415	24,04730017	-0,02706	0,138922115	-0,039721133
Q20	4,886004663	23,98356111	-0,00699	0,144880769	-0,070137886
Q21	4,818064634	23,91971252	-0,02028	0,128510262	-0,06915328
Q22	4,816797165	23,95115591	0,026283	0,165596145	-0,07771359
Q23	4,940948525	24,05581643	-0,02565	0,151234377	-0,038445088
Q24	4,848395685	23,91127618	-0,05412	0,194819523	-0,041921002
Q25	4,747776635	23,7622808	-0,09171	0,133313127	-0,015603324
Q26	4,751107449	23,8716188	-0,01779	0,118724541	-0,037240969
Q27	4,778617691	24,028881	-0,06708	0,070588443	-0,011533775
Q28	4,714359464	23,96960035	-0,04737	0,051091088	-0,026644053
Q29	4,783520978	23,87299353	-0,0468	0,078413309	-0,085765851
Q30	4,899426215	23,9700094	-0,01524	0,09535009	-0,065622985

2.2. Uygulama: Çalışma Verileri ile Klasik Regresyon Modelinin Oluşturulması

Modelde y , x_1 , x_2 , x_3 ve x_4 sırasıyla, CF/GSYİH, lnRDK, lnRGSYİH, BF/GSYİH ve RFH'yi göstermektedir. Model, $y = b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4$ olarak kurulmaktadır. Modelde sabit katsayı (b_0) alınmamaktadır. Buna göre, elde edilen model aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir.

Tablo 2. Model özeti

Model	R	Determinasyon katsayısı	Düzeltilmiş determinasyon	Tahminin standart hatası
1	,917	0,841	0,816	,022728789

Regresyon modelinin açıklama gücü 0,841 yani %84,1 lik güvende açıklama gücüne sahiptir.

Tablo 3. Varyans Analizi

Model		Kareler toplamı	df	Ortalama kareler	F değeri	anlam (significance)
1	Regression	,071	4	,018	34,367	,000
	Residual	,013	26	,001		
	Total	,084	30			

Model %95 güven düzeyi ve %5 anlam düzeyinde kurulmaktadır. Yukarıdaki tabloda anlam değeri ($p = 0,000$) 0,05'ten küçük (ve F değeri kritik değerden yüksek) olduğundan kurulan model anlamlıdır.

Tablo 4. Katsayılar

Model				t değerleri	anlam değeri
	B	Standart Hata	Beta		
x1	-,061	,065	-5,423	-,940	,356
x2	,010	,013	4,511	,768	,449
x3	-,310	,151	-,295	-2,051	,050
x4	-,058	,065	-,210	-,891	,381

$$y = -0,061x_1 + 0,01x_2 - 0,31x_3 - 0,058x_4$$

Model yüzde 95 güven düzeyi ve yüzde 5 anlam düzeyinde ifade edildiğinde

b_1 katsayısı, $0,356 > 0,05$ olduğundan anlamlı değildir,

b_2 katsayısı, $0,449 > 0,05$ olduğundan anlamlı değildir,

b_3 katsayısı, $0,05 = 0,05$ olduğundan anlamlı kabul edilebilir ve

b_4 katsayısı, $0,381 > 0,05$ olduğundan anlamlı değildir.

Model, x_3 'teki 1 birimlik artışın y 'yi 0,31 azalttığına işaret eder. Yani bütçe açığının hasılaya oranındaki yüzde 1'lik artış/azalış cari açığın hasılaya oranını yüzde 0,31 azaltmaktadır/artırmaktadır.

β_3 için hipotez testi:

$$H_0: \beta_3 = 0$$

$$H_a: \beta_3 \neq 0 \text{ veya } \beta_3 > 0 \text{ veya } \beta_3 < 0$$

Test süreci yüzde 5 anlam düzeyinde t üzerinden yapıldığında

teorik t değeri > deneysel t değeri

$-2,045 > -2,051$ olduğundan hipotez reddedilir.

β_3 için kurulan hipotez testi, x_3 'ün y üzerindeki etkisini ifade eden katsayının anlamlı olduğuna işaret eder. Yani bütçe açığının hasılaya oranındaki değişme cari açığın hasılaya oranında anlamlı bir değişime neden olur.

Tablo 5. Korelasyon matrisi

		x1	x2	x3	x4	y
x1	Pearson Korelasyon	1	,739(**)	,573(**)	-,636(**)	-,263
	Anlam (2-terafli)		,000	,001	,000	,160
	N	30	30	30	30	30
x2	Pearson Korelasyon	,739(**)	1	,595(**)	-,726(**)	,023
	Anlam (2-terafli)	,000		,001	,000	,905
	N	30	30	30	30	30
x3	Pearson Korelasyon	,573(**)	,595(**)	1	-,587(**)	-,445(*)
	Anlam (2-terafli)	,001	,001		,001	,014
	N	30	30	30	30	30
x4	Pearson Korelasyon	-,636(**)	-,726(**)	-,587(**)	1	,184
	Anlam (2-terafli)	,000	,000	,001		,330
	N	30	30	30	30	30
Y	Pearson Korelasyon	-,263	,023	-,445(*)	,184	1
	Anlam (2-terafli)	,160	,905	,014	,330	
	N	30	30	30	30	30

** : Korelasyon, % 1 anlam düzeyinde her iki yön için geçerlidir.

* : Korelasyon, % 5 anlam düzeyinde her iki yön için geçerlidir.

x_3 ve y arasındaki korelasyon için hipotez testi:

H_0 : x_3 ve y arasında bir ilişki yoktur.

H_a : x_3 ve y arasında bir ilişki vardır.

Test süreci yüzde 5 anlam düzeyinde p üzerinden yapıldığında

teorik p değeri $>$ deneysel p değeri

$0,05 > 0,014$ olduğundan hipotez reddedilir.

x_3 ve y arasındaki korelasyon için kurulan hipotez testi, x_3 ve y arasında yüzde 5 anlam düzeyinde bir etkileşim olduğuna işaret eder. Yani bütçe açığının hasılaya oranı ile cari açığın hasılaya oranı arasında anlamlı bir etkileşim vardır.

BÖLÜM 3: YAPAY SİNİR AĞLARI ANALİZİ

3.1. Yapay Sinir Ağları

Sinir ağları insan beyninin en temel özelliği olan öğrenme işlevini gören sistemdir. Yapay sinir ağları ise biyolojik sinir sisteminden/ağlarından esinlenerek ortaya çıkarılmış bilgi işlem mekanizmasıdır. Bu mekanizma öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, oluşturabilme, keşfedebilme gibi işlevleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak görmek amacıyla geliştirilmiştir.

Yapay sinir ağları,

- Öğrenme
- İlişkilendirme
- Sınıflandırma
- Genelleme
- Özellik Belirleme
- Optimizasyon gibi konularda başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Öztemel, 2003).

3.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Genel Özellikleri

Yapay sinir ağlarının günümüzde kullanılan diğer bilgi işlem yöntemlerinden farkları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

Paralellik: YSA'da işlemler doğrusal değildir ve bu, bütün ağa yayılmış durumdadır. Böylece doğrusal olmayan karmaşık problemlerin de çözümlenmesi mümkündür.

Öğrenebilirlik: YSA'nın temel işlevi bilgisayarların öğrenmesini sağlamaktır. YSA, olayları öğrenerek benzer olaylar karşısında benzer karar vermeye çalışır.

Bilginin Saklanması: YSA'da veriler herhangi bir veritabanında ve programın içinde gömülü olarak değil ağ üzerinde saklı bulunur.

Hata Toleransı: YSA'da paralel yapı, ağın sahip olduğu bilginin tüm bağlantılara yayılmasını sağladığı için bazı bağlantıların veya hücrelerin etkisiz hale gelmesi ağın doğru bilgiyi üretmesini önemli derecede etkilemez.

Genelleme: YSA kendisine gösterilen örneklerden yola çıkarak görmediği örnekler hakkında da bilgiler üretebilir.

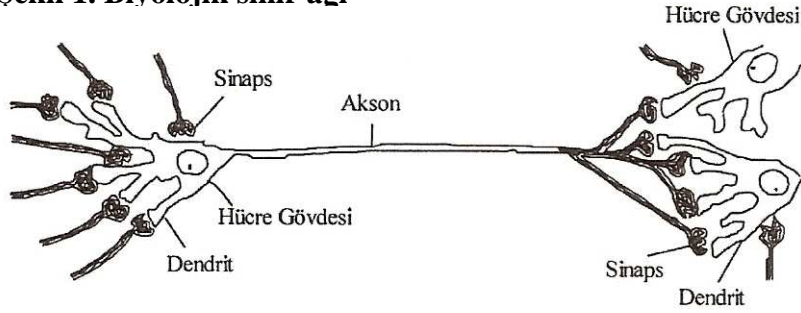
Dereceli bozulma: Ağlar bir problem veya eksiklikle karşılaştıklarında hemen bozulmaz. Hata toleransına sahip oldukları için dereceli bir şekilde bozulur.

Uyarlanabilirlik: YSA'da ağırlıkların yeniden yapılandırılabilir olması niteliği, belirli bir problemi çözmek için eğitilen yapay sinir ağının, problemdeki değişikliklere göre yeniden eğitilebilmesi ve farklı koşullara uyarlanabilmesini sağlamaktadır.

3.1.2. YSA' nın Yapısı ve Temel Elemanları

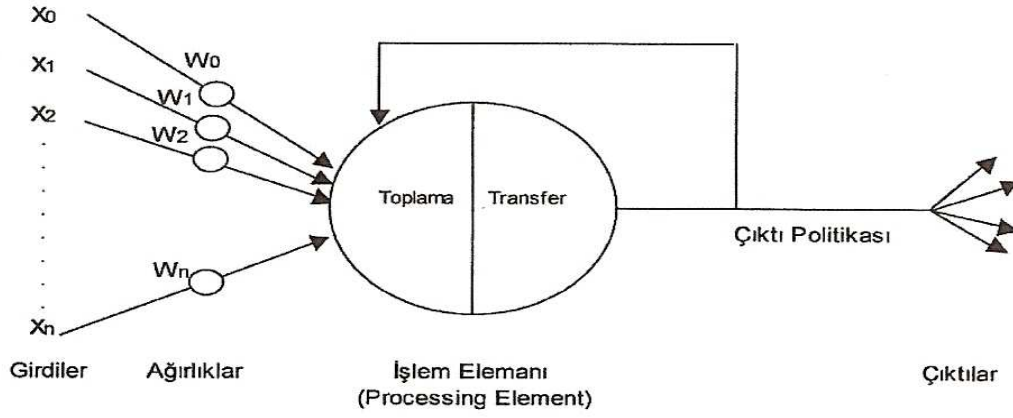
Sinir ağları insan beyninin çalışmasını sağlayan en temel taşlardan birisidir. İnsanların tüm olgu ve olayları anlamasını sağlar. Bir sinir ağı milyarlarca sinir hücresi içerir. Şekil 1'de gösterildiği gibi bir sinir hücresi, sinapslar, akson, soma (hücre gövdesi) ve dentritlerden oluşur. Sinapslar sinir hücreleri arasında elektrik sinyallerinin geçmesini sağlayan bağlantılardır. Bu sinyaller somaya ve dentritlere iletilir. Dentriteler ise bu sinyalleri sinapslara göndererek diğer sinir hücrelerine iletir.

Şekil 1. Biyolojik sinir ağı



Yukarıda biyolojik sinir ağının yapısı gösterilmiştir. YSA bu ağ yapısı simüle edilerek tasarlanmıştır. YSA birbirine bağlı proses elemanlarından (yapay sinir hücrelerinden) oluşur. Her bağlantının bir ağırlık değeri vardır. YSA'nın sahip olduğu bilgi bu ağırlık değerlerinde saklı olup ağa yayılmıştır. YSA'nın yapısı aşağıdaki gibidir (Öztemel, 2008).

Şekil 2. Yapay sinir ağı yapısı



Girdiler: Yapay sinir hücresine (proses elemanına) dış dünyadan gelen bilgilerdir. Bunlar ağı öğrenmesi istenen örnekler tarafından belirlenir.

Ağırlıklar: Bir yapay hücreye gelen bilginin önemini ve hücre üzerinde etkisini gösterir. Örneğin yukarıda şekilde (ağırlık 1), hücresinin (girdi 1) etkisini göstermektedir. Ağırlıkların büyük ya da küçük olması önem ya da önemsizlik arz etmez. Bir ağırlık değerinin sıfır olması, ağı için en önemli olay olabilir. Ağırlığın eksi veya artı olması, etkinin pozitif veya negatif olduğunu verir.

Toplama fonksiyonu: Bu fonksiyon bir hücreye gelen net girdiyi hesaplar. Bunun için değişik fonksiyonlar kullanılmaktadır. En yaygın olanı aşağıda belirtilen ağırlıklı toplamı bulmak üzerinedir.

G: girdiler,

A: ağırlıklar,

n: bir hücreye gelen toplam girdi sayısını göstermek üzere,

Bir YSA'da bulunan işlem elemanlarının tamamının aynı toplama fonksiyonuna sahip olması gerekmez. Her işlem elemanı, birbirinden bağımsız olarak farklı bir toplama fonksiyonuna sahip olacakları gibi hepsi aynı fonksiyona da sahip olabilir.

Aktivasyon fonksiyonu (Transfer fonksiyonu): Bu fonksiyon hücreye gelen net girdiyi işleyerek hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirler. Toplama fonksiyonunda olduğu gibi aktivasyon fonksiyonunda da ağıın işlem elemanlarının tümünün aynı fonksiyonu kullanması gerekmez. En yaygın aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyon kullanılmaktadır. Buradaki anahtar nokta, bir problem için aktivasyon fonksiyonunun tasarımcının denemeleri sonucunda belirlenebileceğidir. Bu fonksiyon aşağıdaki gibi ifade edilir (Öztemel, 2008).

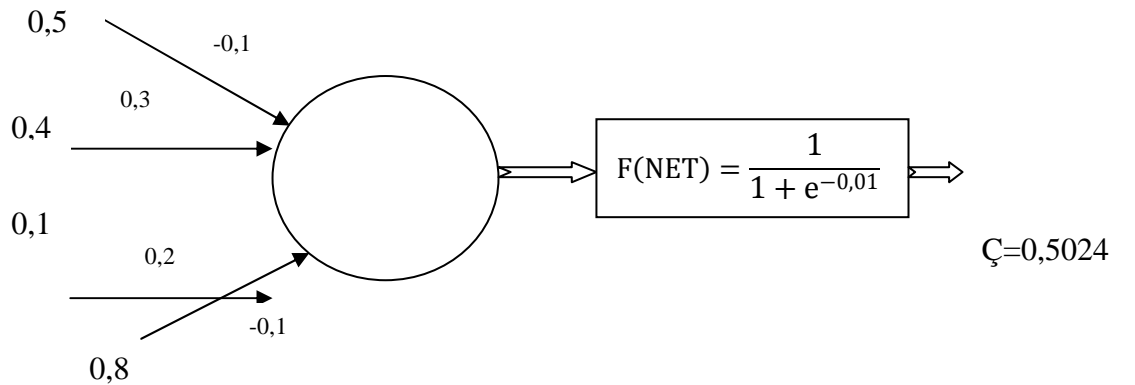
$$F(\text{NET}) = \frac{1}{1+e^{-\text{net}}}$$

Çıktılar: Aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenen çıktı değeridir.

3.1.3. Bir Yapay Sinir Hücresinin Çalışma Prensibi

Bir YSH'nin (proses elemanı) nasıl çalıştığını anlamak için Şekil 3'te örnek model gösterilmektedir.

Şekil 3. Yapay sinir ağı modeli



$$\text{NET} = 0,5.(-0,1) + 0,4.0,3 + 0,1.0,2 + 0,8.(-0,1) = 0,01$$

Bir ağıdaki bütün işlem elemanlarının çıktılarının bu şekilde hesaplanması sonucunda ağıın girdilere nasıl tepki verdiği ortaya çıkar.

Yapay sinir ağları, basit tanımıyla, birçok basit işlemci elemandan oluşan yapılardır. Bu elemanlar farklı formda ifade edilebilen nümerik verileri taşıyan bağlantılar veya ağırlıklar ile birbirlerine bağlıdır. YSA'daki gelişmelerin ana kaynağı, beynimizin rutin olarak gerçekleştirdiği karmaşık hesaplamaları yapabilen ve yapay davranış sergileyen sistemlerin ortaya çıkması beklentisidir. Yapay zeka ağlarının yapılarına göre farklı öğrenme yaklaşımı kullanılır ve bu yaklaşımlara göre ağırlıklar değiştirilir. Ağırlıkların değişimi öğrenmeyi ifade eder.

Yapay sinir ağlarının genel çalışma prensibi, bir girdi setini (örnekleri) alarak onları çıktı setine çevirmek olarak açıklanır. Bunun için ağın kendisine gösterilen girdiler için doğru çıktıları üretecek hale gelmesi (eğitilmesi) gerekmektedir. Ağa gösterilecek örnekler öncelikle bir vektör haline getirilir. Bu vektör ağa gösterilir. Daha sonra ağ bu vektör için gerekli çıktı vektörünü üretir. Ağın parametre değerleri doğru çıktıyı üretecek şekilde düzenlenir. Girdi ve çıktı vektörlerinin tasarımı, ağı geliştiren kişi tarafından belirlenir (Engelbrecht, 2007: 17-20).

YSA, tahmin, sınıflandırma, kümeleme, veri ilişkilendirme ve yorumlama ve veri filtreleme gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde yapay zeka yöntemleri, özellikle fen bilimleri alanında artan bir sıklıkta kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede parametrik değişkenler kullanılarak belirli fonksiyonlar kontrolünde çeşitli analizler yapılabilmektedir.

3.2. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı Örneği

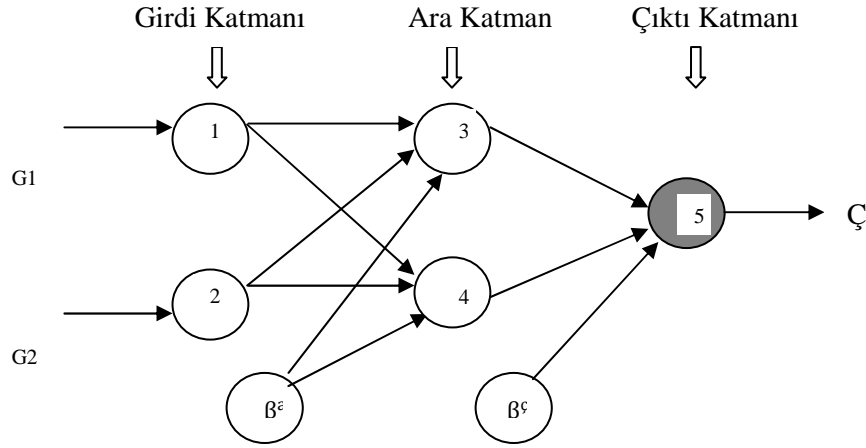
YSA ile ilgili temel bilgiler verildikten sonra, bu ağın temelini meydana getiren problem örneği aşığıdaki gibidir.

Tablo 6. XOR gösterimi

	Girdi 1	Girdi 2	Çıktı
Örnek 1	0	0	0
Örnek 2	0	1	1
Örnek 3	1	0	1
Örnek 4	1	1	0

Bu örnek tipinde ağın topolojik yapısının iki girdi ünitesi ve bir çıktı ünitesi, bir ara katman ve iki tane ara katman işlem elemanı ile çözüme ulaşacağı varsayılmaktadır (Engelbrecht, 2007: 17-20).

Şekil 4. YSA' da topolojik gösterim



Ağ yapısı şekildeki gibi oluşturulduktan sonra ağ için aktivasyon fonksiyonunun sigmoid, parametre değerleri öğrenme (λ) ve momentum (α) katsayıları sırasıyla 0,5 ve 0,8 dir.

Girdi katmanı ile ara katman arasındaki ağırlıklar

$$W^a = \begin{bmatrix} 0,1299 & 0,5703 \\ -0,9231 & 0,3283 \end{bmatrix},$$

ara katman ile çıktı katmanı arasındaki ağırlıklar

$$W^c = [0,1647 \quad 0,7526] \text{ ve}$$

eşik değer ağırlıkları

$$\beta^a = [0,3413 \quad -0,1152]$$

$$\beta^c = [-0,9934]$$

matrisleriyle belirlendikten sonra örnek 1'in girdi ve çıktı değerleri esas alınarak ileriye doğru hesaplamaya başlanabilir.

$$\text{NET}_3 = 0.(-0,1299) + 0.(-0,9231) + 0,3413 = 0,3413$$

$$\text{NET}_4 = 0.(0,5703) + 0.(0,3283) - 0,1152 = -0,1152$$

Ara katman ünitelerinin çıktıları ise şöyledir.

$$\zeta_3 = \frac{1}{1 + e^{0,3413}} = 0,5844$$

$$\zeta_4 = \frac{1}{1 + e^{0,1152}} = 0,4712$$

Çıktı işlem elemanının net girdisi hesaplanırsa

$$\text{NET } \zeta = (0,5844).(0,1647) + (0,4712).(0,7526) - 0,9934 = 0,5425$$

$$\zeta = \frac{1}{1 + e^{0,5425}} = 0,3676$$

beklenen çıktı 0 olduğundan ağın hatası;

$$E = B - \zeta = 0 - 0,367610 = -0,3676 \text{ olur.}$$

Bu noktada hatayı geriye doğru yayarak ağın eğitilmesi sağlanır. Hata miktarı için (Gradyan azalan öğrenme ağırları, Momentumlu Gradyan azalan öğrenme ağırları, Adaptasyon kabiliyetli Gradyan öğrenme ağırları, Levenberg-Marquardt öğrenme ağırları gibi) çeşitli yöntemler kullanılır. Bu çalışmada momentumlu azalan öğrenme ağı yöntemi esas alınmaktadır. Sonuçta hatalar aşağıda gösterildiği gibi geriye yayılmaktadır.

$$\delta_5 = \zeta.(1 - \zeta).E_1$$

$$\delta_5 = 0,3676.(1 - 0,3676).(-0,3676)$$

$$\delta_5 = -0,0854 \text{ (çıktı katmanındaki hata değeri)}$$

Ağırlıklar bu hata değeriyle aşağıdaki şekilde tekrar hesaplanır.

$$\Delta W_{jm} = \lambda \cdot \delta_m \cdot \zeta_j + \alpha \cdot \Delta W_{jm}(t-1)$$

$$\Delta W_{35} = 0,5 \cdot \delta_5 \cdot \zeta_3 + 0,8 \cdot \Delta W_{35}(t-1)$$

$$\Delta W_{35} = 0,5 \cdot (-0,085459) \cdot 0,584490 + 0,8 \cdot 0 = -0,0249$$

$$\Delta W_{45} = 0,5 \cdot \delta_5 \cdot \zeta_4 + 0,8 \cdot \Delta W_{45}(t-1)$$

$$\Delta W_{45} = 0,5 \cdot (-0,0854) \cdot 0,4712 + 0,8 \cdot 0 = -0,0201$$

$$NW_{35} = W^{c3} + \Delta W_{35}$$

$$NW_{35} = 0,1647 - 0,2497 = 0,1397$$

$$NW_{45} = 0,7526 - 0,0201 = 0,7324$$

$$\Delta \beta^c = \lambda \cdot \delta_c + \alpha \cdot \Delta \beta(t-1)$$

$$\Delta \beta^c = 0,5 \cdot (-0,085459) + 0,8 \cdot 0 = -0,0427$$

$$\beta^c = -0,9934 - 0,0427 = -1,0361$$

$$\delta_3 = \zeta_3 \cdot (1 - \zeta_3) \cdot \delta_c \cdot W_{35}(t-1)$$

$$\delta_3 = 0,5844 \cdot (1 - 0,5844) \cdot (-0,0854) \cdot 0,1647 = -0,0034$$

$$\delta_4 = \zeta_4 \cdot (1 - \zeta_4) \cdot \delta_c \cdot W_{45}(t-1)$$

$$\delta_4 = 0,4712 \cdot (1 - 0,4712) \cdot (-0,0854) \cdot 0,7526 = -0,0160$$

$$\Delta W_{13} = 0,5 \cdot \delta_3 \cdot \zeta_1 + 0,8 \cdot \Delta W_{13}(t-1)$$

$$\Delta W_{13} = 0,5 \cdot (-0,0034) \cdot 0 + 0,8 \cdot 0 = 0$$

$$\Delta W_{23} = 0,5 \cdot \delta_3 \cdot \zeta_2 + 0,8 \cdot \Delta W_{23}(t-1)$$

$$\Delta W_{23} = 0,5 \cdot (-0,0034) \cdot 0 + 0,8 \cdot 0 = 0$$

$$\Delta W_{14} = 0,5 \cdot \delta_4 \cdot \zeta_1 + 0,8 \cdot \Delta W_{14}(t-1)$$

$$\Delta W_{14} = 0,5. (-0,0160). 0 + 0,8.0 = 0$$

$$\Delta W_{24} = 0,5. \delta_4. \zeta_2 + 0,8. \Delta W_{24}(t - 1)$$

$$\Delta W_{14} = 0,5. (-0,0160). 0 + 0,8.0 = 0$$

$$\Delta \beta_j^a = \lambda. \delta_j. + \alpha. \Delta \beta(t - 1)$$

$$\Delta \beta_3^a = 0,5. \delta_3. + 0,8. \Delta \beta(t - 1)$$

$$\Delta \beta_3^a = 0,5. (-0,0034). + 0,8.0 = -0,0017$$

$$\Delta \beta_4^a = 0,5. \delta_4. + 0,8. \Delta \beta(t - 1)$$

$$\Delta \beta_4^a = 0,5. (-0,0160). + 0,8.0 = -0,0080$$

$$N\beta_3^a = \beta_3^a + \Delta \beta_3^a$$

$$N\beta_3^a = 0,3413 - 0,0017 = 0,3396$$

$$N\beta_4^a = \beta_4^a + \Delta \beta_4^a$$

$$N\beta_4^a = -0,1152 - 0,0080 = 0,1232$$

Birinci iterasyon bittikten sonra benzer şekilde ikinci iterasyon başlar. Bu kez ikinci örnek ağı gösterilir. Yukarıdaki işlemler tekrar edilir. Daha sonra üçüncü iterasyona geçilir. İterasyonlar tüm çıktılar doğru cevap verinceye kadar bu şekilde devam eder. Aşağıdaki tablo iterasyonların devam ettiği sonuç tablosudur.

Tablo 7. Sonuçlar

	Girdi 1	Girdi 2	Beklenen Çıktı	Ağın çıktısı	Hata
Örnek 1	0	0	0	0,017620	~ 0,017
Örnek 2	0	1	1	0,981524	~ 0,018
Örnek 3	1	0	1	0,982492	~ 0,018
Örnek 4	1	1	0	0,022784	~ 0,020

3.3. Yapay Sinir Ağında Öğrenme

İnsanlar tecrübelerinden öğrenme yeteneğine sahiptir. Biyolojik sinir sistemlerinde öğrenme birbirine bağlı sinir hücreleri arasındaki sinaptik ağırlıkların değiştirilmesi ile olur. Yapay sinir ağlarında ise yapay sinir hücreleri arasındaki bağlantı ağırlıkları değiştirilerek öğrenme gerçekleşir. Bir yapay sinir ağı hata yaparak öğrenir. Öğrenme sürecinin başlangıcında yapay sinir ağının ağırlıkları rasgele atanarak öğrenme süreci başlatılır. Girdilere ilişkin ağırlıkların atanmasında belirli bir yöntem bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu işlem ilk etapta rasgele atanmakta, sonrasında ağ tarafından değişime uğratılmaktadır. Girdiler, girdi katmanından başlayarak gizli katmanlara ve çıktı katmanına isleterek geçirilir. Yapay sinir ağları girdiler ile hedef değerler arasındaki ilişkiyi modellemektedirler. Böylelikle yapay sinir ağı, ağırlıklar ile toplam ve aktivasyon fonksiyonlarının etkisi altında bir çıktı değeri üretmiş olur.

3.4. Yapay Sinir Ağlarında Tahmin Analizi

Problem: Tez çalışmasının temelini oluşturan eldeki verilerin regresyon denklemi tahmin edilmek istenmektedir. Regresyon denklemi değişkenliğin olduğu durumları minimum hata ile tahmin etmeye çalışır. Verilerin en küçük kareler yöntemini kullanmadan tahmini için bir yapay sinir ağı modeli geliştirilmeye çalışılmaktadır. Modelde y , x_1 , x_2 , x_3 ve x_4 sırasıyla, CF/GSYİH, lnRDK, lnRGSYİH, BF/GSYİH ve RFH'yi göstermektedir.

Öncelikle eldeki veriler (30 veri) eğitim için 6 eşit parçaya bölünmüştür.

Tablo 8. Değişkenlere atanmış veriler

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	y
4,51698008	23,53967681	-0,11106	0,418789373	-0,049189449
4,57586197	23,60798369	-0,13122	0,416704123	-0,034538969
4,690216776	23,80401541	-0,03942	0,322997773	0,013615195
4,6294025	23,7164053	-0,08472	0,262984911	-0,040359449
4,678875404	23,63454239	-0,05844	0,223903591	-0,058255923
4,642469576	23,72076515	-0,05802	0,205638922	-0,049809339
4,631229453	23,88146107	-0,04119	0,169047971	-0,002270871
4,622039993	23,79326464	-0,06111	0,198195463	-0,044983657
4,694512825	23,71635878	-0,02124	0,173836451	-0,054906453
4,727732855	23,79491986	-0,00567	0,165256129	-0,059217106
4,773307892	23,95500142	-0,02382	0,128776804	-0,016965228
4,789256152	23,88668455	0,000444	0,148564586	-0,058080153
4,814429116	23,7741154	-0,00657	0,12812835	-0,071793483
4,697578208	23,88782012	0,018909	0,135171844	-0,082036232
4,677912424	24,01600123	-0,01785	0,147098602	-0,030240863
4,72385629	23,94255961	-0,01617	0,162623946	-0,057447523
4,717892895	23,85196309	-0,01773	0,164297067	-0,072939906
4,801627049	23,92524076	-0,01257	0,189968172	-0,069467586
4,854048415	24,04730017	-0,02706	0,138922115	-0,039721133
4,886004663	23,98356111	-0,00699	0,144880769	-0,070137886
4,818064634	23,91971252	-0,02028	0,128510262	-0,06915328
4,816797165	23,95115591	0,026283	0,165596145	-0,07771359
4,940948525	24,05581643	-0,02565	0,151234377	-0,038445088
4,848395685	23,91127618	-0,05412	0,194819523	-0,041921002
4,747776635	23,7622808	-0,09171	0,133313127	-0,015603324
4,751107449	23,8716188	-0,01779	0,118724541	-0,037240969
4,778617691	24,028881	-0,06708	0,070588443	-0,011533775
4,714359464	23,96960035	-0,04737	0,051091088	-0,026644053
4,783520978	23,87299353	-0,0468	0,078413309	-0,085765851
4,899426215	23,9700094	-0,01524	0,09535009	-0,065622985

Hazırlanan eğitim setindeki sütun değişkenlerinin ortalaması ve standart sapma değeri girdi olarak kullanılmaktadır. Çıktı olarak eğitim setlerinin her birinin regresyon denklemi katsayıları kullanılmaktadır.

Tablo 9. Sonuçlar

katsayılar	1.veri seti	2.veri seti	3.veri seti	4.veri seti	5.veri seti	6.veri seti
b_0	-3.9320	4.3380	-0.3227	1.0750	-9.6348	-15.7400
x_1	0.1760	-0.8927	0.1866	0.1220	0.4134	-0.2134
x_2	0.1988	-0.0054	-1.4369	-0.7011	-0.8207	0.6958
x_3	0.6808	-0.2268	-0.5678	0.5270	4.4649	-0.4785
x_4	-0.1867	-0.4573	-0.3169	-0.2851	-0.6883	0.3526

Zamanı etkin kullanma ve hesaplama açısından, yapay sinir ağı tasarımı ve uygulamasını MATLAB ortamına geçirmek verimliliği artırır. Ancak uygulamanın bu tür programlar üzerinden yapılabilmesi, YSA'nın temel mantığını, özelliklerini ve çalışma biçimini bilmenin gereksiz olduğu anlamına kesinlikle gelmez.

Ağı oluşturma kodu

```
net = newff(PR,[S1 S2...SNI],{TF1 TF2...TFN1},BTF,BLF,PF)
```

PR: R elemanlı giriş vektörünün minimum ve maksimum değerlerini içeren $R \times 2$ 'lik matris olmak üzere,

S_i : i 'nci katmanda bulunan nöron sayısı.

TF_i : i 'nci katmanın varsayılan transfer fonksiyonu,

BTF : Varsayılan geriye yayılım ağı eğitim fonksiyonu

BLF : Geriye yayılım ağırlık/bias öğrenme fonksiyonu

PF : Varsayılan performans fonksiyonu

Aşağıdaki kod ile bir ağı oluşturulsun. Problemden dört elemanlı bir giriş vektörü vardır. Giriş vektörünün ilk parametresinin değer aralığı 4.51698008 ve 4.940948525 olarak belirtilmektedir. Sırasıyla diğer parametrelerin değer aralıkları aşağıda verilmiştir. Ara katmanda 10 nöron, çıkış katmanında ise 1 nöron bulunmaktadır. Ara katmanın transfer fonksiyonu sigmoid, ikinci katmanın ise lineerdir. Öğrenme algoritması, gradyent azaltım algoritmasıdır. Problem dört girişli bir çıkışlı bilinmeyen bir sistem olarak düşünülebilir. Amaç örnek giriş ve çıkış verileri vererek sistemi karakterize etmektir.

Uygulama:

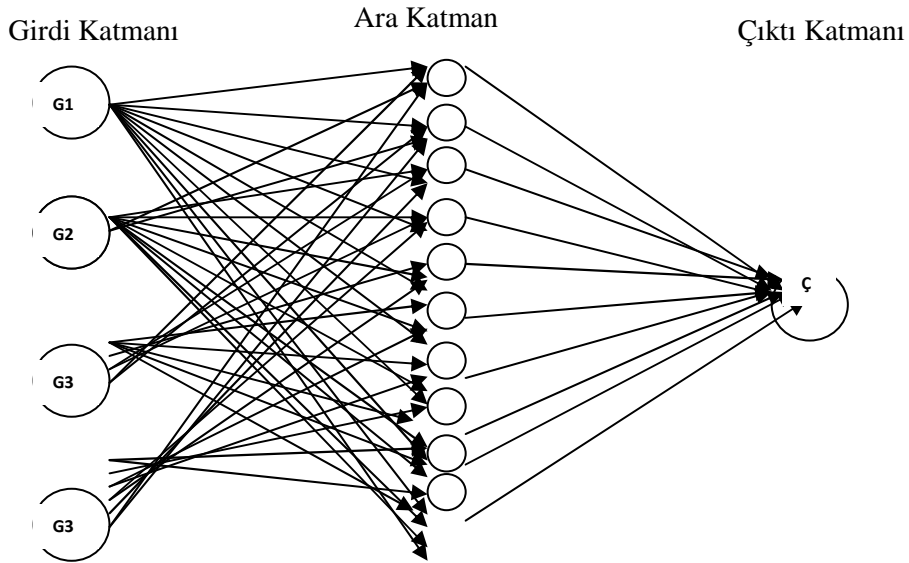
```
input=[
4.6830 0.1319 23.7570 0.1914 -0.0482 0.0448 0.2137 0.1354 -0.0397
0.0325
 4.6899 0.0843 23.8131 0.1747 -0.0470 0.0544 0.1961 0.1441 -0.0557
0.0268
 4.7690 0.1153 23.8609 0.1627 -0.0432 0.0470 0.1691 0.0602 -0.0450
0.0234
 4.7936 0.1190 23.9287 0.1497 -0.0248 0.0438 0.1483 0.0549 -0.0471
0.0274
 4.7178 0.0752 23.8673 0.0761 -0.0294 0.0230 0.1985 0.0852 -0.0391
0.0357
 4.7956 0.0973 23.9317 0.0410 -0.0236 0.0325 0.1210 0.0593 -0.0571
0.0250
];
output=[-0.176 0.1988 -0.6808 -0.1867 -3.932 -0.8927 -0.005381 -0.2268 -0.4573
4.338
-0.2914 0.1421 -0.4875 -0.3804 -2.002 0.122 -0.7011 0.527 -0.2851 1.075 -0.5548 -
0.7152 3.53 0.2207 19.71 -0.2134 0.6958 -0.4785 0.3526 -15.74];

>> sim(net,input')

ans =
```

Ağın topolojisi çalışmadaki veriler kullanılarak aşağıda tasarlanmaktadır.

Şekil 5. Problemin ağ topolojisi



```

net=newff([4.51698008 4.940948525;23.53967681 24.05581643; -0.13122
0.000444;0.418789373 0.051091088],[10,1],{'logsig','purelin'},'traingd');

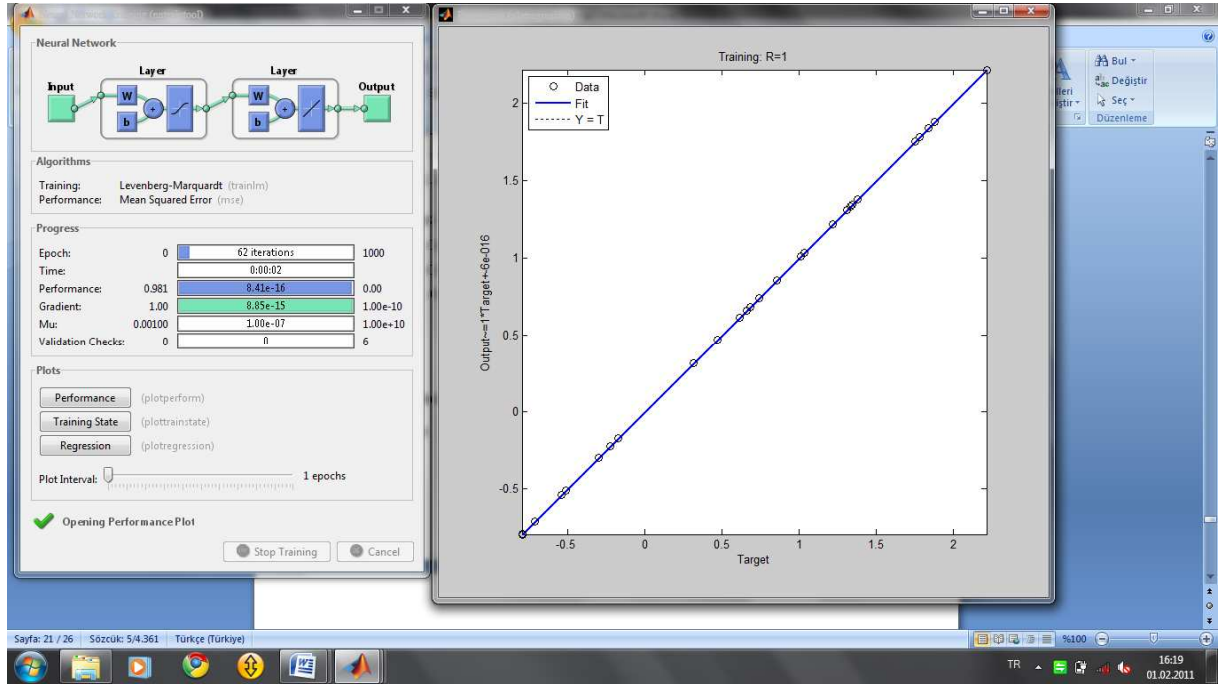
p=[4,51698008 4,57586197 4,690216776 4,6294025 4,678875404 4,642469576
4,631229453 4,622039993 4,694512825 4,727732855 4,773307892 4,789256152
4,814429116 4,697578208 4,677912424 4,72385629 4,717892895 4,801627049
4,854048415 4,886004663 4,818064634 4,816797165 4,940948525 4,848395685
4,747776635;23,53967681 23,60798369 23,80401541 23,7164053 23,63454239
23,72076515 23,88146107 23,79326464 23,71635878 23,79491986 23,95500142
23,88668455 23,7741154 23,88782012 24,01600123 23,94255961 23,85196309
23,92524076 24,04730017 23,98356111 23,91971252 23,95115591 24,05581643
23,91127618 23,7622808;-0,11106 -0,13122 -0,03942 -0,08472 -0,05844 -0,05802 -
0,04119 -0,06111 -0,02124 -0,00567 -0,02382 0,000444 -0,00657 -0,018909 -0,01785 -
0,01617 -0,01773 -0,01257 -0,02706 -0,00699 -0,02028 0,026283 -0,02565 -0,05412 -
0,09171; 0,418789373 0,416704123 0,322997773 0,262984911 0,223903591
0,205638922 0,169047971 0,198195463 0,173836451 0,165256129 0,128776804
0,148564586 0,12812835 0,135171844 0,147098602 0,162623946 0,164297067
0,189968172 0,138922115 0,144880769 0,128510262 0,165596145 0,151234377
0,194819523 0,133313127];

t=[-0,049189449 -0,034538969 0,013615195 -0,040359449 -0,058255923 -
0,049809339 -0,002270871 -0,044983657 -0,054906453 -0,059217106 -0,016965228 -
0,058080153 -0,071793483 -0,082036232 -0,030240863 -0,057447523 -0,072939906 -
0,069467586 -0,039721133 -0,070137886 -0,06915328 -0,07771359 -0,038445088 -
0,041921002 -0,015603324];

[pn,meanp,stdp,tn,meant,stdt] = prestd(p,t);
net = newff (minmax(pn), [10 1],{'tansig' 'purelin'},'trainlm');
net = train (net,pn,tn);
an = sim (net,pn);
a = poststd (an,meant,stdt);

```

Şekil 6. Sonuç çıktısı



Ağ performansı % 98,1 olarak sonuçlanmaktadır.

İlk 6 verinin testi yapılarak yapay sinir ağı sonuç üretmiştir.

6.veri seti için YSA denklemi aşağıdaki gibidir.

$$y = -15.7400 - 0.2134x_1 + 0.6958x_2 - 0.4785x_3 + 0.3526x_4$$

Model, x_3 'teki 1 birimlik artışın y 'yi 0,4785 azalttığına işaret eder. Yani bütçe açığının hasılaya oranındaki yüzde 1'lik artış/azalış cari açığın hasılaya oranını yüzde 0,4785 azaltmaktadır/artırmaktadır. Bu sonuç, veri seti üzerinden % 98,1 güvende anlamlıdır.

3.5. Uygulama Yolu

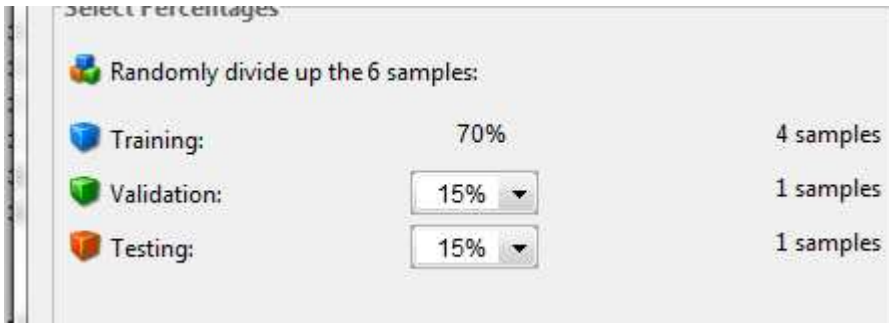
Matrislerde girdi ve çıktılar satırlarda verilmiştir. Bu matrisler Matlab'a girildikten sonra yapay sinir ağı oluşturmak için *nftool*'dan yararlanılmıştır. İlk ekran *next* ile geçildikten sonra ikinci ekranda input ve output olarak ilgili matrisler seçilmiş ve örneğin satır temelli olduğu *Rows* işaretlenerek belirtilmiştir.

Şekil 7. Sonuç çıktısı



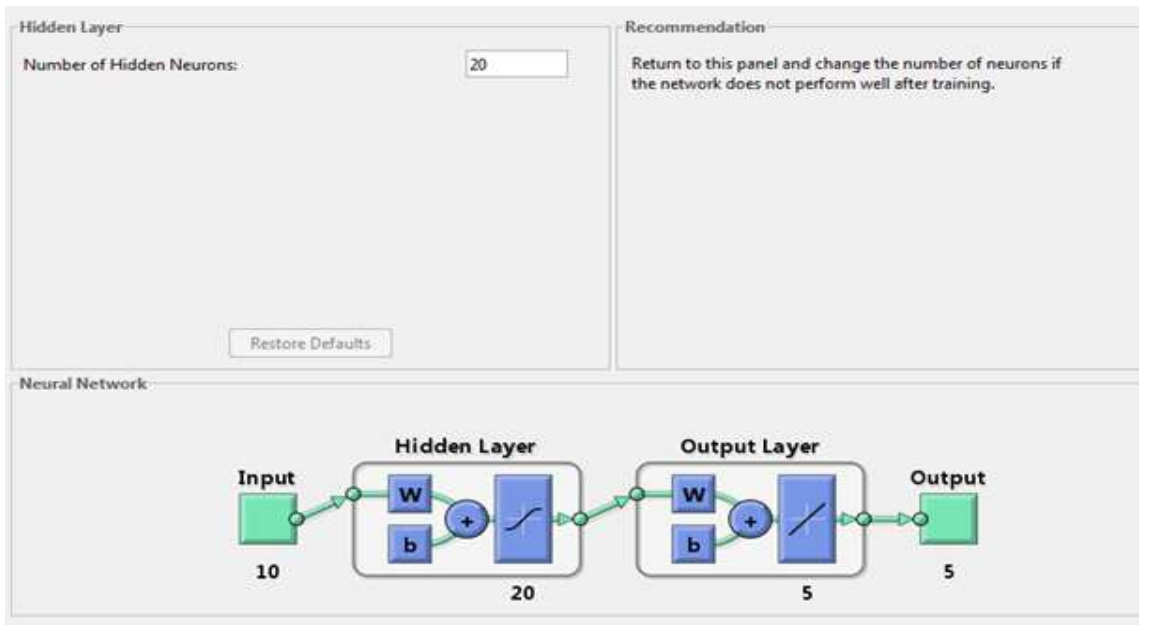
Daha sonra *next* butonu ile devam edilmiştir. Açılan pencereden eğitim ve test setlerinin miktarları belirlenmiştir.

Şekil 8. Sonuç çıktısı



Daha sonra Next butonu ile devam edilmiştir. Açılan pencerede YSA modeli oluşturmuştur.

Şekil 9. Sonuç çıktısı



Ara katmandaki neuron sayısı deneme yanılma ile güncellenebilir. Açılan pencerede *train* butonuna tıklanarak YSA eğitilir. Pencerenin sağ tarafında eğitimle ilgili hata verileri gözlenebilir. *Next* ile devam edilir. Açılan pencerede istenirse ağ yeniden test edilebilir veya eğitime devam edilebilir. Devam edildiğinde *Generate M – File* butonu ile ağ bir m dosyasına veya *Save Results* butonu ile Matlab çalışma sayfasına kaydedilir.

Ayrıca input ve output matrisleri tanımlandıktan sonra *create_fit_net.m* dosyası ile “net = create_fit_net(input,output);” komutu kullanılarak YSA oluşturulabilir.

Yapay sinir ağlarında tahmin yapılırken diğer matematiksel modellerde olduğu gibi geçmiş veriler kullanılır ve parametre değerleri belirlenirken en küçük kare hatasını elde edilmeye amaçlanır. Uygun ağırlık değerlerini belirlemek için sinir ağları eğitilir. Uygun bir çözüm bulunana kadar eğitim bir dizi iterasyondan geçirilir (Denton, 1995: 17-20). Talep tahmininde kullanılan tipik bir yapay sinir ağı, girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşur.

Girdi katmanı bağımsız değişkenlerin her biri için birer hücre taşır. Çıktı katmanında bağımlı değişken kadar hücre bulunur. Gizli katmanda ise herhangi bir sayıda hücre bulunabilir, ancak genellikle girdi sayısının iki katını geçmez. Girdi katmanındaki hücreler ile ara katmandaki hücreler arasında ve ara katmandaki hücreler ile çıktı katmanındaki hücreler arasında ağırlıklar bulunur (Denton, 1995: 17-20). Talep tahmininde ideal koşullar altında regresyona dayanan istatistiksel yöntemlerle yapay sinir ağları arasında çok fark yoktur. Ancak ideal koşulların olmadığı durumda yapay sinir ağları daha üstündür. YSA’ nın başlıca üstünlükleri şöyle ifade edilebilir.

Matematiksel modellerde tahmin yapmak isteyen kişinin, değişkenler arasındaki ilişkileri anlatan bir fonksiyon yapısını varsayım olarak kabul etmesi gerekir. YSA böyle bir yapıya ihtiyaç duymaz; bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi kendisi öğrenir. Doğrusal regresyon gibi analizlerde değişkenler arasında otokorelasyonun olmaması, tahmin hatalarının her deneme için bağımsız olması ve hataların sabit varyans ve ortalama ile dağılması gibi varsayımların yapılması gerekir. YSA’da bu tür varsayımlara ihtiyaç duyulmaz. YSA’da bağımsız değişkenler arasındaki belirsizliğin giderilmesindeki üstünlük, herhangi bir varsayıma ihtiyaç kalmadan öğrenmeyi sağlar. Önyargılı veya yanılı bir varsayıma dayalı modelde regresyon sonucu hatalı çıkarken YSA bu kusurdan etkilenmez.

BÖLÜM 4: BULANIK DOĞRUSAL SİSTEMLER VE REGRESYON MODELLERİNE UYGULAMASI

Azeri bilim adamı Loutfi A. Zadeh'in 1960'lı yılların ortalarında kurduğu Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) Teorisi çok geniş uygulama alanı bulmuştur. Özellikle doğrusal regresyon modellerinde bulanık mantığın kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu tür çalışmalarda bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında bulunan ve modellenebilen doğrusal ilişkilerin soyut modellerindeki katsayılarının bulandırılmasının nasıl sağlandığı anlatılmakta ve sayısal bir örnek verilmektedir. Loutfi Zadeh'in yetiştirdiği, Behroz K, Abraham K., Tanaka K, Vejima S. ve Asai K. gibi araştırmacılar tarafından yapılan “bulanık doğrusal regresyon uygulamaları”, hataların minimize edilmesi derecesini artırmak amacıyla ortaya çıkmıştır (Güneş, 2011: 176-192).

4.1. Giriş

Profesyonel işletmeler, regresyon analizini karar destek sistemleri yapısı içinde uzun yıllar kullanmaktadır. İşletmeler bu analiz yardımıyla ellerindeki mevcut verilere dayanarak kurdukları deterministik modellerden çeşitli tahminlerde bulunmaktadır.

Mamafih beşeri ilişkilerde ve ticari faaliyetlerde birçok yön ve bilgi kesin değildir. 1960'lı yılların ortalarında bulanık mantık (Fuzzy Logic) teorisini geliştiren ve geometrik açıklamasını yapan Prof.Loutfi Zadeh, problem çözerken insanın düşünüş tarzını esas almıştır. Büyük, uzun, sıcak, yaşlı, genç, yavaş, hızlı gibi nispi kavramların derecelendirilmesinde Zadeh'in geliştirdiği Bulanık Set Teorisi ve matematik formülasyonu, klasik mantıktan çok daha geniş ufuk açmıştır.

Bütün bu gelişmeler sürerken Bulanık Mantık, yöneylem araştırması, istatistik ve diğer yakın alanlarda da teorik alt yapı kazanmış ve birçok karar problemine daha etkin çözümler sağlamıştır. Bu tipik alanlardan birisi de “Bulanık Doğrusal Regresyon”dur. Loutfi Zadeh'in ‘bulanık (nispi)’ kavramını literatüre kazandırmasından sonra Tanaka, Bulanık Doğrusal Regresyonun Teorisini geliştirmiştir. Yapılan benzer çalışmalar arasında Watada'nın Bulanık Zaman Serisi Analizi de vardır.

4.1.1. Bulanık Kümeler ve Üyelik Fonksiyonları

Bulanık mantık sayıların komşuluğu mantığına dayanır. Karar sürecinde bir durum bir sayıyla ifade edilir. Söz konusu durumun kabul edilirliliği o sayının ortaya çıkmasıyla sağlanır. Ancak bu sayıya yakın sayılar karar sürecinin bir parçası olarak algılanmaz. Oysa belirli bir güven katsayısında bu sayıların aynı popülasyonun üyeleri olduğunu öne sürmek de istatistiksel açıdan yanlış olmaz. Örneğin kritik faiz haddinin 0,06 olarak alındığı bir analizde 0,07'lik faiz haddi (kritik faiz haddine benzer) anlamlı sonuçlar üretebilir. Bu durumda aynı temel amaca hizmet eden sayıların komşuluğundan söz etmek mümkündür. X evrensel tanım kümesi üzerinde A bulanık kümesi, X uzayından birim aralığa bir dönüşüm olan $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonları ile tanımlanır: $\Phi(X)$, X uzayındaki tüm bulanık kümeler gösterir.

Eğer A , \mathbb{R} 'de tanımlı bir kümenin elemanı ise $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu $\mathbb{R} \rightarrow [0,1]$ aralığında oluşur. Diğer bir deyişle A kümesi $A=[a_1 a_3]$ aralığında ise genel olarak $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir.

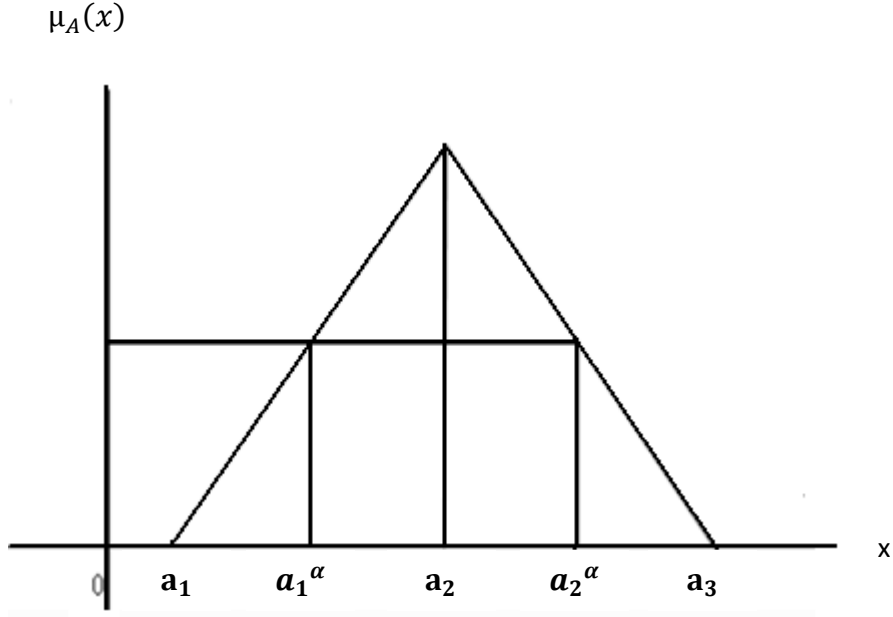
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ 1, & a_1 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases}$$

Üyelik fonksiyonları genellikle üçgensel üyelik fonksiyonları ve yamuk üyelik fonksiyonları olmak üzere iki başlık altında incelenir. Bu çalışmada üçgensel üyelik fonksiyonu esas alınmaktadır.

Üçgensel üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 < x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases}$$

Şekil 10. Üçgensel üyelik fonksiyonu



α değeri, bulanık mantık terminolojisinde kesim katsayısı olarak adlandırılır. a_1^α ve a_3^α sayıları ise a_2 normal değerinin komşuluğunu oluşturan alt ve üst sınır değerleridir. α şöyle ifade edilir.

$$\alpha = \frac{a_1^\alpha - a_1}{a_2 - a_1}$$

$$\alpha = \frac{a_3 - a_3^\alpha}{a_3 - a_2}$$

4.1.2. Bulanık Sistem

Bulanık kümeler ve bulanık mantık teorisinin en etkin uygulama alanı kontrol sistemleridir. Geleneksel kontrol sistemleri bulanık teorisinin yardımıyla bulanık kontrol sistemlerine dönüştürülebilir ve bu sistemlerin uygulanması birçok avantajı beraberinde getirir.

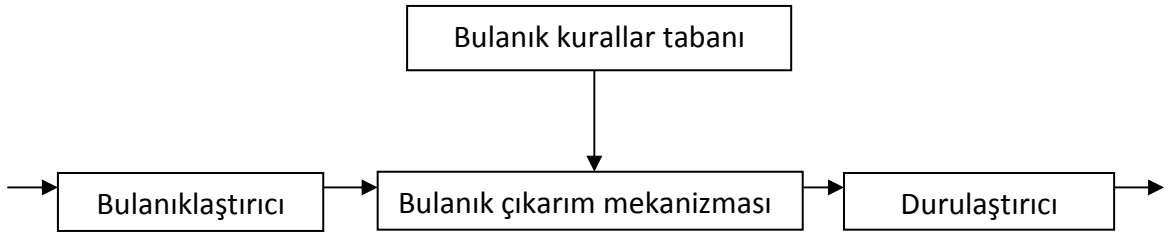
Bulanık sistemler genellikle koşul ve kurala dayalıdır. Bu sistemlerde kurallar bir koşul üzerinden ifade edilir. Mesela ‘faiz haddi yüksek ve cari açık büyükse ise bütçe açığı azaltılmalı’ yargısındaki gibi koşul-kural ikilileri sistemin esasını teşkil eder.

Bir bulanık sistemin tasarlanmasına karar verildikten sonra ilk aşamada koşul-kural ikililerinin tümü (genellikle uzmanlardan yardım alarak) elde edilir. Bu ikililer ifade

edilirken yüksek, düşük, orta, az ve pozitif gibi dilsel değerler kullanılır ve bu dilsel değerlerin uygun üyelik dereceleri bulunur.

Gerçek sistemlerde giriş değerleri kesindir, ancak çıkış değerleri bulanıktır. Bulanık sistemlerde ise giriş ve çıkış değerleri bulanıktır (dilseldir). Bulanık sistemlerin girişte kesin değerleri bulanık değerlere dönüştüren bulanıklaştırıcı özelliği sistemin analiz gücünü artırır ve diğer sistemlere göre avantaj sağlar. Ancak bir analizde giriş değerlerinin bulanık, çıkış değerlerinin ise kesin olması istenir. Bu yüzden çıkış değerlerini durulaştıran bir mekanizmanın ilave edildiği bulanık sistemler ideal sistem olarak algılanır. Bunlar ‘bulanıklaştırıcı ve durulaştırıcı sistem’ diye isimlendirilir.

Şekil 11. Bulanıklaştırıcı ve durulaştırıcı sistem



Bilgisayarların geniş kullanım alanı kazanmasıyla birçok alanda etkin yöntemler çok hızlı yaygınlaşmaktadır. Burada mekanik, fizik, kimya ve elektromagnetizma kanunları ile davranışları belirlenen mekanistik sistemlerin bilgisayarlara uygulanması önemli bir belirleyicidir. Ancak aynı durum hümanistik (insancıl) sistemler için geçerli değildir (Lee ve El-Sharkawi, 2008). (Humanistik sistemler davranışlarının bireyin muhakemesi, çevreyi algılaması ve duyguları tarafından belirlendiği sistemlerdir. Örneğin, ekonomi, politika, hukuk, eğitim gibi sistemler.)

Gerçek dünya karmaşıktır. Bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik, kesin düşünceden yoksunluk ve kararsızlıktan kaynaklanır. Birçok sosyal, ekonomik ve teknik konuda insan düşüncesinin tam anlamıyla olgunlaşmamış oluşundan dolayı belirsizlikler her zaman bulunur. İnsan tarafından geliştirilmiş olan bilgisayarlar, bu türlü bilgileri işleyemez ve çalışmalarını için sayısal bilgiler gerekir. Gerçek bir olayın kavranılması insan bilgisinin yetersizliği ile tam anlamıyla mümkün olmadığından insan, düşünce sisteminde ve zihninde bu gibi olayları yaklaşık olarak canlandırarak yorumlarda bulunur. Genel olarak değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi

tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık kaynaklar adı verilir. Zadeh'e göre gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelenirse çözüm daha bulanık hale gelir. Çünkü insan çok sayıdaki bilgi kaynaklarının tümünü aynı anda ve etkileşimli olarak kavrayamaz ve bundan kesin sonuçlar çıkaramaz.

4.2. Bulanık Doğrusal Regresyon

Bir regresyon problemi veri setine ait iki temel soruya cevap arar.

- 1) Veri setine en uygun matematiksel model nedir?
- 2) En uygun model nasıl belirlenir?

Tablo 10. Veri seti

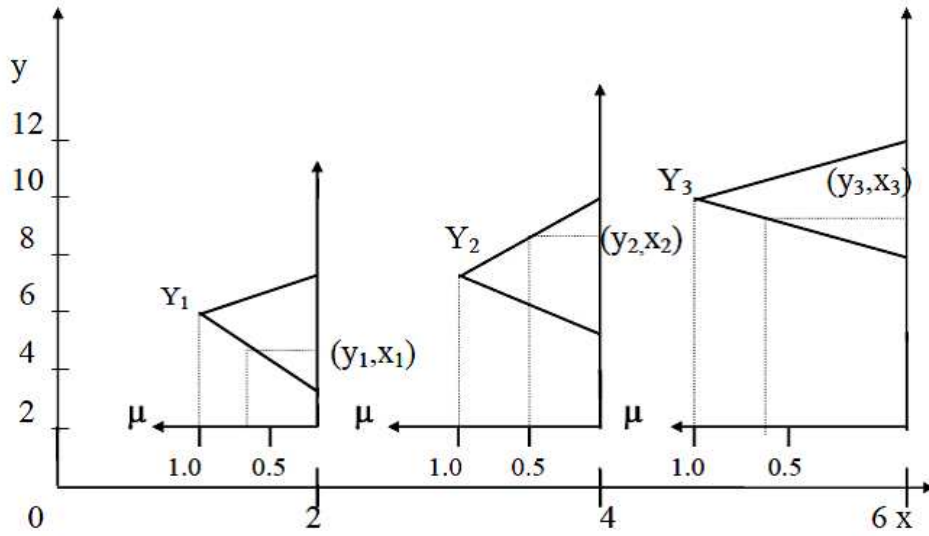
Örnek No	Çıktı (y)	Girdiler (x)
1	y_1	$x_{11}, x_{12} \dots x_{1N}$
2	y_2	$x_{11}, x_{12} \dots x_{2N}$
3	y_3	$x_{11}, x_{12} \dots x_{3N}$
.	.	÷
.	.	÷
.	.	÷
N	y_N	$x_{N1}, x_{N2} \dots x_{NN}$

Bulanık Doğrusal Regresyonda ise gözlenen değerler ile tahmin edilenler arasındaki sapmaların sistem yapısının bulanıklığından kaynaklandığı varsayılır. Diğer bir deyişle, sapmalar gözlem hatasından ziyade sistem parametrelerinin bulanıklığı ile ilgilidir. Bu düşünceye dayanarak bulanık doğrusal fonksiyonu,

$$Y = A_1 X_1 + \dots + A_n X_n = A X$$

şeklinde tanımlanır. Burada A_i tanımı verilen bulanık settir. Yukarıda gösterilen tablo için bulanık olmayan” veri seti durumunda çözülmesi gereken problem, A^* bulanık parametrelerini tahmin etmektir. Burada bulanık çıktı seti $Y_i^* = A^*$. X_i ifadesi h derecesinden büyük olan y_i değerlerini içermektedir.

Şekil 12. Bulanık doğrusal regresyonun grafik yapısı

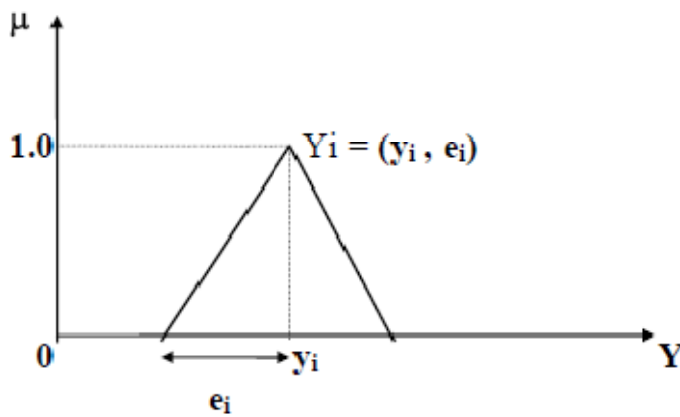


Tablo 11. Veri Seti

Örnek No	Çıktı (y)	Girdiler (x)
1	$y_1 = (y_1, e_1)$	$x_{11}, x_{12} \dots x_{1N}$
2	$y_2 = (y_2, e_2)$	$x_{21}, x_{22} \dots x_{2N}$
.	.	.
N	$y_N = (y_N, e_N)$	$x_{N1}, x_{N2} \dots x_{NN}$

Tablo 11’de verilen normal girdi-çıktı veri seti için (denklemleri belli olan) bulanık doğrusal regresyon modeli daha önce ifade edilmiştir. Bu aşamada ise $\mu = ($ şeklinde ifade edilen bulanık çıktı yapısı incelenmektedir. Burada y_i ve e_i , sırasıyla çıktının merkezi ve genişliğini (yani bulanıklık seviyesini) göstermektedir. Bulanık çıktı (Fuzzy Output) nın geometrik yapısı aşağıdaki gibidir.

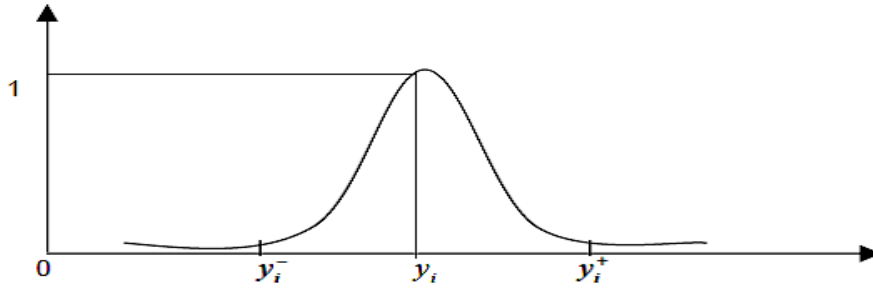
Şekil 13. Bulanık çıktı geometrik yapısı



Bilinen klasik regresyon problemlerinde gözlemler sabit kabul edilir. Örneğin ağırlık ve boy arasında varsayılan doğrusal modelin tahmininde her bireyden elde edilen gözlemler, ağırlık ve boy değerleri, sabittir. Belirli bir bireyin ağırlığı için bir ağırlık değeri veya boyu için bir boy değeri gözlenir. Yakalama yönteminde elde edilen gözlemlerde açıklanan değişken olan y 'nin (yığındaki işaretli oranın) bağımsız değişken olan x (yığındaki işaretli sayısı) için belirli bir değer alması söz konusu değildir. Belirli bir yığındaki işaretli sayısı (x) için alınacak n_i hacimli bir örnekten yığındaki işaretli oranı (y_i) örneğe bağlı olduğundan belirli bir değer almaz. y_i için örneğe bağlı olarak farklı y_i değerleri bulmak doğaldır. Bu durumda y_i , değeri sabit olmayan veya bulanık bir sayıdır ve n_i adımıda yığındaki işaretli oranını ifade eder.

Gerçekte y_i değeri, n_i adımıdaki yığın y_i işaretli oranının nokta tahminidir. y_i tahminleri, örneğe bağlı olduğundan veya doğrudan bir gözlem değeri olmadığından bulanık bir sayıdır. Bu bulanık sayı y_i değerini %95 ihtimalle kapsayacak şekilde aşağıdaki üyelik fonksiyonu ile tanımlanabilir.

Şekil 14. Üyelik fonksiyonu



$$y_i^- = y_i - \sqrt{\frac{y_i(1-y_i)}{n_i}} \cdot 1,96$$

$$y_i^+ = y_i + \sqrt{\frac{y_i(1-y_i)}{n_i}} \cdot 1,96$$

Örnek:

Tablo 12. Veriler

Gün (i)	n_i	Örnekteki işaretli sayısı . (r_i)	Yığındaki işaretli sayısı (x_i)	Örnekteki işaretli oranı ($y_i = \frac{r_i}{n_i}$)	y_i^-	y_i^+
1	437	0	0	0	*	*
2	890	128	437	0.14382	0.12076	0.166874
3	1019	409	1199	0.40137	0.37127	0.431467
4	88	55	1809	0.62500	0.52384	0.726151
5	83	48	1842	0.57831	0.47206	0.684551
6	45	30	1877	0.66666	0.52892	0.804395
7	77	47	1892	0.61038	0.50145	0.719306

y_i gözlem değeri daha önceki örnek veya işaretli sayılarına bağlıdır. y_i gözleminin beklenen değeri; $E(y_i) = \frac{x_i}{N}$ eşitliği ile ifade edilir. Burada x_i yakalama yönteminde örneğe alınan birimlerin işaretli sayısını, başka bir ifadeyle yığındaki işaretli birimlerin toplam sayısını ifade eder. Bu sayı daha önce örneğe alınan birimlerin miktarına bağlıdır. Her y_i gözlemi daha önceki örnek hacimlerine veya gözlem dağılımına bağlıdır.

y_i bulanık gözlemlerinin bağımlı olduğundan normal bulanık küme fonksiyonu ile bu bulanık sayıların sınırlarını şöyle ifade edebiliriz.

$$y_i^- = y_i - \sqrt{\frac{y_i(1-y_i)}{n_i}} \cdot 1,96$$

$$y_i^+ = y_i + \sqrt{\frac{y_i(1-y_i)}{n_i}} \cdot 1,96$$

$$i = 2, \dots, k$$

Yukarıda verilerden hareket ederek çözüm aşağıdaki şekilde bulunur.

$$i = 2, \dots, k \text{ olmak üzere,}$$

$$\hat{y}_i^- = 0,023 + 0,000262x_i$$

$$\hat{y}_i^+ = -0,024 + 0,000406x_i$$

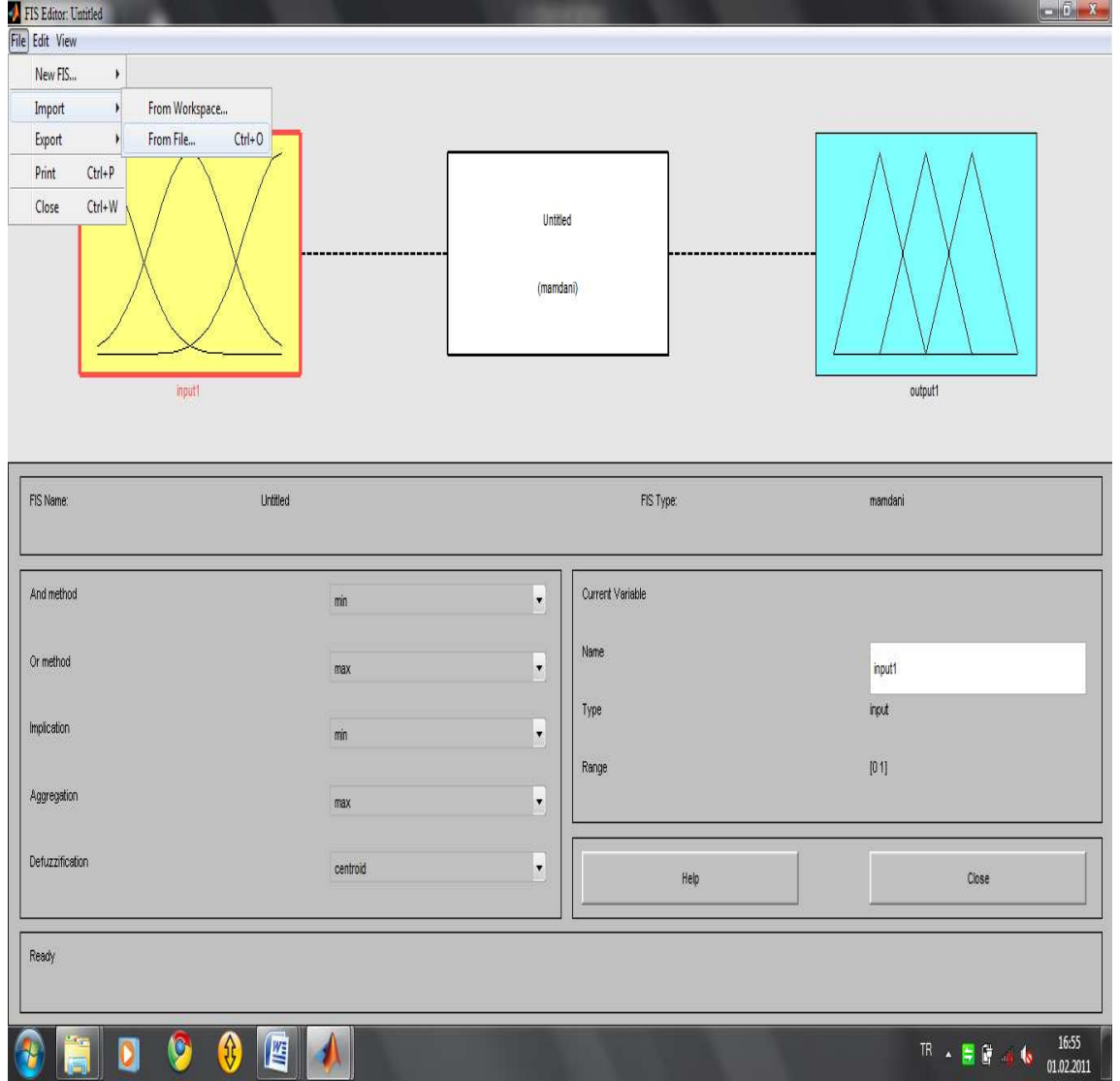
4.3. Bulanık Mantık ile Uygulama

Bu çalışmada bulanık mantık uygulaması iki aşamada yapılmaktadır. İlk aşamada cari açığın bütçe açığına etkisi araştırılmaktadır. Bu yüzden açıklanan ve açıklayıcı değişken olarak, sırasıyla, BF/GSYİH ve CF/GSYİH seçilmektedir. İkinci aşamada bütçe açığının cari açığa etkisi araştırılmaktadır. Bu yüzden açıklanan ve açıklayıcı değişken olarak, sırasıyla, CF/GSYİH ve BF/GSYİH seçilmektedir.

4.3.1. Bulanık Mantık ile Uygulama (Cari Açıktan Bütçe Açığına Doğru İlişki)

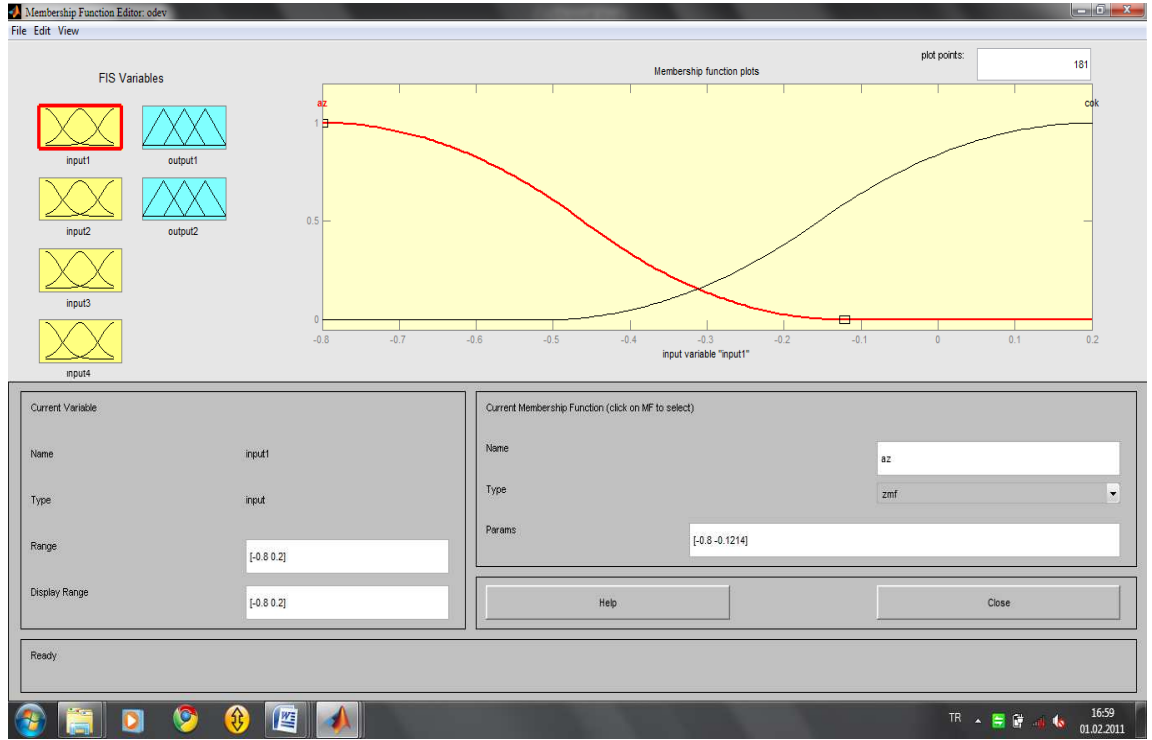
Bulanık mantık modellemesinin bu aşamasında y ve x , sırasıyla, BF/GSYİH ve CF/GSYİH'yi temsil etmektedir. Yani y ve x değişkenleri, sırasıyla, daha önceki çalışmalarda (regresyon tahmini ve yapay sinir ağları analizinde) kullanılan x_3 'e ve y 'ye karşılık gelmektedir. Girdi katmanında x ve y değerleri için ortalama ve standart sapmalar olmak üzere 4 girdi vardır. Çıktı katmanında ise $y = ax + b$ denklemindeki a ve b katsayıları vardır. Kurallar altı eğitim setindeki verilerin ortalama ve sapmalarının setin regresyon denklemleriyle arasındaki ilişkisine göre ortaya çıkmaktadır. Sistemdeki verilerin ortalama ve sapmaları verildiğinde çok uzak bir tahmin söz konusu değildir.

Şekil 15. MATLAB' da bulanık mantık araç kutusu (Fuzzy Logic Toolbox)

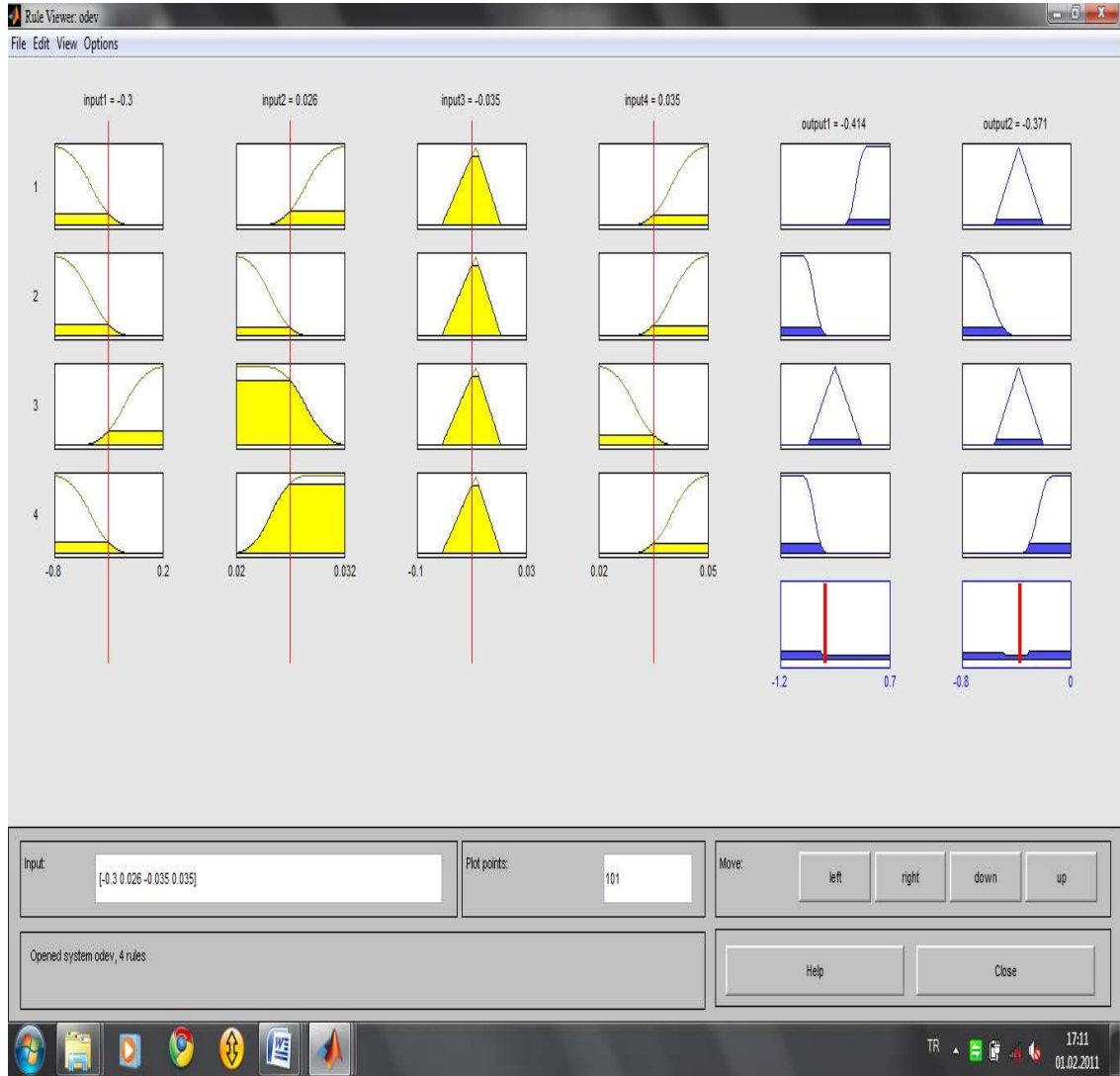


Öncelikle, oluşturulan fis dosyası yukarıdaki gibi açılır. Dosya açıldıktan sonra FIS Editor view sayfasından üyelik fonksiyonları, kural tabanına giriş yapılabilir ve değişkenler arasındaki ilişki görülebilir.

Şekil 16. Kural tabanlı üyelik fonksiyonu

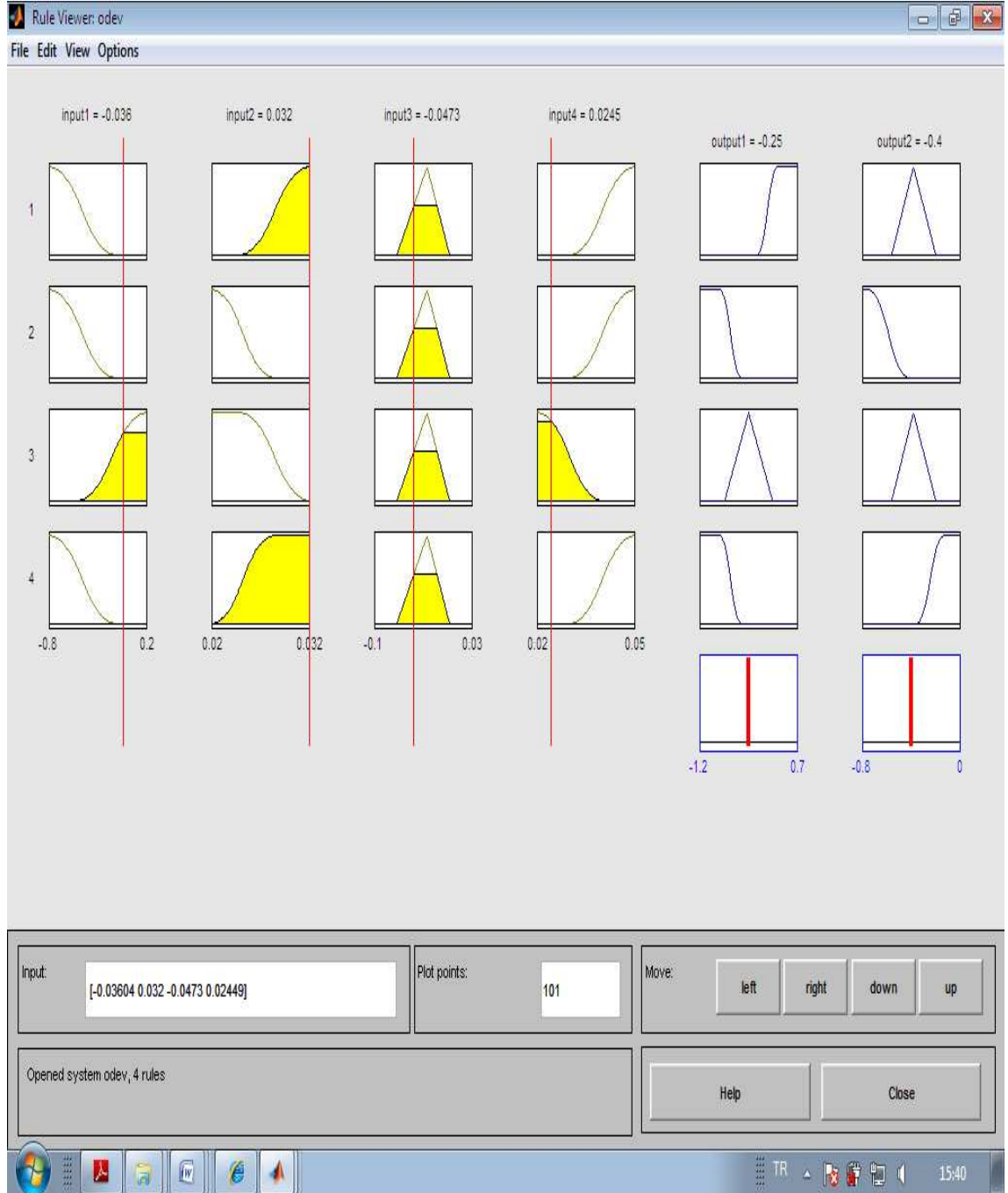


Şekil 17. Bulanık mantık yapısı



Şekil 16’da oluşturulan kural tabanana göre girdi (input) değerleri (x ve y ’nin ortalaması ve standart sapması) girilerek aradaki ilişki değişimleri gözlemlenebilir. Gözlemlenen çıktı (output) değerleri ise $y = ax + b$ denkemindeki a ve b katsayılarıdır.

Şekil 18. Bulanık mantık sonuç verisi



Bu analize göre $y = ax + b$ formu x ve y için aşağıdaki şekli alır.

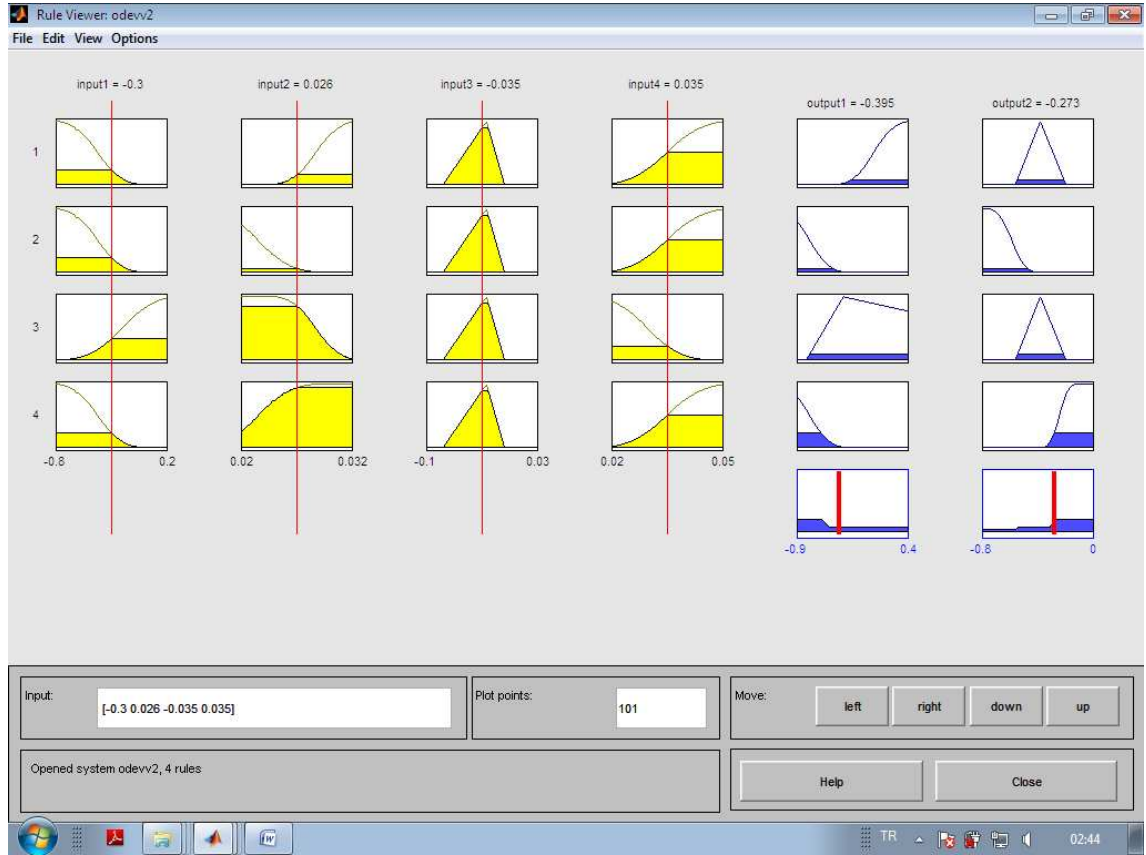
$$y = -0,25x - 0,4$$

Analiz, x 'teki 1 birimlik artışın y 'yi 0,25 azalttığına işaret eder. Yani cari açığın hasılaya oranındaki yüzde 1'lik artış/azalış bütçe açığının hasılaya oranını yüzde 0,25 azaltmaktadır/artırmaktadır.

4.3.2. Bulanık Mantık ile Uygulama (Bütçe Açığından Cari Açığa Doğru İlişki)

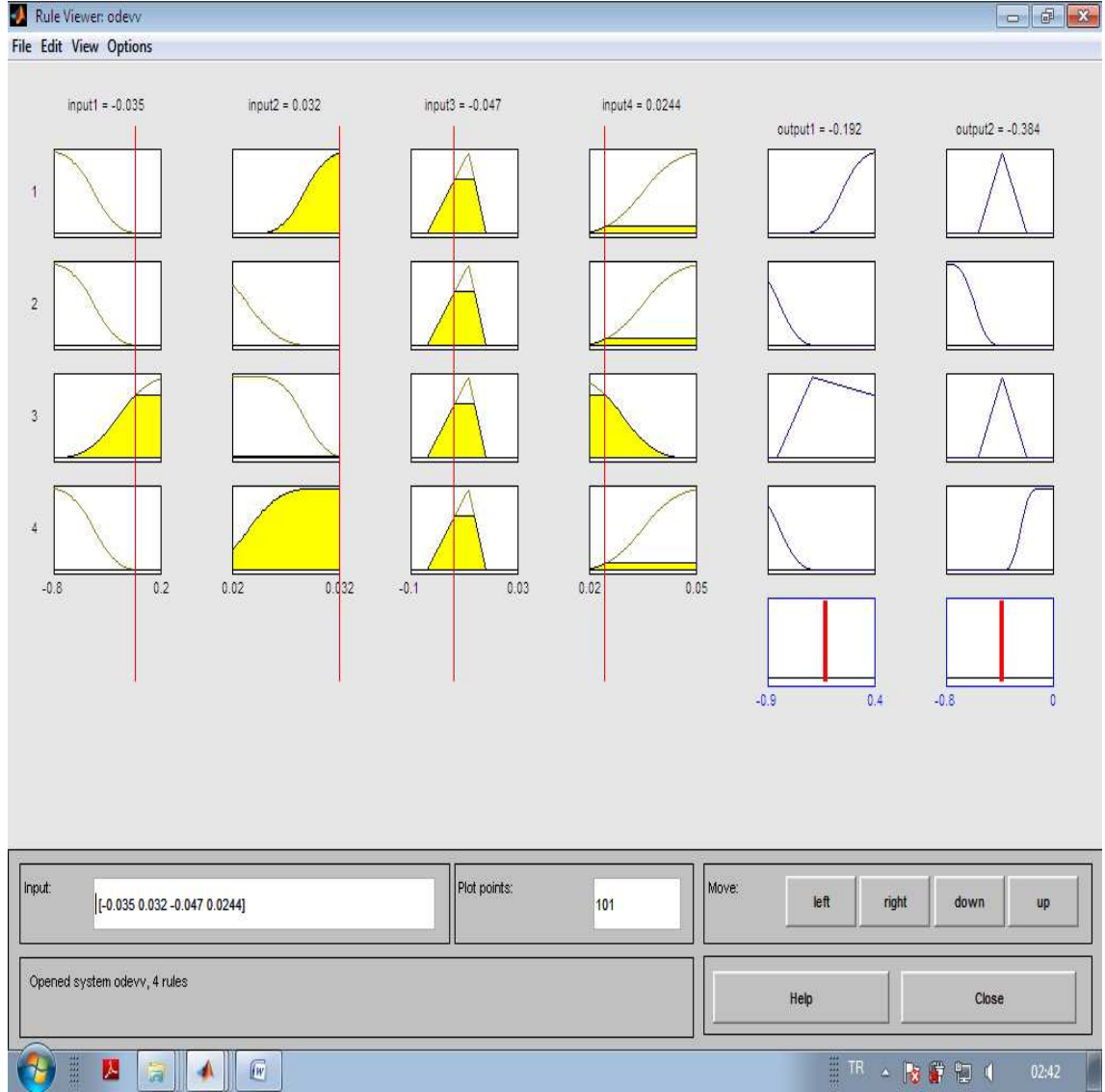
Bulanık mantık modellemesinin bu aşamasında bütçe açığından cari açığa doğru ilişki (bütçe açığının cari açığa etkisi) araştırılmaktadır. Burada y ve x , sırasıyla, CF/GSYİH ve BF/GSYİH'yi temsil etmektedir. Yani y ve x değişkenleri, sırasıyla, daha önceki çalışmalarda (regresyon tahmini ve yapay sinir ağları analizinde) kullanılan y ve x_3 'e karşılık gelmektedir. Girdi katmanında x ve y değerleri için ortalama ve standart sapmalar olmak üzere 4 girdi vardır. Çıktı katmanında ise $y = ax + b$ denklemindeki a ve b katsayıları vardır. Kurallar altı eğitim setindeki verilerin ortalama ve sapmalarının setin regresyon denklemleriyle arasındaki ilişkisine göre ortaya çıkmaktadır. Sistemdeki verilerin ortalama ve sapmaları verildiğinde bu kez de çok uzak bir tahmin söz konusu değildir.

Şekil 19. Bulanık mantık yapısı



Şekil 16'da oluşturulan kural tabanana göre girdi (input) değerleri (x ve y 'nin ortalaması ve standart sapması) girilerek aradaki ilişki değişimleri gözlemlenebilir. Gözlemlenen çıktı (output) değerleri ise $y = ax + b$ denkemindeki a ve b katsayılarıdır.

Şekil 20. Bulanık mantık sonuç verisi



Bu analize göre $y = ax + b$ formu x ve y için aşağıdaki şekli alır.

$$y = -0,384x - 0,192$$

Analiz, x'teki 1 birimlik artışın y'yi 0,384 azalttığına işaret eder. Yani bütçe açığının hasılaya oranındaki yüzde 1'lik artış/azalış cari açığın hasılaya oranını yüzde 0,384 azaltmaktadır/artırmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmanın ampirik analizine göre ikiz açıklar hipotezi Türkiye örneği üzerinden destek görmemektedir. Klasik tahmin analizi, bütçe açığının hasılaya oranındaki yüzde 1'lik artışın/azalışın cari açığın hasılaya oranını yüzde 0,31 azaltacağına/artıracağına işaret eder. Yapay sinir ağları modeline göre, bütçe açığının hasılaya oranındaki yüzde 1'lik artış/azalış cari açığın hasılaya oranını yüzde 0,478 azaltmaktadır/artırmaktadır. Bu sonuç, veri seti üzerinden % 98,1 güvende anlamlıdır. Bulanık mantık analizinin birinci kısmı cari açığın hasılaya oranında yüzde 1'lik artışın/azalışın bütçe açığının hasılaya oranında yüzde 0,25 azalışa/artışa neden olduğunu gösterir. Bulanık mantık analizinin ikinci kısmı ise bütçe açığının hasılaya oranında yüzde 1'lik artışın/azalışın cari açığın hasılaya oranında yüzde 0,384 azalışa/artışa neden olduğunu ortaya koyar. Yani analiz sonuçlarına göre bütçe açığının cari açık üzerinde, ikiz açıklar hipotezinin ifade ettiğinin aksine, negatif yönlü etkisi vardır.

Türkiye örneği analizinde geleneksel yaklaşımın üzerine kurulu olduğu, bütçe açığındaki artışın yurtiçi faiz haddini yükseltmek ve döviz kurunu düşürmek veya hasılayı artırmak suretiyle cari açığı artırdığı mekanizmanın işlediği söylenemez. Burada REH'in öngördüğü, bütçe açığındaki artışın özel sektör tasarrufundaki artış ile dengelendiği ve faiz haddi, döviz kuru ve cari açığın değişmediği iktisadi örgü de açıklayıcı değildir. Türkiye örneğinde yurtiçi faiz haddinin yatırımlar üzerindeki etkisi belirleyici olabilir. Corsetti ve Müller'in ifade ettiği gibi, bütçe açığındaki artışın uyardığı yurtiçi faiz haddindeki yükselişin yatırımları düşüreceği ve (yatırımların ulusal tasarruf ile karşılanmayan kısmı diye ifade edilen) cari açığı düşüreceği söylenebilir. Bu durumda dış ticaret haddindeki değişim, ekonominin dışa açıklık derecesi ve bütçe açığına yol açan maliye politikasının sürekliliği, daha önce değinildiği üzere, esas teşkil eder. Türkiye Ekonomisinin (ikiz açıklar hakkında yapılan çalışmaların sıklıkla örnek aldığı) gelişmiş ekonomilerle karşılaştırıldığında dışa açıklık derecesinin düşük olduğu söylenebilir. Ayrıca Türkiye'de uygulanan maliye politikası diğerlerine göre daha az sürekli. Böylece yurtiçi faiz haddindeki yükselişin yatırımlar ve cari açık üzerindeki düşürücü etkisi dış ticaret haddindeki yükselişten çok fazla etkilenmez. (Bütçe açığındaki artış nominal/reel döviz kurunu ve dış ticaret haddini yükseltirken yurtiçi yatırımların beklenen getirisini (yatırımların maliyetindeki değişimin beklenen

getirisinden daha düşük olduğu varsayımı altında) ve yatırımları artırır. Bu durum yurtiçi faiz haddindeki yükselişin yatırımlar üzerindeki düşürücü etkisini zayıflatabilir ya da ortadan kaldırabilir.) Bütçe açığındaki artışın cari açığı artırdığına işaret eden ikiz açıklar hipotezinin Türkiye örneğinde destek görmemesi hasıla gibi diğer önemli makroekonomik değişkenler üzerinde durularak kısmen açıklanabilir. Burada, değişkenler arasındaki ‘nedensellik’ ilişkisi ile ‘birlikte ortaya çıkma’ veya ‘biraradalık’ ilişkisinin mantıksal zemininin farklı olduğu tekrarlanabilir. Tabii ki ikiz açıklar hipotezi bütçe açığı ve cari açık arasındaki nedensellik ilişkisi üzerinedir. Ancak ikiz açıklar literatürünün diğer değişkenlerdeki değişimin bütçe açığı ve cari açık üzerindeki etkisini araştıran-biraradalık ilişkisine vurgulayan yanı yok sayılamaz. Cavallo, Corsetti ve Müller ve Kim ve Roubini’nin açıkladığı iktisadi örgüde hasıla artarken vergi geliri artar ve transfer harcamaları düşer; bütçe açığı azalır veya bütçe fazlası artar. Çıktı düzeyi/hasıla artarken diğer taraftan yatırımlar artar ve (yatırımların ulusal tasarrufla karşılanmayan kısmı diye ifade edilen) cari açık (yatırımdaki artışın ulusal tasarruftaki artışı aşacağı varsayımı altında) azalır.

Benzer şekilde diğer değişken olarak döviz kurunun ele alındığı bir yaklaşım Türkiye örneğinde aynı yönde hareket eden cari açık ve bütçe açığı matrisini kısmen açıklar. Döviz kuru düşerken (ulusal para değerlendirildiğinde), ceteris paribus, bütçedeki borç yükü yabancı para üzerinden olduğundan bütçe açığı azalır veya bütçe fazlası artar. Diğer taraftan (Türkiye ekonomisinde ihracatın ithal girdilere dayalı olduğu ve döviz kurundaki düşüşün üretkenlik artışından kaynaklandığı düşünüldüğünde) cari açığın azalması veya cari fazlanın artması beklenir (Yanık, 2006: 40).

İkiz açıklar hipotezinin Türkiye örneği üzerinden analizi Türkiye Ekonomisinin bazı önemli yapısal özelliklerinin vurgulanmasını gerektirir. Vergi sistemi bu bağlamda önemli bir değişkendir. Türkiye Ekonomisinde dolaylı vergi esas teşkil eder ve bunun hatırı sayılır kısmını ithal mallar üzerinden alınan dolaylı vergiler oluşturur. Burada dinamik bir görüntü elde etmek için bir ekonomik analiz yapmak yerinde olur. İthalatın ve bunun sonucunda cari açığın azaldığı bir örnekte vergi sisteminde ithal malların ağırlığı yüksek olan bir ekonominin bütçe açığı artar veya bütçe fazlası azalır. Zincirin tersinden bir örnekte ise ekonomi otoritesinin ithal mallar üzerinden alınan vergileri artırdığı düşünüldüğünde yine açıkların ters yöne hareket edeceği öngörülür. Türkiye

ekonomisinin son dönemlerinde çok önemli bir matris teşkil eden bu örgü, ikiz açıklar hipotezini zayıflatır. Bütçe açığındaki artışın bileşimi de ekonominin yapısal özelliklerinin belirleyiciliği bağlamında değerlendirilebilir. Türkiye Ekonomisinde bütçe açığı dış ticarete konu olmayan hizmet sektörüne dayanır. Bu durumda Cavallo'nun ifade ettiği gibi, bütçe açığındaki artış hizmetlilerin işgücü artırılarak karşılandığından cari açığı artırmaz.

Çalışmanın 'İkiz açıklar hipotezi Türkiye Ekonomisi örneğinde geçerli değildir.' veya 'İkiz açıklar hipotezi için gerekli koşullar Türkiye Ekonomisi örneğinde mevcut değildir.' diye ifade edilen tezi ampirik analizle doğrulanmaktadır. Çalışma, daha önce değinildiği üzere bütçe ve cari açık arasındaki ilişkinin karmaşık ve dinamik olduğuna işaret eder. Bu yüzden her somut ekonomi örneğinde anahtar değişken ve örgüler araştırılmalı ve bu doğrultuda politika önerileri getirilmelidir.

İkiz açıklar hipotezi üzerindeki teorik ve ampirik literatür çok geniştir ve hızla artmaya devam etmektedir. Ancak literatür içinde geniş ölçekte bir uzlaşmaya varıldığı söylenemez. Farklı ekonomiler, zaman dilimleri, açıklayıcı değişkenler ve ampirik aletler içeren birçok çalışma birbirinden çok farklı sonuçlar vermektedir. Bu özellik, daha önce değinildiği üzere bir zayıflığa işaret etmez. Aksine iktisatçıların, daha önce değinildiği üzere, iktisadi olgu ve olayları her ekonomide tüm zaman dilimleri ve koşullarda açıklayan tek bir mükemmel model arayışında olmak yerine analiz ettiği modellerin ve onların varsayımlarının hangi durumda geçerli olduğunu araştırması genel kabul görmektedir.

KAYNAKÇA

- ABELL, J. D. (1990), 'Twin Deficits During the 1980's', *Journal of Macroeconomics*, Vol. 12, s. 81-96.
- BACHMAN, D. D. (1992), 'Why Is the US Current Account Deficit So Large? Evidence from Vector Autoregressions', *Southern Economic Journal*, Vol. 59 (2), s.232-240.
- BAGNAI, Alberto (2006), 'Structural Breaks and the Twin Deficits Hypothesis', *International Economics and Economic Policy*, Vol. 3, s. 137-155.
- BAHARUMSHAH, A.Z., H. ISMAIL ve E. LAU (2009), 'Twin Deficits Hypothesis and Capital Mobility: The Asian-5 Perspective', *Jurnal Pengurusan*, Vol. 29, s. 15-32.
- BARRO, Robert J. (1974), 'Are Government Bonds Net Wealth?', *Journal of Political Economy*, Vol. 81, s. 1095-1117.
- BAXTER, Marianne (1995), 'International Trade and Business Cycles', Editors: Gene M . Grossman and Kenneth Rogoff (1995), *Handbook of International Economics*, Vol. 3, s. 1801-1864.
- BERNHEIM, B. D. (1989), 'A Neoclassical Perspective on Budget Deficits', *Journal of Economic Perspectives*, Vol.3, s.63.
- BLEJER, M. ve A. CHEASTY (1991), 'The Measurement of Fiscal Deficits: Analytical and Methodology Issue', *Journal of Economic Literature*, December, s.1657.
- CAVALLO, Michele (2005a), 'Understanding The Twin Deficits: New Approaches, And New Results', *FRBSF Economic Letter*, Number 16.
- CAVALLO, Michele (2005b), 'Government Consumption Expenditures and the Current Account', *FRBSF Working Paper Series*, Number 3.
- CHOWDHURY, Khorshed ve A. Salman SALEH (2007), 'Testing the Keynesian Proposition of Twin Deficits in the Presence of Trade Liberalisation: Evidence from Sri Lanka', *University of Wollongong Working Paper Series*, Number 07-09.

- CORSETTI, Giancarlo ve Gernot J. MULLER (2007), 'Twin Deficits, Openness and the Business Cycle', *Journal of the European Economic Association*, Vol.6, s. 404-413.
- CORSETTI, Giancarlo ve Gernot J. MULLER (2006), 'Twin Deficits: Squaring Theory, Evidence and Common Sense', *Economic Policy*, October 2006, s. 597-638.
- DARRAT, D. A. (1988), 'Have Large Budget Deficits Caused Rising Trade Deficit', *Southern Economic Journal*, Vol. 54, s. 879-887.
- DENTON, J.W. (1995), 'Causal Forecasting with Neural Networks', *Journal of Business Forecasting Methods and Systems*, Vol. 14, Number 2, s. 17-20.
- ENDERS, Walter ve Bog-Soo LEE (1990), 'Current Accountant Budget Deficits: Twins or Distant Cousins', *Review of Economics and Statistics*, Vol. 72(3), s. 373-381.
- ENGELBRECHT, A. P. (2007), *Computational Intelligence: An Introduction*, 2. Baskı, John Wiley & Sons Ltd., California, s. 475-478.
- ERCEG, Christopher J., Luca GUERRIERI ve Christopher GUST (2005), 'Expansionary Fiscal Shocks and the Trade Deficit', *International Finance*, Vol.8, s.361-397.
- FELDSTEIN, M. (1992), 'The Budget Deficit and Trade Deficit Aren't Really Twins', *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, Number 1050.
- FELDSTEIN, M. (1986), 'The Budget Deficit and the Dollar', *NBER Working Paper*, Number 1898.
- FLEMING, J. M. (1962), 'Domestic Financial Policies under Floating Exchange Rates', *IMF Staff Papers*, Number 9.
- FRENKEL, J. A. ve A. RAZIN (1987), *Fiscal Policies and the World Economy, An Intertemporal Approach*, The MIT Press, Cambridge.

- FRENKEL, J. A. ve A. RAZIN (1986), 'Fiscal Policies in the World Economy, *Journal of Political Economy*, Vol. 94, s. 564-594.
- FRENKEL, J. A. ve H. G. JOHNSON (1976), *The Monetary Approach to the Balance of Payments*, University of Toronto Press, Toronto ve Buffalo.
- The MathWorks, Inc., (2010), FUZZY LOGIC TOOLBOX™ USER'S GUIDE
COPYRIGHT.
- GRIER, Kevin ve Haichun YE (2009), 'Twin Sons of Different Mothers: The Long and the Short of the Twin Deficits Debate', *Economic Inquiry*, Vol. 47, No. 4, October 2009, s.625-638.
- GÜNEŞ, M. (2011), 'Bulanık Doğrusal Sistemler ve Regresyon Modellerine Uygulanması', *A Review of Social, Economic & Business Studies*, Vol.1, No.1, Fall 2001, s. 176-192.
- JARKO, Fidrmuc (2003), 'The Feldstein-Horioka Puzzle and Twin Deficits in Selected Countries', *Economics of Planning*, Vol. 36, s. 135-152.
- KIM, Soyoung, ve Nouriel ROUBİNİ (2008), 'Twin Deficits or Twin Divergence? Fiscal Policy, Current Account and Real Exchange Rate in the U.S.', *Journal of International Economics*, Vol. 74, s. 362-383.
- LEE, K. Y. ve M. A. EL-SHARKAWI (2008), *Modern Heuristic Optimization Techniques Theory and Applications to Power Systems*, 2. Baskı, John Wiley & Sons Inc., New Jersey.
- MAKIN, A. J. (2002), *International Macroeconomics*, Pearson Education, London.
- MILNE, E. (1977), 'The Fiscal Approach to Balance of Payments', *Economic Notes*, November 1977, s.89-107.
- MUNDELL, R. A. (1968), *International Economics*, The Macmillan Co., New York.
- MUNDELL, R. A. (1960), 'The Monetary Dynamics of International Adjustment under Fixed Flexible Rates', *Quarterly Journal of Economics*, s. 227-257.
- MULLER, S.M. ve F. S. RUSSEK (1989), 'Are the Twin Deficits Really Related?', *Contemporary Policy Issues*, Vol. 7, s. 91-115.

- The MathWorks, Inc., (2010), NEURAL NETWORK TOOLBOX™ USER'S GUIDE COPYRIGHT.
- NORMANDIN, M. (1994), 'Budget Deficit Persistence and the Twin Deficits Hypothesis', *Universite du Quebec a Montreal Working Paper*, Number 31.
- NORMANDIN, M. (1999), 'Budget Deficit Persistence and the Twin Deficits Hypothesis (revised form)', *Journal of International Economics*, Vol. 49, s.171-193.
- ÖZTEMEL, E. (2008), *Yapay Sinir Ağları*, 3. Baskı, Papatya Yayınları. İstanbul.
- PARKIN, M. (1984), *Macroeconomics*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- SAATÇI, M. YASİN (2007), 'Türkiye'de Bütçe Açıkları ve Finansman Şekilleri', *Bütçe Dünyası Dergisi*, Cilt 2, Sayı 26, s. 91-101.
- SACHS, Jeffer. D. ve Filipe B. LARRAINE (1993), *Macroeconomic in the Global Economy*, Prentice-Hall Inc., New Jersey, s. 189-217.
- SALVATORE, Dominick (2006), 'Twin Deficits in the G-7 Countries and Global Structural Imbalances', *Journal of Policy Modeling*, Vol. 28, s.701-712.
- SAMADI, A. H. (2006), 'The Twin Deficits Phenomenon in Some MENA Countries', *Iranian Economic Review*, Vol. 10, No. 16, s.129-140.
- SEATER, J. J. (1993), 'Ricardian Equivalence', *Journal of Economic Literature*, Vol. 31, s. 90-142.
- ÜNSAL, E. M. (2005), *Uluslararası İktisat: Teori, Politika ve Açık Ekonomi Makro İktisadi*, 1. Baskı, İmaj Yayınevi, Ankara.
- WINNER, L. E. (1993), 'The Relationship of the Current Account Balance and the Budget Balance', *The American Economist*, Vol. 37, Number 2.
- YE, Haichun (2007), 'An Econometric Analysis of Twin Deficits Hypothesis', Basılmamış Doktora Tezi, University Of Oklahoma Graduate Collage.
- YANIK, Y (2006), 'Twin Deficits Hypothesis: An Empirical Investigation', Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

Ünsal Ozan KAHRAMAN, 1984 doğumludur. İlköğretim ve lise öğrenimini Sakarya'da görmüŐtür. Daha sonra Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi İktisat Bölümüne girmiŐtir. Buradan fakülte derecesiyle mezun olduktan sonra 2009 yılında Sakarya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümünde araştırma görevlisi olarak göreve başlamıŐtır ve halen görevini sürdürmektedir.