

**TAHMİN YÖNTEMLERİNDE YARGISAL FAKTÖRLER İÇİN ANALİTİK
AĞ SÜRECİNİN KULLANILABİLİRLİĞİ VE BİR UYGULAMA**

AYKAN AKINCILAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Haziran 2011
ANKARA**

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

22.06.2011

Aykan AKINCILAR

Aykan AKINCILAR tarafından hazırlanan “Tahmin Yöntemlerinde Yargısal Faktörler İçin Analitik Ağ Sürecinin Kullanılabilirliği Ve Bir Uygulama” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun bulunduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Erol ŞAHİN

.....

Tez Danışmanı, Endüstri Mühendisliği ABD

Bu çalışma, jürimiz tarafından oybirliği ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. İzzettin TEMİZ

.....

Endüstri Mühendisliği ABD, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Erol ŞAHİN

.....

Endüstri Mühendisliği ABD, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Babek ERDEBİLLİ

.....

Endüstri Mühendisliği ABD, Atılım Üniversitesi

22 / 06 / 2011

Bu tez ile Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**TAHMİN YÖNTEMLERİNDE YARGISAL FAKTÖRLER İÇİN ANALİTİK
AĞ SÜRECİNİN KULLANILABİLİRLİĞİ VE BİR UYGULAMA
(Yüksek Lisans Tezi)**

Aykan AKINCILAR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2011**

ÖZET

Tahmin yöntemlerinde çoklu kriterlerin ve yargısal ifadelerin dikkate alınması daha gerçekçi tahminlerin yapılabilmesini sağlayacaktır. Döviz kurları tahmini üzerine yapılan ve sayısal yöntemleri kullanan çalışmalarda ele alınan karar problemine etki eden sayısal olarak ölçülemeyen kriterlerin bulunmasından dolayı bu kriterlerin de karar problemine entegre edilmesi gerekir. Bu tez çalışmasında çoklu kriterlerin ve yargısal kararların tahmin yöntemlerinde uygulanabilirliği için Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi kullanılarak çeşitli para birimlerinin pariteleri için uygulaması yapılmıştır. Böylece, literatürde sıklıkla çalışılan döviz kurları tahmini çalışmalarına yeni bir boyut getirilerek karar probleminin daha doğru sonuç vermesi sağlanmıştır.

Bilim kodu : 906.1.066

Anahtar Kelimeler : Yargısal tahmin, tahmin yöntemleri, analitik hiyerarşi süreci, analitik ağ süreci

Sayfa Adedi : 85

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Erol ŞAHİN

**APPLICABILITY OF JUDGMENTAL FACTORS IN FORECASTING
METHODS AND AN APPLICATION**

(M.Sc. Thesis)

Aykan AKINCILAR

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2011

ABSTRACT

In forecasting methods, considering of multi-criteria approach including judgmental criteria provides more reliable forecasts. Because of existing qualitative criteria affecting exchange rate forecasting should be integrated to the publishes applying quantitative methods in decision problem. In this thesis, Analytic Network Process (ANP) is applied to prove usability of multi-criteria approach and judgmental factors in forecasting methods and applications of various exchange rates followed. Thus, a new approach of exchange rate forecasting studies is presented and more reliable results obtained.

Science Code	: 906.1.066
Key Words	: Judgmental forecasting, forecasting techniques, analytic hierarchy process, analytic network process
Page Number	: 85
Adviser	: Assist. Prof. Erol ŞAHİN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve görüşlerini esirgemeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Erol ŞAHİN'e, Yrd. Doç. Dr. İzzettin TEMİZ'e ve Atılım Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Babek ERDEBİLLİ'ye, ayrıca anket sorularını yanıtlayan tüm katılımcılara teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. YÖNTEM VE KAVRAMLAR	8
3.1. Problemin Çözümünde Kullanılan Kavram ve Tanımlar.....	8
3.1.1. Tahmin problemlerinde kullanılan kavram ve tanımlar.....	8
3.1.2. Tahmin kavramına genel bakış.....	10
3.1.3.ÇÖKV problemlerinde kullanılan kavram ve tanımlar.....	22
3.1.4.Çok kriterli karar verme kavramına genel bakış	24
3.2. Problemin Çözümünde Kullanılan Yöntemler	27
3.2.1. Tahmin yöntemleri.....	28
3.2.2.Çok ölçütlü karar verme yöntemleri	35
4. UYGULAMA	43
4.1. Gelecek Dönem Tahminlerinin Elde Edilmesi	45
4.2. Tahmin Değerlerinin Hiyerarşik Yapıya Entegrasyonu	52
4.2.1. Kriter grupları ve alt kriterler	52

4.2.2. Tahmin değerlerinin karar problemine entegrasyonu.....	54
4.3. Problemin Çözümü	55
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR.....	67
EKLER.....	71
EK-1. Tez çalışmasında katılımcılara uygulanan anket.....	72
EK-2. Bağımlılıklar dahilinde kriter ağırlıklarının hesaplanması örneği	82
EK-3. Tutarlılık hesabı örneği.....	83
EK-4. Karlılık kriteri İKM'nin oluşturulması örneği	84
ÖZGEÇMİŞ.....	85

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Saaty Skalası	38
Çizelge 3.2. RI değerleri	40
Çizelge 4.1. \$/TL için uygulanan modeller ve performans kriter değerleri.....	47
Çizelge 4.2. €/TL için uygulanan modeller ve performans kriter değerleri.....	48
Çizelge 4.3. £/TL için uygulanan modeller ve performans kriter değerleri.....	49
Çizelge 4.4. \$/TL, €/TL ve £/TL paritelerinin tahmin sonuçları.....	51
Çizelge 4.5. Tahmin sonuçlarına göre yapılacak işlem ve birim başına getirisi	54
Çizelge 4.6. Kriter gruplarının ağırlıkları	56
Çizelge 4.7. Alt kriterlerin ağırlıkları	56
Çizelge 4.8. Alternatiflerin global ağırlıkları	57
Çizelge 4.9. Bağımlılıklar dikkate alındığında ve alınmadığındaki ağırlıklar	60
Çizelge 4.10. Bağımlılıklar dahil edildiğinde alt kriter ve alternatiflerin ağırlıkları..	61

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekiller	Sayfa
Şekil 3.1. Tahmin yaklaşımları.....	12
Şekil 3.2. Çok kriterli karar verme	24
Şekil 3.3. Tahmin teknikleri.....	28
Şekil 3.4. Box-Jenkins yaklaşımı	34
Şekil 3.5. AHS yönteminde hiyerarşik yapının genel gösterimi	36
Şekil 3.6. AHS'nin akış şeması	37
Şekil 3.7. AAS'nin hiyerarşik yapısı ve kapalı formu	41
Şekil 4.1. \$/TL, €/TL ve £/TL paritelerinin gözlem değerleri	43
Şekil 4.2. Problemin hiyerarşik yapısı	44
Şekil 4.3. \$/TL serisinin otokorelasyon fonksiyonu	46
Şekil 4.4. \$/TL serisinin kısmi otokorelasyon fonksiyonu	46
Şekil 4.5. \$/TL serisinin gerçek ve WY ile düzeltilmiş gözlem değerleri	50
Şekil 4.6. €/TL serisinin gerçek ve WY ile düzeltilmiş gözlem değerleri	50
Şekil 4.7. £/TL serisinin gerçek ve WY ile düzeltilmiş gözlem değerleri	51
Şekil 4.8. Kriter gruplarının bağımlılıkları.....	57
Şekil 4.9. Bağımlılıklar dahil edildiğinde hiyerarşik yapı	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı simge ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
\$/TL	Dolar/TL paritesi
£/TL	Pound/TL paritesi
€/TL	EURO/TL paritesi
TL	Türk Lirası
Kısaltmalar	Açıklama
AAS	Analitik Ağ Süreci
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
AR	Otoregresif (Autoregressive)
ARCH	Koşullu Değişken Varyanslı Otoregresif (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity)
ARIMA	Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Averages)
ARMA	Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Averages)
BOY	Basit Ortalama Yöntemleri
BVAR	Bayesian Vektörel Otoregresif (Bayesian Vectoral Autoregressive)
CI	Tutarlılık İndeksi (Consistency Index)
ÇÖKV	Çok Ölçütlü Karar Verme
CR	Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)
EKKY	En Küçük Kareler Yöntemi
ERP	İşletme Kaynakları Planlaması (Enterprise Resource Planning)

Kısaltmalar	Açıklama
EVM	Özdeğer Metodu (Eigen Value Method)
GARCH	Genelleştirilmiş Koşullu Değişken Varyanslı Otoregresif (General Autoregressive Conditional Heteroskedasticity)
HO	Hareketli Ortalamalar
HY	Holt's Yöntemi
İKM	İkili Karşılaştırma Matrisi
KAT	Kısımlara Ayırma Tekniği
MAE	Mutlak Hata Ortalaması (Mean Absolute Error)
MAPE	Mutlak Yüzdesel Hata Ortalaması (Mean Absolute Percentage Error)
ME	Hata Ortalaması (Mean Error)
MPE	Yüzdesel Hata Ortalaması (Mean Percentage Error)
MSE	Hata Kareler Ortalaması (Mean Square Error)
RI	Rastgele İndeks (Random Index)
RMSE	Hata Kareler Ortalaması Karekökü(Root Mean Square Error)
TCMB	Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
TÜD	Tek Üstel Düzeltme Tekniği
ÜDT	Üstel Düzeltme Teknikleri
VAR	Vektörel Otoregresif (Vectoral Autoregressive)
WY	Winter's Yöntemi
YSA	Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

Tahmin yöntemlerinde çoklu kriterlerin ve yargısal ifadelerin dikkate alınması daha gerçekçi tahminlerin yapılabilmesini sağlayacaktır. Bu kriterlerin karar problemine dahil edilebilmesi noktasında endüstri mühendisliği bakış açısı ve yaklaşımlarına şiddetle ihtiyaç vardır. Çünkü ele alınan problem bir karar problemidir ve sadece iktisat, ekonometri veya işletme bakış açısı ile problemin tahmin kısmı gerçekleştirilebilir. Ancak bahsedilen soyut ve elle tutulamayan kriterler probleme analitik ve objektif bir şekilde dahil edilemeyebilir. Endüstri mühendisliğinin birçok alanındaki problemlerin çözümünde ve uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemleri vazgeçilmez yöntemlerdir. Çok kriterli karar vermenin bir alt bölümü olan çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yaklaşımları literatürde sıklıkla kullanılan ve üzerinde önemle durulan yöntemlerdir. Bu yaklaşımlar sayesinde karar problemi hemen her yönüyle ele alınmış olacaktır. Dolayısıyla daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir.

Tez çalışmasında, Türkiye’de döviz kurları tahminleri üzerinde çalışılmış, işlem hacmi en yüksek ve ülkede en popüler olan üç parite arasından en iyi parite araştırılmıştır. Bu pariteler, Dolar/TL (\$/TL), EURO/TL (€/TL) ve Pound/TL (£/TL) olarak belirlenmiştir. Her bir paritenin Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB)’nın 01.01.2005 ve 18.08.2010 tarihleri arasındaki günlük verileri ele alınmış ve yaklaşık beş yıllık bir zaman serisi elde edilmiştir.

Nitekim, günümüz şartlarında çoğu problemin karmaşık yapılarından ve matematiksel olarak ifade edilemeyen bir çok faktör tarafından etkilenmesinden ötürü tahmin için tek bir yöntem kullanıldığında çok doğru sonuçlar vermediği, bu sebepten karar vericinin eğilimleri, yönetici yargısı, tecrübeler gibi matematiksel olarak ifade edilemeyen karar kriterlerinin de karar problemine dahil edilmesinin gerekebildiği görülmektedir. Bu kriterlerin genel yapısının soyut ve sayılamaz olması nedeniyle, ÇÖKV yöntemleri bu birleştirme için uygun olmaktadır.

Giriş kısmını takiben ikinci bölümde ilgili konuyla ve yöntemlerle alakalı literatür araştırması sunulmuş, üçüncü bölümde kullanılan yöntem ve kavramlar detaylarıyla verilmiş, dördüncü bölümde problem tanımlanmış ve çözüm yaklaşımı anlatılmış, son bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılmış ve literatüre önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Döviz kurları gibi finansal serilerin tahmin edilmesi, yatırımcılar ve yöneticiler için çok önemlidir [33]. Parasal politikalar, ekonomik hareketliliği ve enflasyon oranını büyük oranda etkiler. Gerçek ekonomik hareketliliğin ve enflasyon oranının uygun bir düzeyde tutulması için finansal oyuncular o ülkenin parasal politikalarından emin olmak zorundadırlar ki bu da parasal politikalarla bağlantılı olarak döviz kurlarının hareketlerini iyi anlamak ile mümkündür. Döviz kurlarının dikkatlice inceleniyor olmasının ikinci bir sebebi de döviz kurlarının finansal varlık olmaları, bu sebeple ekonomik ve finansal koşullar hakkında değerli bilgi kaynakları olarak görülmesidir. Böylece, döviz kurlarının hareketlerinin daha iyi anlaşılması, politika üreticilerinin ekonomik ve finansal koşullar hakkında gerekli bilgiye sahip olmalarını sağlamaktadır. Bu da belirlenen amaca başarılı bir şekilde ulaşılmasını sağlayacaktır. Ayrıca, birçok ülkede merkez bankaları pratikte tam serbest piyasayı kısıtlayıcı bazı müdahaleleri söz konusu olmaktadır ve bu müdahaleler için uzmanların döviz kurlarının gelecekteki hareketlerini çok iyi tahmin etmeleri gerekmektedir. Bundan başka, özel firmalar ve yatırımcıların da varlık dağıtım kararlarını doğru yapabilmeleri için döviz kurlarını doğru tahmin etmeleri gerekmektedir[42].

Döviz kurları tahmini, literatür incelendiğinde geniş çapta tartışılan bir konu olduğu görülmektedir [8]. Otoregresif (AR), bütünleşik otoregresif hareketli ortalama (ARIMA – autoregressive integrated moving averages), koşullu değişken varyanslı otoregresif (ARCH - autoregressive conditional heteroskedasticity) ve genelleştirilmiş koşullu değişken varyanslı otoregresif (GARCH – general autoregressive conditional heteroskedasticity) gibi sıklıkla kullanılan yöntemler finansal tahmin problemlerine başarı ile uygulanmıştır [33]. Box-Jenkins yaklaşımı olarak da bilinen ARIMA, Box ve Jenkins [8] tarafından geliştirilmiş ve turizm talepleri [11-13,31,40], enerji [17,18] ve daha bir çok alanda başarıyla uygulanmıştır. Ekonomik zaman serileri genellikle doğrusal değildir ve serinin ortalama ve varyansı zaman içerisinde değişmektedir. Bu güçlüğü yenmek için koşullu olarak değişen varyansa sahip seriler için geliştirilmiş yöntemler olan ARCH [20] ve GARCH [6] yöntemleri, literatürde de yaygın olarak kullanılmaktadır [22,33]. Baillie ve

arkadaşları ile Bollerslev ve Wright, otoregresif modellerin GARCH bazlı modellerden daha iyi sonuç verdiğini göstermişlerdir [2,6,23]. Bunların dışında, literatürde vektörel otoregresif (VAR – vectoral autoregressive) ve yapay sinir ağı (YSA) gibi yöntemler de döviz kurlarının tahmininde kullanılmıştır [15,19,22,42].

Literatürde, döviz kurları tahmininde, yargısal faktörlerin de kullanılabileceğini gösteren önemli çalışmalar mevcuttur. Blair ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma bu konuya ilk örnek olarak gösterilebilir. Bu çalışmada, altı ana kriter grubu ve beş aşamalı hiyerarşik yapı kullanılmıştır. Hiyerarşinin beşinci seviyesinde aralık olarak belirlenen değerler yer almaktadır. Böylece, ilgili döviz kuru olasılıksal olarak tahmin edilmiştir. Çalışmanın en önemli sonucu ise, geleneksel tahmin yöntemleri ile mümkün olmayan yargısal faktörlerin de döviz kuru tahminlerinde kullanılabilir olduğunun gösterilmiş olması ve çıktıların esnek bir olasılık dağılımına sahip olmasıdır [3].

Döviz kurları tahmininde yargısal faktörlerin de kullanılabileceğini gösteren bir diğer çalışma da Ulengin ve Ulengin tarafından yapılan çalışmadır. Ulengin ve Ulengin daha gerçekçi kriterleri dikkate almış ve bunların yarattıkları etkileri detaylandırmıştır. Çalışmanın en dikkat çekici kısmı ise AHS'nin bir tahmin yöntemi olarak kullanılmış olması ve sonuçların diğer yöntemlerle karşılaştırılmasıdır. Çalışmanın ilk kısmında, ilgili faiz oranları, resmi müdahaleler, US ekonomisine olan güven gibi yargısal faktörler dikkate alınarak ve döviz kurlarının geçmiş hareketleri de bir kriter olarak belirlenmiş, ilgili döviz kurunun iki farklı dönemi için çok artıştan çok düşüşe kadar derecelendirilerek oluşturulan alternatifler arasından seçim yapılmıştır. İkinci kısımda ise geleneksel tahmin yöntemleri uygulanarak noktasal tahmin değerleri elde edilmiş ve bu tahmin değerlerinin hata terimlerinin normal dağılıma sahip olduğu varsayılarak hangi aralıkta olduğu, hangi olasılığa sahip olduğu belirlenmiş ve analitik hiyerarşi süreci (AHS) ile elde edilen sonuçlarla birlikte gerçek değerlere uygunluğu araştırılmıştır. Bayesian vektörel otoregresif (BVAR – Bayesian vectoral autoregressive), en iyi tahmin yöntemi olarak bulunmuş ve belki daha önemlisi AHS'nin de bir tahmin yöntemi olarak kullanılabileceği gösterilmiştir [49].

Pollock ve arkadaşları ise döviz kuru hareketlerinin yargısal yönlü olasılık tahminleri performanslarının farklı durumlarını değerlendiren bir yaklaşım sunmuşlardır. Yargısal yönlü tahminlerde güçlü ve zayıf tarafların ifadelerinin vurgulanabilmesi için yeni performans ölçütleri geliştirilmiştir. Önerilen yöntemin en güçlü tarafı ise tahminler arasındaki zaman zarfının değişken olduğu durumlarda da kullanılabilir olmasıdır. Çalışmanın literatüre en önemli katkısı, yönlü olasılık para birimi tahmini bağlamında zayıflık ve güçlü tarafların tanımlanabilir olmasıdır [43].

Ayrıca, literatürde amatör ve profesyonel grupların tahminlerini karşılaştıran çalışmalar da bulunmaktadır. Önkol ve arkadaşları, 57 amatör ve 40 uzmanın tahminlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada, döviz kuru tahminleri bir gün ve bir hafta olmak üzere iki farklı tahmin ufku kullanılmış ve tahminler deterministik ve olasılıksal olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda uzmanların tahminlerinin genellikle amatörlerin tahminlerinden daha doğru olduğu, fakat amatörlerin de bir çok kez uzmanlardan daha doğru tahmin yaptıkları, uzmanların yüksek beceriklilik gösterdikleri ve tahmin formatının yargısal doğruluğu büyük ölçüde etkilediği gösterilmiştir [41].

Benzer olarak, Leitner ve Schmidt çalışmalarında €/£ paritesi için üç farklı zaman ufkunda uzmanlar ve amatörler gruplarına tahmin yaptırmış ve amatörlerin yaptıkları tahminlerin istatistiksel bir prosedüre dayanmamasına rağmen ME, MAE ve MSE performans kriterleri bazında uzmanların tahminlerini bir çok kez geride bıraktığını göstermişlerdir. Çalışmada sistematik bir şekilde uygulanan ve incelenen bu durumun nedenleri de araştırılmış, en önemli nedenler olarak uzmanların tahminlerinde yanlılık görülmesi ve spekülatif ortamdan fazla etkilenilmesi belirlenmiştir [32].

Diğer taraftan, yargısal ve kantitatif tahmin yöntemlerini karşılaştıran Sanders ve Manrodt, iki grup tahmin tekniği arasında büyük ölçüde tahmin hatası oranı farkı olduğunu ve sayısal yöntemlerin yargısal tahmin yöntemlerine açıkça üstün geldiklerini göstererek yargısal ile sayısal yöntemler arasındaki karakteristik farkları ortaya koymaya çalışmışlardır. Firmaların yargısal tahmin yöntemlerini

kullanmalarının temel nedenleri, yargısal odaklı firmaların niteliksel bilgilere daha çok önem vermesi, veri toplama ve kaydetme şartlarının daha yüksek belirsizlik arz etmesi, mevcut tahmin yazılımlarından tatminkar olmamaları olarak sıralanmaktadır. Çalışmada, sayısal yöntemlerin tahmin doğruluğunda önemli farklar olduğu sonucuna net olarak varılabilmektedir [48].

Literatürde, farklı konular için de yargısal tahmin kullanılmıştır. Blair ve arkadaşları, uzman yargısı yaklaşımı kapsamında analitik ağ süreci (AAS) yöntemini kullanarak 2001’de US ekonomisindeki yeniden canlanmanın tarihini tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmada, makroekonomik tahmin yapılırken geleneksel yöntemlerin kısıtlarından bahsedilmiş, 11 Eylül terör olayı gibi beklenmedik olaylar örnek gösterilerek parasal ve mali politikalar, ihracat değerleri gibi kalemlerin subjektif değerlendirilmesi zorunluluğu ifade edilmiştir. Oluşturulan hiyerarşik yapıda toplam arz, toplam talep ve jeopolitik özellikler kriter grupları; 3 ay, 6 ay, 12 ay ve 24 ay da alternatifler olarak yer almıştır. Çalışmada, AAS’nin makroekonomik tahminleri yapmak için bir ek araç olarak kullanılabilirliği ve bu yaklaşımın makroekonomik modellere kolayca uyum sağlayabileceği gösterilmiştir [4].

Alptekin ise AAS’ni kullanarak Türkiye’de beyaz eşya sektöründe pazar payına önemli ölçüde etki eden televizyon reklamları, tasarım gibi faktörleri belirlemiş ve bu sektörde yer alan üç büyük firmanın pazar paylarını tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmanın sonucunda, elde edilen pazar payları gerçek değerlerle karşılaştırılmış ve tutarlılık sağlandığı belirtilmiştir. Böylece, pazar payı tahminlerinde AAS yöntemi uygulanarak yargısal karar verme yaklaşımı kullanılmıştır [1].

Ayrıca, O’Connor ve arkadaşları, yargısal tahminlerin tahmin doğruluğunu geliştirip geliştirmediğini araştırmışlardır. Çalışmada, 9 farklı seri kullanılmış ve her bir seri gözlemleri 4 bölüme ayrılarak her bölümün tahmini ayrı ayrı yaptırılmıştır. İlk bölümde sadece serinin gözlem değerleri verilmiş, ikinci bölümde durağan devam eden serinin tahmini yaptırılmış, üçüncü bölümde ya iki birimlik artış ya da iki birimlik düşüş kaydedilerek hala durağan olan seriye devam edilmiş, dördüncü bölümde ise deneklere tahminler üçer dönemlik yaptırılmış, her tahminden sonra ilk

dönemin gerçek değeri verilerek sonraki dönemler için yine üçer dönemlik tahminler yaptırılmıştır. Böylece, çalışmanın başında bahsedilen yargısal kararları etkilediği ileri sürülen geçici bilgilerin tahmin doğruluğu üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bulunan sonuca göre artan veya azalan trend içeren zaman serilerinin tahmin doğruluğunun önemli bir biçimde arttığı gözlenmiş ve trend içeren serilerde geçici bilgilerin tahminlerin revize edilmesinde kayda değer bir yol olduğu belirtilmiştir [39].

3. YÖNTEM VE KAVRAMLAR

Bu bölümde, problemin yapılandırılması ve çözülebilmesi için gerekli olan kavramlar tanıtılmış, bunlar geniş şekilde anlatılmış ve daha ileri düzeydeki kavram ve tanımlara çalışmanın ilerleyen kısımlarında yer verilmiştir. Kavramlar tanıtıldıktan sonra problemin çözümünde kullanılan tahmin ve ÇÖKV yöntemleri detaylı olarak incelenmiştir.

3.1.Problemin Çözümünde Kullanılan Kavram ve Tanımlar

Burada, tahmin problemlerinin ve ÇÖKV problemlerinin tanımlanması, yapılandırılması, modellenmesi ve kullanılan kavram ve tanımlar yer almaktadır.

3.1.1. Tahmin problemlerinde kullanılan kavram ve tanımlar

Tahmin: Bir değişkenin bazı varsayımlar altında gelecek dönemlerde alacağı değerlerin önceden yaklaşık olarak belirlenmesidir.

Zaman serisi: Bir değişkenin zaman sırasındaki gözlem değerleri kümesine denir.

Dönem: Bir zaman serisi değişkeninin eşit zaman aralıklarına denir.

Tahmin süreci: Bir değişkenin gelecek dönem değerlerinin tahmin edilebilmesi için ham verilerden tahmin değerlerinin elde edilmesi sürecidir.

Tahmin güvenilirliği: Yapılan tahminin dayandığı verilerin ne ölçüde gerçek veriler ve ne ölçüde doğru veriler olduğunun ölçüsüdür.

Tahmin doğruluğu: Tahmin yöntemi ile elde edilen gelecek dönemlerin tahmin değerlerinin gerçeğe ne ölçüde yakın olduğunun ölçüsüdür.

Tahmin hatası: Elde edilen gözlem değerlerinin gerçek değerlerden ne kadar sapma gösterdiklerinin ölçüsüdür.

Tahmin ufku: Kaç dönemlik gözlem değerinin tahmin edileceğidir.

Durağan zaman serisi: Ortalaması ve varyansı zaman içinde değişmeyen; değişkenler arasındaki otokovaryansın zamana bağlı olmayıp değişkenlerin gecikme derecesine bağlı olan serilerdir.

Durağan olmayan zaman serisi: Ortalaması ve varyansı zaman içinde değişen; değişkenler arasındaki otokovaryansı zamandan bağımsız olmayan serilerdir.

Düzenli değişmeler: Genel sürekli sebeplerin etkisi sonucu seride meydana gelen değişmelerdir.

Düzensiz değişmeler: Genel ve sürekli sebeplerin haricinde bir takım tesadüfi etkilerin sonucunda seride değişik zamanlarda, değişik yön ve şiddette meydana gelen değişmelerdir.

Trend: Bir zaman serisinde görülen sürekli artma veya azalma şeklindeki değişimlere denir.

Mevsimsel değişimler: Bir zaman serisinde eşit aralıklarla tekrarlanan düzenli dalgalanmalara denir. Bunlara periyodik değişimler de denir.

Kısa dönem tahmin: Saatlik, günlük tahminler için kullanılan bir terimdir.

Orta dönem tahmin: Haftalık veya aylık verilerde haftalık, aylık, üç aylık veya altı aylık tahminlerdir.

Uzun dönem tahmin: Haftalık, aylık veya yıllık verilerde en az bir yıllık tahminler için kullanılan bir terimdir.

3.1.2. Tahmin kavramına genel bakış

Tahmin yöntemlerinin tarihçesi

Tahmin, geçmiş veriler ışığında gelecek değerlerin elde edilmeye çalışılması olarak tanımlanabilir. Tahmin kavramı, risk olarak mevcut sistemi gelecekte var olacak durumlara göre şekillendirmeye çalışan yöneticiler için on yedinci yüzyıldan itibaren mutlak zorunlu hale gelmeye başlamıştır. Bundan sonraki üç yüz yılda, veriye dayalı tahmin yöntemlerinde çok önemli gelişmeler yaşanmıştır. Regresyon Analizi, kısımlara ayırma tekniği (KAT), üstel düzeltme teknikleri (ÜDT), ARIMA, VAR, ARCH ve GARCH yöntemleri veriye dayalı yöntemlere örnek olarak gösterilebilir. Bu yöntemlerin yüksek verimlilikleri kanıtlanmış olup hemen hepsi çoğu paket programın menülerinde bulunmaktadır.

Tahmin yöntemlerini analiz şekline göre kantitatif ve kalitatif olarak sınıflandırmak mümkündür. Kantitatif tahmin yöntemleri, genellikle veriye dayalı olan yöntemlerdir. Bunun sebebi ise, araştırılan birimin gelecek dönemlerdeki değerinin geçmiş verilere göre şekilleneceği yaklaşımıdır. Aslında, tüm tahmin yöntemleri bu yaklaşım üzerine geliştirilmiştir. Ancak, geliştirilen bu tahmin yöntemleri; algoritmaları, çıktıları, gereken verilerin büyüklüğü ve tahmin ufuklarına göre farklılık göstermektedirler.

Gelişen veriye dayalı tahmin yöntemleri ile kişisel yargı ve tecrübelerin de tahminlerde kullanılması son 25 yılda yaygınlaşmıştır. Elde veri bulunmaması durumunda, kişisel yargı gelecek için öngöründe bulunmada belki de en iyi yöntem olarak kabul edilebilmekte; elde veri bulunması durumunda ise, kantitatif yöntemlerle elde edilen sonuçları gözden geçirmek ve geliştirmek için kişisel yargılar kullanılabilmektedir.

Güçlü bilgisayarların kişisel bilgisayar olduğu ve karmaşık paket programlarının kullanılabilir hale geldiği günümüzde analiz edilen değerlerin gelecek dönem tahminleri kolayca hesaplanabilmektedir. Yine de, hesaplamalardaki bu kolaylık,

insan zekasının önüne geçemeyecektir. Çünkü bu hesaplamalar bilgisayar tarafından verilen algoritma çerçevesinde yapılabilmekte, diğer faktörler ve karar kriterleri dahil edilememektedir.

Günümüz koşullarında gelecek dönem tahminlerini sıfır hata ile belirlemek mümkün değildir. Bu nedenle, daha doğru tahminlerin elde edilmesi için yeni tahmin yöntemleri halen geliştirilmektedir. Günümüz bilgi düzeyinde tek bir yöntemin tahmin değerlerinin melez tahmin yöntemlerine göre yetersiz kaldığı görülmektedir. Literatürde, melezlenmiş tahmin yöntemlerine sıklıkla rastlanabilir. Bu melezleme, genellikle parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin avantajlarından yararlanabilmek için, parametrik ve parametrik olmayan iki yöntemin birlikte kullanılması şeklinde yapılmaktadır.

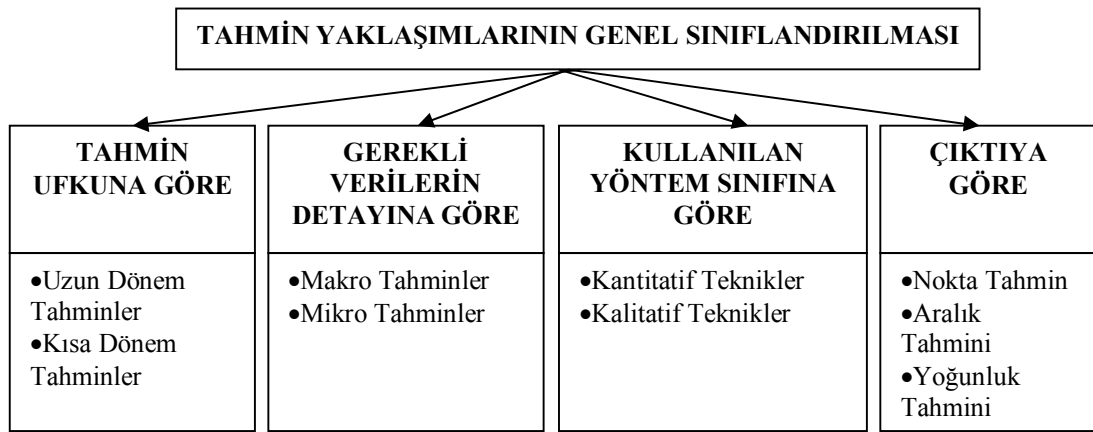
Tahminin gerekliliği

Gelecek değerlerin sıfır hata ile bilinmesi mümkün olmamasına rağmen tahmin işlemi, planlama, geleceğe ayak uydurma ve süreklilik açısından mutlak surette gereklidir. Bir merkez bankasının enflasyon oranı ve ekonomik büyüme tahminleri olmadan faiz oranlarını gerçekçi olarak belirleyebilmesi; gelecek satışların bilinmemesi durumunda bir üretim şirketinin ana üretim planını gerçekçi olarak yapabilmesi; bir bankanın gelecek dönemlerde gerçekleştirecek yatırımlar ve kredi dengesini bilmemesi durumunda gerçekçi planlar yapabilmesi; bir hizmet sektörü şirketinin hizmet kolu için gelecek dönem taleplerini bilmemesi durumunda ilgili hizmet koluna gerçekçi bir personel atama işlemi yapabilmesi; bir turizm şirketinin çalıştığı yerlere olan gelecek dönem turizm taleplerini bilmeden yatırımlarını, yapacağı anlaşmaları planlayabilmesi mümkün değildir. Görüldüğü gibi, tahmin her sektördeki her firma ve hatta devletler için hayati önem arz etmektedir. Tahmin, günümüz hızla değişen iş dünyasında vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir.

“Başarılı bir yönetim, öncelikle tahmin yapıcıdır; satın alma, üretim, fiyatlandırma ve organizasyon daha sonra gelir.” söylemi ile Bernstein tahminin organizasyonlardaki yerini çok etkili bir şekilde özetlemiştir [50].

Tahmin yaklaşımlarının sınıflandırılması

Belirsizlik ortamında karar verme zorunluluğu ile karşılaşıldığında, hangi tahmin yaklaşımının kullanılacağı önemli bir sorundur. Şekil 3.1’de bu tahmin yaklaşımlarının genel sınıflandırılması verilmiştir.



Şekil 3.1. Tahmin yaklaşımları [50]

Tahmin ufkuna göre yaklaşım genel olarak uzun dönem ve kısa dönem olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ayrıca, *Orta Dönem Tahmin* de bu sınıflandırmaya dahil edilebilir. *Uzun dönem tahminler*, organizasyonun uzun soluklu, genel konularını kapsar. Dolayısıyla özellikle üst yönetim için gerekli iken, *kısa dönem tahmin* ise orta seviye stratejiler oluşturmak, ilk ve orta seviye yöneticilerin orta seviye gelecekteki gereklilikleri tahmin edebilmeleri amacıyla kullanılmaktadır.

Tahmin yaklaşımları, gereken verilerin detayına göre de sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmada, *makro tahmin* ve *mikro tahmin* olmak üzere iki alt sınıf mevcuttur. Burada esas olan, ilgilenilen bilgilerin detaylarıdır. Eğer detay bilgilerle ilgileniliyorsa mikro tahmin, detayı az olan genel bilgilerle ilgileniliyorsa makro tahmin yapıldığı söylenebilir. Örneğin bir işletmenin tüm satış gelirleri tahmin ediliyorsa makro tahmin, yalnızca bir ürünün satış gelirleri tahmin ediliyorsa mikro tahmin olarak sınıflandırılabilir. Makro tahmini, genelde üst yönetim kullanırken mikro tahmini ise alt yönetimler kullanmaktadır.

Tahmin prosedürleri, kullanılan yöntem sınıfına göre de çeşitlendirilebilir. Buradaki alt sınıflar ise *kantitatif tahmin teknikleri* ve *kalitatif tahmin teknikleridir*. Kantitatif teknikler, mekanik çözüm yolları neticesinde kantitatif sonuçlar üretir ve kişisel yargıyı girdi olarak kullanmaz. Kantitatif tekniklerde, bilgiler sayısal olarak ifade edilebildiği için tahmin değerleri daha net olmakta, hata payı ölçülebilmekte ve tahmin yöntemi objektif olarak değerlendirilebilmektedir. Kalitatif tekniklerde ise kişisel yargılar problemin tek girdisi olarak kullanıldığından hem bir netlik yoktur hem de subjektiflik söz konusu olduğundan hata payı ölçülememektedir. Bu zayıflıkların üstesinden gelmek için; yargılar ve genel algının, kantitatif yöntemlerle birlikte kullanılması gerekmektedir. Zaten günümüzde de, bunun yolları aranmaktadır.

Son olarak, tahmin yaklaşımları elde edilen çıktının şekline göre de sınıflandırılabilir. Tahminlerin nokta, aralık veya yoğunluk olarak kullanılması gerektiğine göre hangi tahmin yaklaşımının kullanılacağı seçilmelidir. Beklenmeyen şokların meydana gelmesi durumunda yapılan tahminler çok iyi de olsa, sıfır hata sonucunu vermemektedir. Aralık tahminleri, belirsizlik ortamında tahminin doğruluğunu kesinleştirmek için kullanılmaktadır.

Tahmin yönteminin seçilmesi

Belirli bir durum için hangi tahmin yönteminin seçilmesi kararı verilmeden önce aşağıdaki sorular mutlaka cevaplandırılmalıdır;

- Tahmin neden gerekli?
- Tahmin sonuçlarını kim kullanacak?
- Eldeki verinin karakteristiği nedir?
- Hangi zaman periyodunda tahmin yapılacak?
- En az veri gereksinimleri nedir?
- Ne kadar uygunluk beklenmektedir?
- Tahminin maliyeti ne olacak?

Uygun tahmin yönteminin seçilmesi için aşağıdaki hususların yerine getirilmiş olması gerekmektedir;

- Tahmin problemi tanımlanmalıdır.
- Araştırılan verilerin tipi açıkça belirlenmelidir.
- Potansiyel tahmin yönteminin yapabilecekleri ve sınırlamaları açıkça belirtilmelidir.
- Karar için bazı kriterler geliştirilmelidir.

Tahmin yönteminin seçilmesinde ilk gözetilmesi gereken yöntemin uygunluğudur [53]. Yani, kullanılan tahmin yönteminin eldeki verileri çok iyi temsil etmesi gerekmektedir. Bunun için, veride geçmiş dalgalanmaların ve tanımlamaların çok iyi yapılmış olması gerekir. Eğer trend, döngüsel veya mevsimsel öğelerden biri veya birkaçı belirlenmişse, bu öğeleri etkin bir şekilde temsil edebilen bir yöntem seçilmek zorundadır.

Bunun yanında, tahmin ufku çok önemlidir. Kısa dönem tahminler için birçok tahmin yöntemi uygulanabilecekken tahmin ufku büyüdükçe uygulanabilecek tahmin yöntemi çeşitliliği de daralmaktadır. Örneğin, ekonometrik modeller ekonomik dönüm noktaları için daha kullanışlı iken, hareketli ortalamalar (HO), ÜDT ve ARIMA modelleri zayıf kalmaktadır. Regresyon modelleri kısa, orta ve uzun dönem tahminler için kullanışlı yöntemlerdir. HO ve KAT parametrik yöntemlerdir ve kısa ve orta dönem tahminler için uygundur. Daha karmaşık yapıda olan ARIMA ve ekonometrik modeller de kısa, orta ve nispeten daha uzun dönem tahminler için uygun yöntemlerdir.

Verinin detay düzeyi de mutlaka düşünülmelidir. Verinin detay düzeyine göre makro veya mikro tahmin yapılacağına karar verilmelidir. Eğer tahmin için sadece genel bilgiler gerekli ve gelecek dönemlerin durumunun bir özeti amaçlanıyorsa makro tahmin, eğer daha özel bilgiler gerekli ve gelecek dönemlerin yalnızca belli bir bölümünün değerleri tahmin edilmek isteniyorsa mikro tahmin yapılabilir.

Kullanılacak yöntem sınıfı ise tahmin yönteminin belirlenmesinde bir başka önemli noktadır. Eldeki veriler sayısal ve yeterli düzeyde ise kantitatif teknikler uygulanabilir. Ancak elde geçmiş dönemlere ait veriler yoksa veya veriler yeterli değilse kişisel yargı ve tecrübeye göre veya Delphi metot, senaryo gibi yargıya dayalı bir yöntem kullanılarak karar vermek durumunda kalınır. Daha önce de değinildiği gibi, birden fazla tahmin yönteminin melezlenerek kullanımı da günümüzde araştırılan ana konulardan biridir. Elbette, YSA gibi parametrik olmayan ve geçmiş verilere dayalı modern yöntemler de uygulanabilmektedir.

Tahmin yöntemi ile elde edilen çıktıların kimin tarafından kullanılacağı ve çıktının hangi yapıda olması gerektiğine dikkat edilmelidir. Eğer noktasal tahmin isteniyorsa HO, ÜDT, ARIMA modelleri, regresyon modelleri gibi noktasal tahmin yöntemleri, aralık tahmin isteniyorsa bulanık mantık yaklaşımları kullanılmalıdır.

Bir seri için uygun olan bir model, başka bir seri için uygun olmayabilir. Dolayısıyla farklı seriler söz konusu olduğunda yeni bir tahmin yöntemi araştırılmalıdır. Ayrıca aynı serinin farklı dönemlerdeki analizleri için de farklı modeller en iyi model olabilir. Bunun dışında, tahmin yönteminin seçiminde hedefler, maliyet, gerekli uzmanlık ve hız gibi kısıtlar da gözetilmelidir. Belli bir durum için birkaç yöntem denenebilir. Bir durumda en iyi olan model bir başka durum veya mevcut durumda ufak bir değişiklik ile en uygun model olmaktan çıkabilir.

Tahmin yöntemlerinin uygulanabilirliği, tecrübeye dayanan bir faktördür. Yöneticiler sıklıkla kısa dönem tahminlere gerek duyarlar. ÜDT, KAT ve Regresyon modellerinin kullanımı bu durumda avantaj sağlayacaktır.

Donanım ve yazılım masrafları günümüzde toplam giderlerin ihmal edilebilecek bir kısmını oluşturmaktadır. Güçlü bilgisayarlar ve paket programlar kişisel kullanıcılara bile ulaşabilmektedir. Bu gelişmelerle, yazılım ve donanım giderleri ihmal edilebilir hale gelmektedir.

Son olarak, tahmin sonuçları anlaşılması kolay ve planlamaya hazır bir şekilde sunulmalıdır. Yani, tahmin sürecinden sonra sunulan verilerin anlaşılır ve kullanımı kolay olmalıdır.

Tahmin sürecinin adımları

Tahmin sürecinde, geçmiş verilerin tecrübe edilmesiyle geleceğe aktarılması esastır. Bu yöntemler, geçmişteki koşulların gelecekte de devam ettiği varsayımı altında çalışmaktadır. Tahmin süreci, beş adımdan oluşmaktadır;

- 1) Problemin belirlenmesi ve verilerin toplanması
- 2) Verilerin düzenlenmesi
- 3) Modelin geliştirilmesi
- 4) Modelin uygulanması
- 5) Tahminlerin test edilmesi

Problemin belirlenmesi ve verilerin toplanması yakından ilişkili olduğu için birinci adımda birlikte verilmiştir. Eğer kantitatif bir yöntem kullanılacaksa ilgili veriler doğru ve bu yönteme uygun olmak zorundadır. Eğer uygun veriler mevcut değilse, problem yeniden tanımlanabilir veya kantitatif olmayan tahmin yöntemleri uygulanabilir.

İkinci adım, verilerin düzenlenmesi adımıdır ve tahmin süreci için genellikle gerekli bir adımdır. Tahmin problemlerinde geniş bir veri kitlesi mevcut olabileceği gibi küçük hacimde bir veri kitlesi de mevcut olabilir. Bazı veriler probleme uygun olmayabilir veya kaydedilmemiş olabilir. Ayrıca veriler yalnızca belli bir geçmiş dönem için uygunluk arz edebilir. Verileri genellikle istenen forma sokmak için sıralama, sınıflama, tasnifleme gibi bir takım işlemlere tabi tutmak gerekir.

Üçüncü olarak, modelin geliştirilmesi adımı, tahmin hatalarını minimize eden uygun tahmin modeli kullanılarak eldeki verilerin düzeltilmesini ve uygulanan tahmin yönteminin değerlendirilmesini içermektedir. Tahmin sürecinin kabul görmesi

açısından model ne kadar basitse, o kadar iyidir. Parametreleri tahmin edilen modelin seriyi temsil edip etmediği test edilir.

Dördüncü adım, modelin tahmin için uygulanmasıdır. Bu adımda, parametreleri belirlenen tahmin yönteminin gelecek dönemlerin tahmininde uygulanması yer almaktadır. Böylece, gelecek dönemler için tahmin değerleri elde edilmiş olmaktadır.

Son adım olarak tahmin yöntemlerinin hata terimlerini ölçmek için, literatürde mutlak yüzdesel hata ortalaması (MAPE – mean absolute percentage error), hata kareler ortalaması (MSE – mean square error), hata kareler ortalaması karekökü (RMSE – root mean square error) ve mutlak hata ortalaması (MAE – mean absolute error) gibi kriterler kullanılmaktadır. Bu performans kriterleri istatistiki olmayan kriterlerdir. Yani bir hipotez kurup bu hipotezi istatistiki olarak test etme kabiliyetinden yoksundurlar. Dolayısıyla kesin bir yargıya varmak için kullanılamazken, birden fazla alternatif olması durumunda nispeten iyi olanı seçmek için kullanılabilir. Bu ve benzeri ölçütler ile karşılaştırılan modellerin nispeten uygunluk derecesi hakkında yorum yapılabilir.

Tahmin sürecinde kullanılan notasyonlar

Kantitatif tahmin yöntemleri zaman serisi verilerini içerdiğinden, seri içindeki her zaman noktası için bir matematiksel notasyon geliştirilmiştir. Y , tek değişkenli zaman serisinde değişkeni ifade ederken Y_t , t zamanındaki gözlem değerini göstermektedir.

Gerçek ve tahmin değerlerini de ayırmak için matematiksel notasyonlar geliştirilmek zorundadır. $\hat{}$ (şapka) tahmin değerlerini gösteren notasyonlar üzerine konur. Böylece, Y_t 'nin tahmin değeri $\hat{Y}_t$ şeklinde gösterilmektedir. *Hata Terimi*, gerçek değer ile tahmin değeri arasındaki farkı ifade eder ve ε_t ile gösterilir. n ise, eldeki gözlem sayısını gösterir. Buna göre, tahmin sürecinde kullanılan temel notasyonlar şöyledir;

Y_t = Bir seride t noktasındaki gözlem değeri

$\hat{Y}_t$ = Y_t 'nin tahmin değeri

$\varepsilon_t = Y_t - \hat{Y}_t$ = Hata terimi

n = Gözlem sayısı

Hata terimlerinin ölçülmesi

Bir tahmin yönteminin değerlendirilmesi, o yöntemin meydana getirdiği hata terimlerinin ölçülmesi ile yapılmaktadır. Amaç, tahmin değerlerinin gerçek değerlere yakınlığını ölçmek ve tahmin yöntemini bu açıdan değerlendirmektir. Tahmin hatalarının ölçülmesinde birkaç yaklaşım geliştirilmiştir. Bu bölümde, bu yaklaşımlar tanıtılacak ve birbirleriyle kıyaslanacaklardır.

İlk geliştirilen yaklaşım, *hata ortalaması*dır ve *ME* ile gösterilir. Bu yaklaşımda hata terimlerinin işareti sonucu büyük oranda etkiler. Ters işaretli hata terimleri birbirini yok ettikleri için olması gerekenden iyi sonuç vermektedir ve genellikle sonuç sıfıra yakın çıkmaktadır. ME, şöyle ifade edilmektedir;

$$ME = \sum_{t=1}^n \varepsilon_t \quad (3.1)$$

Bu zayıflığı ortadan kaldırmak için *mutlak hata ortalaması (MAE)* yaklaşımı geliştirilmiştir. Burada, hata terimlerinin mutlak değerleri kullanılmış, böylece ters işaretli hata terimlerinin birbirini elemesi, dolayısıyla tahmin yönteminin olduğundan daha iyi görünmesi engellenmiştir. MAE'nin matematiksel ifadesi şöyledir;

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |\varepsilon_t| \quad (3.2)$$

Hata kareler ortalaması (MSE) ise, hata terimlerinin karelerini dikkate alarak tahmin yönteminin performansını değerlendirir. Böylece, ters işaretli hata terimlerinin birbirini yok etmesi, haliyle tahmin yönteminin yanlış değerlendirilmesi engellenmiş olmakla beraber, bu yaklaşımın en büyük zaafiyeti hata terimlerinin kareleri

kullanılıyor olmasından dolayı çok büyük sayılar elde edilmesidir. MSE'nin matematiksek ifadesi Eş. 3.3'te verilmiştir;

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 \quad (3.3)$$

MSE'nin daha elverişli ve anlaşılır kullanımı için *hata kareler ortalaması karekökü (RMSE)* geliştirilmiştir. Böylece, MSE'de seriye bağlı olarak çok büyük sayılar üretilirken, RMSE ile nispeten daha küçük sayılar ile değerlendirme yapmak mümkün olmaktadır. Eş. 3.4, RMSE yaklaşımının matematiksel gösterimini vermektedir;

$$RMSE = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2} \quad (3.4)$$

Bazı durumlarda, tahmin hatalarını kareler olarak değil de, yüzdesel olarak belirlemek daha kullanışlı olmaktadır. Örneğin, tahmin yönteminin doğruluğunun eğilimi merak edildiğinde, önceki yaklaşımlar bu soruyu sağlıklı bir şekilde yanıtlayamamaktadır. Bu zayıflığı gidermek için de, *yüzdesel hata ortalaması (MPE)* yaklaşımı geliştirilmiştir. MPE'nin ifadesi Eş. 3.5 ile gösterilmiştir;

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{\varepsilon_t}{Y_t} \quad (3.5)$$

Ancak bu yaklaşım da ters işaretli hata terimlerinin birbirini yok etmesine ve dolayısıyla tahmin yönteminin yanlış değerlendirilmesine neden olmaktadır. Bu zayıflığı ortadan kaldırmak için yine mutlak değer kullanımına başvurulmuş ve *Mutlak Yüzdesel Hata Ortalaması (MAPE)* yaklaşımı geliştirilmiştir. Ayrıca, MAPE kullanımı büyük gözlem değerleri içeren serilerde de kullanım kolaylığı sağlar. Bu yaklaşımın en büyük ve belki de tek zayıf yönü ise gözlem değerlerinden birinin 0 olması durumunda çalışmıyor olmasıdır. MAPE'nin matematiksel olarak gösterimi Eş. 3.6'da verilmiştir;

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|\varepsilon_t|}{Y_t} \quad (3.6)$$

Bu yaklaşımların asıl kullanım alanı tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması olduğundan bunlara *Performans Kriterleri* de denilmektedir. Karşılaştırılan yöntemlerden elde edilen değerler, her bir performans kriteri bazında ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Örneğin MAPE bazında Yöntem-1 ve Yöntem-2'nin sonuçları belirlenmeli, MAPE kriterine göre hangi yöntemin daha iyi olduğuna karar verilmelidir.

Performans kriterlerinin kullanım amaçları şöyle sıralanabilir;

- İki veya daha fazla tahmin yönteminin karşılaştırılması
- Bir yöntemin uygunluğunun veya güvenilirliğinin nispi olarak ölçülmesi
- En iyi yöntemin bulunmasına öngörü oluşturması

Literatürde, tüm bilim insanları tarafından tercih edilen tek bir yaklaşım yoktur ve tahmin uzmanları sıklıkla hangi yaklaşımın kullanılacağı konusunda anlaşmazlığa düşerler [13]. MAPE, RMSE ve MAE en sık kullanılan performans kriterleri olarak sıralanabilir. Ancak, MAPE performans kriterinin tahmin hatalarını yüzdesel olarak ifade etmesi nedeniyle tek başına da kullanılabilir olması, diğer kriterlere üstünlüğü olarak kabul edilmektedir [14]. %10 değerinin altında MAPE değeri veren modeller *yüksek uygunluk* göstermektedir [34] ve bu sınıflandırma günümüzde de geçerliliğini korumaktadır.

Yukarıda bahsedilen performans kriterleri istatistiksel olmayan ölçütlerdir. Yani, bir hipotez kurup bu hipotezi istatistiksel olarak test etme yeteneğinden yoksundurlar. Her ne kadar veriye uygulanan tahmin yöntemi ile ilgili fikir veriyor olsalar da kesinlik arz etmezler. Haliyle, performans kriterleri tam olarak güvenilir değildir ve literatürde de, kesinlik arz etmediklerinden dolayı hata payını azaltmak için birkaçı birlikte kullanılmaktadır. Böylece, daha güvenilir sonuçlar elde edilmiş olmaktadır. Değinilmesi gereken bir diğer önemli nokta da, performans kriterlerinin istatistiksel test yapamadıklarından ötürü, tahmin yöntemlerinin yalnızca

karşılaştırılmasında kullanılabilir olmalarıdır. Yani, herhangi bir yöntemin eldeki veriye uygun olup olmadığı konusunda kesin bir yargıya varamazlar. Yalnızca birden fazla yöntem mevcut olduğunda aralarından seçim yapabilirler.

Problemin türüne ve istenen tahmin çıktılarının niteliğine göre hangi performans kriterlerinin kullanılacağına karar verilmelidir. MAPE, trend bileşeni içeren zaman serisinin tahmin değerlerinden ne kadar aşağıda veya yukarda olduğunu görmek için kullanılırken, RMSE ise gözlem değerleri dalgalanma gösteren zaman serileri için genellikle daha iyi bir performans kriteri olarak değerlendirilmektedir [13]. Witt ve Witt'e göre hata kareler toplamı formülleri, mutlak değer formüllerinden daha uygun görülmektedir [52]. Literatürde en çok kullanılan performans kriterleri MAPE, RMSE ve MAE olarak sıralanabilir.

Tahmin yönteminin uygunluğu

Seçilen bir tahmin yöntemiyle tahmin yapılmadan önce, bu yöntemin uygunluğunun değerlendirilmesi gerekir. Bu değerlendirmenin yapılabilmesi için aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır;

- Hata terimlerinin otokorelasyon katsayıları rastsal dağılmış olmalıdır.
- Hata terimleri normal dağılıma sahip olmalıdır.
- Modelin tüm parametreleri istatistiksel olarak önemli (0'dan farklı) bir t istatistiği değerine sahip olmalıdır.
- Yöntemin kullanımı kolay ve kullanıcılar için anlaşılır olmalıdır.

Bilgisayar yazılımları

Günümüzde, çeşitli tahmin yöntemlerini içeren çok sayıda yazılım paketi bulunmaktadır. Bu paketler, genel istatistiksel paketler ve tahmin paketleri olarak ikiye ayrılabilir. Genel istatistiksel paketler; regresyon analizi, zaman serisi analizi ve tahmin yapıcılar tarafından sıklıkla kullanılan diğer yazılımları içerirken tahmin

paketleri tahmin türüne bağlı olarak geliştirilmiş özel yazılım paketleridir. Ek olarak, bazı tahmin araçları İşletme Kaynakları Planlaması (ERP) yazılımlarında mevcut olabilmektedir.

Grafiksel gösterimler, hesap tablolarına ve dış veri kaynaklarına ara yüzler, nümerik ve istatistiksel olarak güvenilir yöntemler ve tahmin modellerinin seçilmesi ve ayrıntılarıyla tanımlanması için kullanılan basit algoritmalar ticari yazılımlarda genellikle bulunan özelliklerdir. Yine de, tahmin yazılımlarının öneminin büyük ölçüde anlaşılması ve bu yazılımların gelişmesine rağmen, birçok işletme tahmin yapmak ve ticari planlarını oluşturmak için bu yazılımlar yerine hesap tabloları veya basit Microsoft Office programlarını kullanmaktadır.

Tahmin araçlarını içeren bağımsız ve yaygın olarak kullanılan yazılım paketlerine Minitab, E-Views, SPSS ve SAS örnek olarak verilebilir. Ayrıca, asıl programı destekleyici birçok ek programlar mevcuttur. Örneğin, Microsoft Excel için Analysis ToolPak add-in, bazı regresyon analizlerini ve düzeltme tekniklerini Microsoft Excel ortamında uygulayabilmeyi sağlamaktadır.

3.1.3. ÇÖKV problemlerinde kullanılan kavram ve tanımlar

Karar problemi: Karar vericinin amaç veya amaçları doğrultusunda sonlu veya sonsuz sayıdaki, elle tutulabilir veya tutulamaz nitelikteki, net olarak belirlenmiş alternatifler kümesindeki elemanların bir sıralama, seçim veya sınıflandırma işlemini gerektiren problemlerdir.

Karar verme: Karar vericinin amaç veya amaçları doğrultusunda tüm seçenekler arasından bir seçim, sıralama veya sınıflandırma gibi işlemler ile karar problemini çözmesidir.

Amaç: Karar vericinin ulaşmak istediği düzeydir.

Seçenek (Alternatif): Karar sureci sırasında değerlendirilen eylemler, nesneler, olaylar veya kararlar kumesidir.

Kriter: Karar probleminde karar vericinin amaç veya amaçlarını niteleyen özelliklere denir.

Çok kriterli karar verme: En az iki alternatif ve en az iki kriter içeren karar problemlerine denir.

Çok amaçlı karar verme: Alternatiflerin bir matematiksel programlama içerisinde dolaylı olarak tanımlandığı ve sonsuz sayıda olduğu sürekli karar verme durumlarında karar vermeye dayanan bir yaklaşımdır.

Çok ltl karar verme (KV): Sonlu sayıda seçeneği seçme, sıralama, sınıflandırma, nceliklendirme veya eleme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleriyle çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan, hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda ölçüt kullanılarak bunların değerlendirilmesi işlemidir.

Karar modeli: Gerçekte mevcut olan durumun basitleştirilmiş halidir.

İkili karşılaştırma matrisi (İKM): Değerlendirilen iki değişkenin diğer değişkenler bazındaki önem derecelerini gösteren matristir.

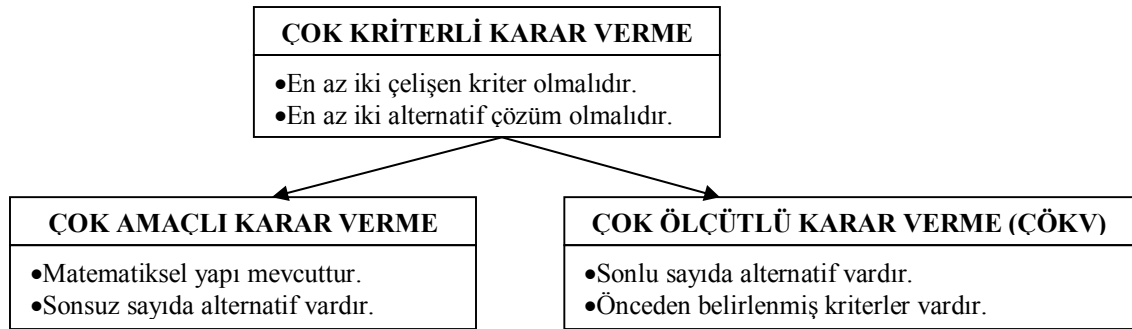
Başlangıç süpermatrisi: Her bir kriter bazında tüm alternatiflerin ve her bir alternatif bazında tüm kriterlerin İKM'leri oluşturulduktan sonra hesaplanan önceliklerin tümünün bir matriste toplanmış halidir.

Ağırlıklandırılmış süpermatris: Başlangıç süpermatrisinin normalize edilmiş halidir.

Limit süpermatris: Ağırlıklandırılmış süpermatrisin çok büyük derecede kuvvetinin alınarak matrisin sabitleştirilmiş halidir.

3.1.4. Çok kriterli karar verme kavramına genel bakış

Bu bölümde, çok kriterli karar verme problemleri incelenmiştir. Şekil 3.2, çok kriterli karar verme sınıflandırmalarını birbirlerinden farklarını gözeterek göstermektedir.



Şekil 3.2. Çok kriterli karar verme

Karar modelleri

Karar modeli, gerçek durumun veya mevcut durumun basitleştirilmiş halidir. Aslında, karar modelleri, fiziksel modeller ve matematiksel modeller olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu çalışmada, matematiksel modeller ele alınacaktır. Model kurmak, problemi çözerken bir takım avantajlar sunmaktadır. Bunlar;

- Yapım maliyeti düşüktür.
- İşletim maliyeti düşüktür.
- Model üzerinde çalışmak, deney yapmak gerçek üzerinde çalışmaktan daha kolaydır.
- Zaman tasarrufu sağlar.
- Risk kolayca gözetilebilir.
- Büyük ve karmaşık sistemlerde varsayımlar yapılabilmektedir.
- Henüz tasarım aşamasındaki sistemlerin geliştirilmesini, darboğazların, hataların ve istenmeyen durumların görülebilmesini ve giderilebilmesini sağlar.

- Model üzerinde değişiklikler çok daha kolay yapılabilmekte, istenmeyen durumlarla karşılaşıldığında geri dönülebilmekte ve dolayısıyla büyük maliyetlerden kaçınılmaktadır.
- Gerçek durumun karmaşıklığını giderir ve problemi daha etkin çözmeye olanağı sunar.

Bir karar modelinin çözüm aşamaları aşağıdaki adımlardan oluşur;

- Karar modelinin tanımlanması
- Tüm alternatiflerin oluşturulması
- Karar vericinin kontrolünde olmayan tüm durumların listelenmesi
- Her seçeneğin her olay için elde edeceği sonuçları gösteren bir tablo hazırlanması
- Bir çözüm yönteminin seçilmesi
- Çözüm yönteminin uygulanması ve hangi alternatifin seçileceğine karar verilmesi

Çok ölçütlü karar verme problemlerinde kontrol edilemeyen değişkenler arttıkça problemin en iyi çözüme ulaşması zorlaşmaktadır.

Çok kriterli kararlarda problem tipleri

Çok kriterli karar problemleri genel olarak üçe ayrılır;

- 1) *Seçim (α) problemleri*: En tatmin edici eylemleri (seçenekleri) ya da diğer tüm eylemlere baskın eylemleri barındıran, mümkün olduğunca sınırlandırılmış en küçük eylemler alt kümesinin oluşturulmasıdır.
- 2) *Sıralama (θ) problemleri*: Eylemlerin azalan tercihler yönünden en iyiden en kötüye mümkün olduğunca zengin kısmi veya tam bir sıralamanın oluşturulmasıdır.
- 3) *Sınıflandırma (Ayırma) (Y) problemleri*: Önceden tanımlanmış kategorilere eylemlerin atanmasıdır.

Çok kriterli kararlar vermede kullanılan değişkenler

Bu bölümde, çok kriterli karar problemlerinde mutlaka bulunması gereken değişkenler tanımlanmıştır.

- *Amaç*: Karar vericinin ulaşmak istediği düzeydir.
- *Kriter (Ölçüt)*: Belirli bir önem eksenini veya bakış açısına göre seçeneklerin karşılaştırılmasını sağlayan araçtır.
- *Seçenek*: Karar süreci sırasında değerlendirilen eylemler, nesneler, olaylar veya kararlar kümesidir.

Karar verme süreci

Karar verme süreci üç adımda gerçekleştirilir;

- 1) *Sorunun Yapılandırılması*: İyi tanımlanmamış bir sorunun iyi tanımlanmış elemanlar, ilişkiler ve işlemler kümesine dönüştürülmesi sürecidir.
- 2) *Karar Modelinin Kurulması*: Amaca, elde edilmek istenen çıktıların niteliğine göre problemin modellenmesi aşamasıdır. Bu aşamada, ilk olarak alternatiflerin ölçütlere göre performans değerleri belirlenir. Performans değerleri nitel, nokta değer veya aralık olabilir. Daha sonra, doğrudan sayısal değerler atanması veya dolaylı olarak regresyon veya tahmin yöntemleri kullanılarak ölçüt ağırlıkları belirlenir. Karar modelinin kurulmasında karşılaşılabilecek durumlar şöyle sıralanabilir;
 - *Tercih*: Bir kriterin diğerine kesin olarak tercih edilmesidir.
 - *Kayıtsızlık*: Kriterler arasında karar verememe durumudur.
 - *Zayıf Tercih*: Bir kriterin diğerine kesin olarak tercih edilmeme durumudur.
 - *Karşılaştırılamama Durumu*: Bir kriterin diğer kriterler ile karşılaştırılamama durumudur.
- 3) *Çözüm*: Oluşturulan karar modelinin istenen veri şeklinde (sınıflandırma, sıralama, seçim) şeklinde çözüme kavuşturulması aşamasıdır. Bu aşamada,

problem tipine göre çok amaçlı karar verme (optimizasyon teknikleri) veya ÇÖKV yöntemleri kullanılabilir. Bunun yanında, günümüzde bu iki yaklaşımın melez olarak kullanıldığı yaklaşımların daha iyi sonuçlar verdiği birçok bilim insanı tarafından kabul görmektedir.

Tahmin değerinin diğer kriterlere entegre edilmesi

Önceki bölümlerde tanıtılan yöntemler ile tahmin süreci detaylı olarak incelenmiştir. Çok kriterli problemlerde tahmin yöntemleri kullanılarak elde edilen tahmin değerlerinin karar problemi ile birleştirilmesi gerekmektedir.

Öncelikle yapılması gereken, incelenen problemin hangi karar verme sınıfına dahil olduğunun belirlenmesidir. Şekil 2.2’de, karar verme çeşitleri gösterilmiştir. Karar verme sınıfı belirlendikten sonra hangi yönteminin uygulanacağı araştırılır. Yöntem seçimi, belki de en önemli aşamadır; çünkü bu aşamadaki yanlış değerlendirmeler geri dönüşü zor hatalara veya sonuçta tamamen yanlış kararlara neden olabilmektedir. Karar verme tekniği, problem tipine ve istenen çıktıya göre sayılabilen ve sayılamayan kriterlere ve değerlere uygunluk arz etme zorunluluğu taşıyabilir. Eldeki veri tipine, istenen çıktıya ve problem tipine göre bir karar verme tekniği seçilmelidir. Seçilen yöntemin probleme uygulanması ile sonuçlara ulaşılabilir.

3.2.Problemin Çözümünde Kullanılan Yöntemler

Bu bölümde, problemin ilk ve ikinci kısmında kullanılan tahmin teknikleri ve problemin yapısına, eldeki verilere ve istenen çıktıya uygun olarak görülen çok ölçütlü karar verme yöntemleri tanıtılmıştır.

3.2.1. Tahmin yöntemleri

Literatürde geniş çapta kullanılan tahmin tekniklerini genel olarak nedensel, nedensel olmayan, alternatif zaman serisi öngörü ve kalitatif yöntemler olmak üzere dört sınıfa ayırmak mümkündür. Şekil 3.3'te bu sınıflandırma gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Tahmin yöntemleri

Bu çalışmada, Şekil 3.3'teki sınıflandırma baz alınarak nedensel olmayan yöntemler kullanılabilecek yöntemler olarak belirlenmiş ve bu bölümde de bu sınıftaki tahmin yöntemleri tanıtılmıştır. Ayrıca nedensel olmayan yöntemlere ARCH ve GARCH yöntemleri de eklenebilir. Heteroskedastik yöntemler, varyansın zaman içinde değişken olduğu zaman serilerini tanımlayabilmek için geliştirilen yöntemlerdir.

Hareketli ortalamalar (HO) yöntemi

HO yönteminde, ardışık periyotlardan elde edilen gözlem değerlerinin ortalaması alınmak suretiyle yeni dönemler için tahmin değerleri elde edilir. Yöntemin matematiksel formülasyonu şöyledir;

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^t Y_i \quad (3.7)$$

Burada; $\hat{Y}_{t+1}$, (t+1) dönemi için tahmin değerini; k , hareketli ortalama derecesini ifade etmektedir. Hareketli ortalama yöntemi kullanılırken öncelikle veriler toplanır. Toplanan veriler içinde kayıp veri olmaması gerekir. İncelenen zaman serisine göre hareketli ortalama derecesi belirlenir ve elde edilen model ile tahmin yapılır. Bu yöntemde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, hareketli ortalama derecesinin belirlenmesidir. Yöntemin uygulanması için k dönem öncesine kadar olan gözlem değerinin bilinmesi gerekmektedir. k değerinin küçük olması, geçmiş dönem gözlem değerlerinin ağırlıklarının fazla olması anlamına gelirken k değerinin büyük olması ise geçmiş dönem gözlem değerlerinin ağırlıklarının azalması anlamına gelmektedir. Ayrıca, hareketli ortalamalar yönteminin basit ortalama yöntemlerinden daha iyi olmasına rağmen trend ve mevsimsellik içeren serileri çok iyi temsil edemediğini belirtmek gerekir. Seride ani dalgalanmalar mevcut ise küçük k değeri, geniş ve seyrek dalgalanmalar mevcutsa büyük k değerini kullanmak daha elverişli olmaktadır.

Doğrusal trend içeren zaman serilerinin gelecek dönem tahminlerini yapmak için kullanılan bir başka yaklaşım da *Çift Hareketli Ortalamalar Yöntemi*'dir. Bu yöntem, gerçek gözlem değerlerinin hareketli ortalamaları alındıktan sonra elde edilen değerlerin tekrar hareketli ortalamalarının alınması şeklindedir. Eş. 3.8-3.12, çift hareketli ortalamalar yöntemini özetlemektedir. Eş. 3.8, gerçek gözlem değerlerinin hareketli ortalamalarını; Eş. 3.9, ikinci hareketli ortalamalarını; Eş. 3.10 ve Eş. 3.11, gelecek dönem tahminlerini yapmak için kullanılan katsayıları; son olarak Eş. 3.12 ise çift hareketli ortalamalar yönteminin nihai denklemini göstermektedir. Nihai denklemdeki p değeri, hesaplanacak tahmin değerinin kaç dönem sonrası olduğunu ifade etmektedir.

$$\hat{Y}_{t+1} = M_t = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^t Y_i \quad (3.8)$$

$$M'_t = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^t M_i \quad (3.9)$$

$$a_t = (M_t - M'_t) = 2M_t - M'_t \quad (3.10)$$

$$b_t = \frac{2}{k-1} (M_t - M'_t) \quad (3.11)$$

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p \quad (3.12)$$

Tek üstel düzeltme yöntemi (TÜD)

TÜD yöntemi [10], tahmin edilmesi güç aşağı veya yukarı doğru seyreden trendli seriler için uygundur. Bir serinin geçmiş verilerinin o dönem için yapılmış olan tahminle üstel olarak düzeltilmesi, yani belli katsayılarla ağırlıklarının alınarak gelecek dönem için bir tahmin değerinin elde edilmesine dayanır. Basit üstel düzeltme yönteminin matematiksel ifadesi şöyledir;

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)\hat{Y}_t, \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (3.13)$$

Burada; $\hat{Y}_{t+1}$, (t+1) dönemi için tahmin değerini; α , üstel düzeltme sabitini; Y_t , t dönemindeki gözlem değerini ve $\hat{Y}_t$, t dönemindeki tahmin değerini ifade etmektedir. Basit üstel düzeltme yönteminde en önemli nokta, üstel düzeltme sabitinin, α , doğru olarak tahmin edilmesidir. Çünkü α üstel düzeltme sabitli model, eldeki verilere uygulandığında mümkün olduğunca en küçük hata terimlerini üretmesi istenir. α değeri 1'e yaklaştıkça $\hat{Y}_{t+1}$, Y_t 'ye, α değeri 0'a yaklaştıkça ise $\hat{Y}_{t+1}$, $\hat{Y}_t$ 'ye yaklaşır. Basit üstel düzeltme yöntemi, tesadüfi dağılmayan ve trend özelliği içeren zaman serileri için sıklıkla uygulanan ve iyi sonuçlar veren bir yöntemdir. Algoritmanın başlatılabilmesi için $\hat{Y}_t$ değerinin bilinmesi gerekir.

Basit üstel düzeltme yöntemi, verilerin seviyesinin seyreklikle değiştiği serilerde kullanışlı bir yöntemdir. Trend içeren zaman serilerinde tahmin yapabilmek için Holt's yöntemi geliştirilmiştir.

Holt's yöntemi (HY)

Holt's lineer üstel düzeltme yöntemi [27], iyi tanımlanabilir bir trendin var olduğu zaman serilerini araştırmak için tasarlanmış bir yöntemdir. HY, çift üstel düzeltme tekniği olarak da adlandırılmaktadır. İsminden de anlaşılacağı üzere HY'nde iki adım mevcuttur. Birincisinde, zaman serisinin seviyesi üstel olarak tanımlanmakta, ikincisinde ise zaman serisinin trendi üstel olarak düzeltilmektedir. Yani, incelenen zaman serisinde hem seviye hem de trend için farklı üstel düzeltme sabitleri kullanılmaktadır. Böylece modele esneklik kazandırılmış olmaktadır. Bu durum yöntemin diğerlerine üstünlüğüdür. HY'nin matematiksel eşitlikleri aşağıda verilmiştir;

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) , \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (3.14)$$

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} , \quad 0 \leq \beta \leq 1 \quad (3.15)$$

$$\hat{Y}_{t+k} = L_t + k T_t \quad (3.16)$$

Burada; L_t , t döneminin seviye operatörünü; α , serinin seviyesi için üstel düzeltme katsayısını; Y_t , t dönemindeki gözlem değerini; T_t , t döneminin trend operatörünü; β , serinin trendi için üstel düzeltme katsayısını; k , tahmin edilecek dönem sayısını ve $\hat{Y}_{t+k}$, k dönem sonraki tahmin değerini ifade etmektedir. Eş. 3.14 ve Eş 3.15, sırasıyla, Holt's yönteminin *Seviye* ve *Trend* üstel düzeltmelerini ifade etmektedir. Holt's yönteminin nihai matematiksel ifadesi Eş. 3.16 ile verilmiştir. Büyük α ve β değerleri bileşenlerde hızlı değişimler meydana getirirken, küçük α ve β değerleri daha yavaş değişimler meydana getirmektedir. Ayrıca $\beta = 0$ olduğunda Holt's yönteminin basit üstel düzeltme yöntemi haline geldiğine dikkat edilmelidir. Holt's yönteminin uygulanması için L_t ve T_t olmak üzere iki başlangıç değeri gerekmektedir.

Winter's yöntemi (WY)

WY, [51], Holt's yönteminin genişletilmiş halidir. Holt's yöntemine ilave olarak mevsimsellik operatörü ve katsayısı eklenerek modelin mevsimselliğe de duyarlı olması sağlanmıştır. WY'nin eşitlikleri aşağıda verilmiştir;

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) , \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (3.17)$$

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} , \quad 0 \leq \beta \leq 1 \quad (3.18)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma) S_{t-s} , \quad 0 \leq \gamma \leq 1 \quad (3.19)$$

$$\hat{Y}_{t+k} = (L_t + k T_t) S_{t-s+p} \quad (3.20)$$

L_t , t döneminin seviye operatörünü; α , serinin seviyesi için üstel düzeltme katsayısını; Y_t , t dönemindeki gözlem değerini; T_t , t döneminin trend operatörünü; β , serinin trendi için üstel düzeltme katsayısını; S_t , mevsimsellik operatörünü; γ , mevsimsellik için üstel düzeltme katsayısını; k , tahmin edilecek dönem sayısını ve $\hat{Y}_{t+k}$, k dönem sonraki tahmin değerini ifade etmektedir. Eş. 3.17-3.19, sırasıyla, zaman serisinin *seviye*, *trend* ve *mevsimsellik* denklemlerini göstermektedir. WY'nin nihai ifadesi ise Eş. 3.20 ile gösterilmiştir. WY ile mevsimsel özellik gösteren birçok zaman serisi için daha güvenilir ve başarılı tahminler yapılabilmektedir. WY'nin diğer yöntemlere en büyük üstünlüğü de mevcut zaman serilerindeki mevsimselliği dikkate almasıdır.

Box-Jenkins yaklaşımı

ARIMA modelleri olarak da bilinen Box-Jenkins yaklaşımı [8], AR ve MA modelleri ile bu modellerin birlikte kullanılması esasına dayanmaktadır [5,9,17,24,25,30,44,54]. AR modeli, şimdiki gözlem değerinin önceki gözlem değerlerine bağlı olduğunu açıklamak için kullanılırken, MA modeli ise şimdiki ve

geçmiş rassal hataların lineer bir fonksiyon olduğunu göstermek için kullanılır [11]. Genel ifadesi $ARIMA(p,d,q)$ olan bu modellerde; p , AR modelinin derecesini; q , MA modelinin derecesini; d ise fark derecesini göstermektedir. Eş. 3.21-3.23 sırasıyla p . dereceden otoregresif $AR(p)$, q . dereceden hareketli ortalamalar $MA(q)$ ve ikisinin birleşimi olan $ARMA(p,q)$ modellerinin denklemlerini göstermektedir;

$$A_t = \sum_{i=1}^p \phi_i A_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.21)$$

$$A_t = \varepsilon_t - \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} \quad (3.22)$$

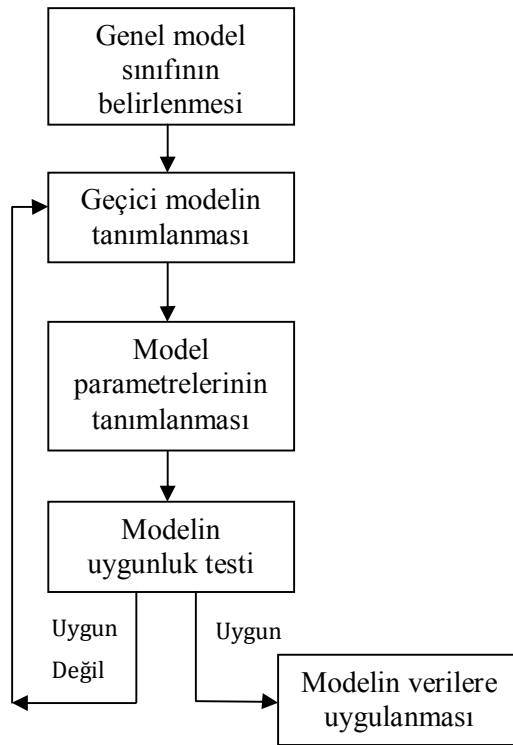
$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p) A_t = C + (1 + \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) \varepsilon_t; \quad t = 1, \dots, n, \quad C = (1 - \phi_1 - \dots - \phi_p) \mu \quad (3.23)$$

A_t , t zamanındaki gözlem değerini; μ , gözlem değerlerinin ortalamasını; ϕ_i , AR model parametrelerini ($i=1, \dots, p$); θ_j , hareketli ortalama model parametrelerini ($j=1, \dots, q$); L , gecikme parametresini; ε_t , bağımsız hata terimini göstermektedir. ARMA modeli, durağan zaman serilerine uygulanır. Bir zaman serisinin durağan olması demek; ortalama ve varyansının zaman içinde sabit olması ve gecikmeli iki zaman periyodundaki değişkenlerin otokovaryansının değişkenler arasındaki gecikmeye bağlı olup, zamana bağlı olmaması demektir. İncelenen zaman serisi durağan değilse, $ARIMA(p,d,q)$ modeli kullanılır. d , fark derecesini göstermek üzere $(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p) A_t = C + (1 + \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, n$ için $ARIMA(p,d,q)$ modelinin matematiksel ifadesi şöyledir;

$$A_t = C + \phi_1 A_{t-1} + \dots + \phi_{t-p} A_{t-p-d} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3.24)$$

Box-Jenkins yaklaşımında modelin oluşturulması için üç genel aşama vardır. Genel model sınıfının belirlenmesi ilk aşama olup bu aşamada, serinin otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonları incelenir. Eğer otokorelasyonlar belli bir gecikmede aniden kesiliyor ve kısmi otokorelasyonlar da düzenli olarak azalıyorsa, bu serinin MA modeline uygun olduğu; tersi şekilde kısmi otokorelasyonlar belli bir

gecikmede aniden kesiliyor ve otokorelasyonlar düzenli olarak azalıyorsa serinin AR modeline uygun olduğuna karar verilir. Fonksiyonlarda aniden kesilen gecikme derecesi, aynı zamanda modelin derecesini de vermektedir. Örneğin x gecikmede kesilen bir kısmi otokorelasyon ve azalan bir otokoreasyon, serinin $AR(p)$ ve $p=x$ olduğunu gösterir. Böylece, geçici model tanımlanmış olmaktadır. Geçici modelin tahmini aşamasında ise Yule-Walker denklemleri kullanılarak modelin parametreleri tahmin edilmektedir. Daha sonra modelin hata terimlerinin normal olarak dağılıp dağılmadığının testi yapılarak modelin verilere uygulanması veya uygulanmaması kararı verilmektedir. Şekil 3.4, ARIMA modellerinin aşamalarını göstermektedir.



Şekil 3.4. Box-Jenkins yaklaşımı [8]

Box-Jenkins yaklaşımının literatürde kabul gören üstünlükleri; incelenen zaman serisinden alakalı olan bilgilerin çekilip kullanılması ve en az sayıda parametrenin kullanılması olarak sıralanabilir [11,50]. Ayrıca ARIMA modellerinin popüler olmasının bir diğer sebebi de durağan ve durağan olmayan zaman serilerini, hem mevsimsel hem de mevsimsel olmayan elemanları da içererek ele almasıdır.

[11,35,36]. Bu yaklaşımın en büyük dezavantajı ise hata terimlerinin normal dağılıma sahip olduğunun varsayılıyor olmasıdır.

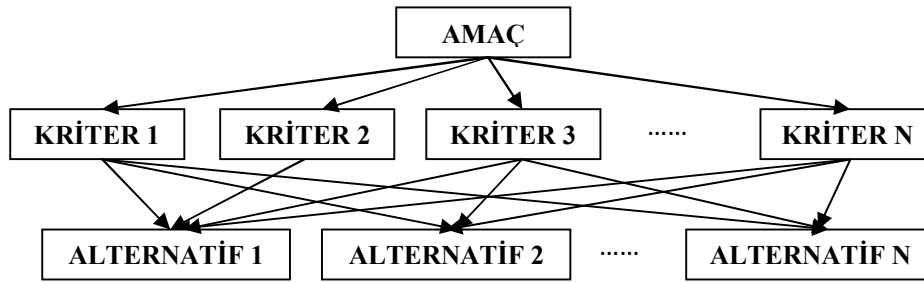
3.2.2. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri

Problemin çözümünde kullanılan ÇÖKV tekniklerinden olan AAS ve bu yöntemin temeli olan AHS yöntemi tanıtılmıştır.

Analitik hiyerarşi süreci (AHS)

Bu bölümde, Thomas L. Saaty [45] tarafından 1980’de geliştirilen AHS tanıtılacaktır. Çok ölçütlü karar verme problemlerinde rahatlıkla kullanılabilen bir araç olan AHS, eldeki sayılı alternatiflerin sıralanması ile son bulur. Yani yöntemin kullanılabilmesi için olmazsa olmaz şart sonlu sayıda alternatifin mevcudiyetidir. Alternatif sayısı sonsuz olduğu takdirde yöntem kullanılmaz hale gelmektedir. Çünkü her bir alternatif, ikili olarak birbirleri ile karşılaştırılmaktadır. Aynı kural, kriterler için de söz konusudur.

Yöntem, hiyerarşik olarak yapılandırılır ve bu yapı, temelde üç seviyeden oluşur. Bu seviyeler sırasıyla amaç, kriterler ve alternatifler olarak belirlenir. İlk seviyede, problemin amacı, elde edilmek istenen hedef açıkça belirtilir. İkinci seviyede, problemi çözmekte kullanılacak kriterler tanımlanır. Gerekliyse, bu kriterlerin altında alt kriterler kümesi kurulabilir. Alt kriterlerin bir grupta toplanması, problemin yapısına göre çoğu zaman işe yarayan bir kısa yoldur. Bu sayede bir gruptaki alt kriterler toplu olarak analiz edilebilmekte, amaca etkisi kolayca ölçülebilmektedir. Bu aşamada, alt kriterler mevcut olduğunda fazladan üçüncü veya dördüncü seviyeler oluşturulabilir. Son olarak da alternatifler tanımlanarak hiyerarşik yapı oluşturulur. Şekil 3.5, AHS’nin hiyerarşik yapısını göstermektedir.

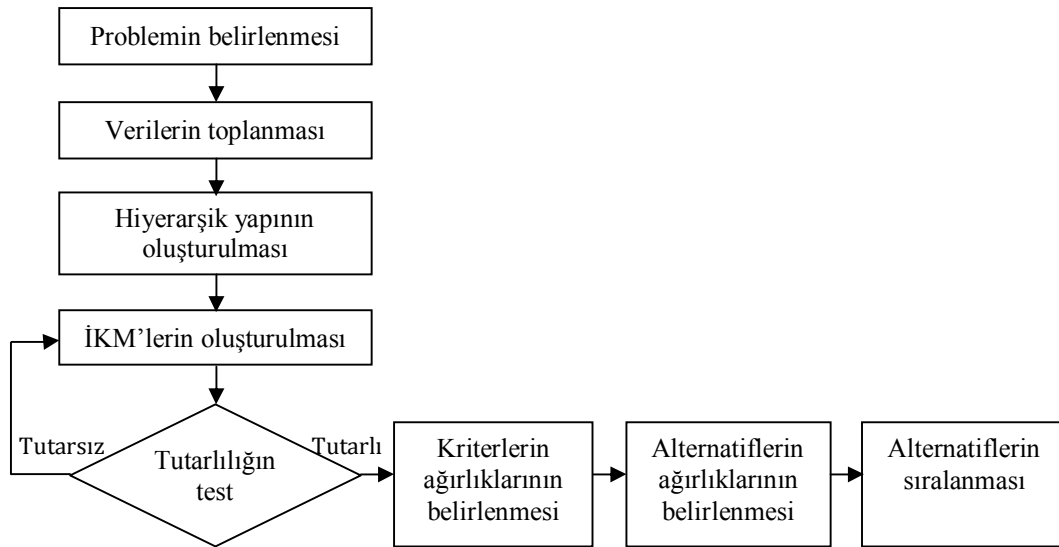


Şekil 3.5. AHS yönteminde hiyerarşik yapının genel gösterimi [45]

Böylece problemin hiyerarşik yapısı oluşturularak problem tamamen tanımlanmış olur. Daha sonra, hiyerarşik yapıdaki tüm kriterler için İKM oluşturulur. Eş. 3.25, İKM'ni göstermektedir.

$$A = \begin{matrix} & 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \dots & a_{3n} \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 1 \end{matrix} \quad (3.25)$$

İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken genellikle Saaty skalası [45] kullanılmaktadır. İkili karşılaştırma matrisinin her bir hücresi a_{ij} ile ifade edilir. a_{ij} değeri i. kriter ile j. kriterin karşılaştırmasında atanan değeri, yani i. kriterin j. kriterden ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bu matrisin en önemli iki özelliği diyagonal değerlerin 1 olması, yani her bir kriterin kendi ile karşılaştırılmasında eşit öneme sahip olması ve a_{ij} değerinin simetriğinin mutlak suretle $1/a_{ij}$ olmasıdır. Oluşturulan bu ikili karşılaştırma matrisi ile her bir kriterin ağırlığı, yani her bir kriterin hedefi ne ölçüde etkilediği bulunmuş olur. Aynı ifade, kriter bazındaki alternatif değerlendirmesi için de geçerlidir. Şekil 3.6, AHS'nin akış şemasını göstermektedir.



Şekil 3.6. AHS akış şeması

AHS'ni detaylı olarak Şekil 3.6'da adımlandırmanın yanı sıra, yöntemin daha genel olarak yapılandırma, önceliklerin hesaplanması ve tutarlılık analizi şeklinde üç temel adımdan oluştuğu söylenebilir [26].

Öncelikle çözülecek problem belirlenir ve net olarak tanımlanır. Probleme ilişkin veriler toplandıktan sonra daha önce üç aşamalı olarak tanımlanan hiyerarşik yapı oluşturulur. Bu aşamadan sonra, her bir kriter için ve her bir kriter bazında tüm alternatifler için İKM'leri oluşturulur. İKM'lerinin düzenlenmesi için dört yaklaşım mevcuttur. Bunlar;

- *Önem Derecelendirme:* Hedefi etkileyen kriterlerin hangisinin daha önemli olduğu yargısına nitel olarak varılması temel alınır.
- *Tercih Derecelendirme:* Kriterlerin birbirlerine tercih edilebilirlikleri üzerine çalışan bir yaklaşımdır.
- *Olabilirlik:* Olay veya senaryoların karşılaştırılarak hangisinin daha olabilir olduğu üzerine çalışır.
- *Mutlak Karşılaştırma:* Kriterler tamamen nicel verilerle karşılaştırılır.

Problemin yapısına bağlı olarak bu yaklaşımlardan birisi kullanılmakta olup, çözümün analitik olması için genellikle mutlak karşılaştırma yaklaşımı kullanılır.

Saaty [46], geometrik [21,29,37], Salo-Hämäläinen [47], Ma-Zheng [38] skalaları daha önce kullanılan mutlak karşılaştırma yaklaşımlarıdır. Thomas L. Saaty tarafından ortaya konan Saaty skalası en sık kullanılan puanlama şeklidir [16]. Çizelge 3.1’de Saaty skalası verilmiştir.

Çizelge 3.1. Saaty Skalası [45]

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit Önem
3	Zayıf Önem
5	Güçlü Önem
7	Çok Güçlü Önem
9	Mutlak Önlem
2,4,6,8	Ara Değerler

Ayrıca, İKM’nin dizaynında da farklı öncelik metotları mevcut olup, çok sık kullanılan yöntem özdeğer metodu (EVM – eigen value method)’dur. Buna alternatif olarak en küçük kareler yöntemi (EAKY) de kullanılmaktadır. Öncelik metodu ile nümerik İKM’nden öncelik vektörünün türetilmesi sağlanır [16].

İlk oluşturulması gereken İKM, ana kriter gruplarının değerlendirildiği *Kriterler İKM*’dir. Bu İKM’nden her bir kriterin ağırlığı hesaplanır ve bu ağırlık, her bir kriterin amacı ne denli etkilediğinin ölçüsüdür. Öncelik ağırlıklarının hesaplanması aşağıdaki algorithmada gösterilmiştir.

Adım-1: İKM’nde sütun toplamaları hesaplanır.

$$b_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (3.26)$$

Adım-2: İKM’nin her bir elemanı karşılık gelen sütun toplamına bölünerek *Normalleştirilmiş İKM* elde edilir.

$$N = \begin{matrix} & a_{11}/b_1 & a_{12}/b_2 & a_{13}/b_3 & \dots & a_{1n}/b_n \\ & a_{21}/b_1 & a_{22}/b_2 & a_{31}/b_3 & \dots & a_{n1}/b_n \\ & a_{31}/b_1 & a_{32}/b_2 & a_{33}/b_3 & \dots & a_{3n}/b_n \\ & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ & a_{n1}/b_1 & a_{n2}/b_2 & a_{n3}/b_3 & \dots & a_{nn}/b_n \end{matrix} \quad (3.27)$$

Adım-3: Normalleştirilmiş matrisin satır ortalamaları alınarak ilgili faktöre karşılık gelen öncelik (ağırlık) hesaplanır.

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (3.28)$$

Son aşamada, bu kriter ağırlıkları ile kriterler bazındaki alternatif ağırlıkları bütünleştirilerek alternatiflerin bütünsel ağırlıkları hesaplanır. Bu hesaplama, her bir kriter bazındaki alternatiflerin ağırlık vektörlerini bir matriste toplayarak kriter ağırlıkları vektörü ile çarpılmasıyla elde edilir. Son aşamada, bulunan alternatif ağırlıkları ile alternatiflerin sıralaması yapılır.

Tutarlılık testi, bulunan öncelik vektörlerinin ne kadar tutarlı olduğunun araştırılmasıdır. Bunun için aşağıdaki algoritma önerilmektedir;

Adım-1: Ağırlıklı toplamlar vektörü bulunur.

$$v_i = \sum_{j=1}^n w_j a_{ij} \quad (3.29)$$

Adım-2: Ağırlıklı toplamlar vektörü ilgili kriterin öncelik değerine bölünür.

$$r_i = \frac{v_i}{w_i} \quad (3.30)$$

Adım-3: İKM'nin en büyük özdeğeri hesaplanır.

$$\lambda_{enb} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} \quad (3.31)$$

Adım-4: Tutarlılık indeksi (CI) hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda_{enb} - n}{n-1} \quad (3.32)$$

Adım-5: Tutarlılık oranı (CR) hesaplanır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.33)$$

Tutarlılık oranı hesaplanırken Rastgele indeks (RI) değerleri amacı etkileyen faktör (kriter) sayısına bağlı olarak Çizelge 3.2'den yararlanılarak bulunur.

Çizelge 3.2. RI değerleri [45]

Faktör Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,49

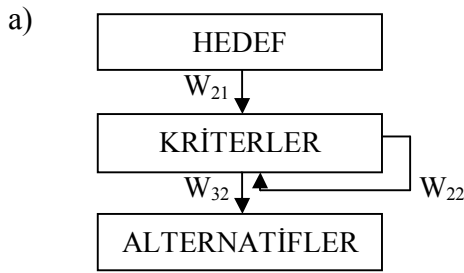
Bir İKM'nin tutarlı olması için CR değerinin 0,1 değerinden küçük olması gerekmektedir. Eğer matris tutarlılık arz etmiyorsa, matris yeniden düzenlenmelidir. Tutarsız matrisler, kararlarda yanlışlık doğurabileceğinden tüm matrislerin tutarlı olması arzu edilir.

Analitik Ağ Süreci (AAS)

Bazı problemlerde kriterler de kendi aralarında birbirlerini etkileyebilmektedir. Bu durum, AHS'nde karşılanamamaktadır ve AHS'nin elle tutulamayan veya sayılamayan kriterleri ele alma avantajının yanı sıra en büyük zayıflığı olarak gösterilmektedir. Aynı şekilde, alternatifler de kendi aralarında bağımlılık arz edebilir veya etkileşimde olabilir. Ayrıca AHS'nde tek yönlü etkileşim vardır.

Kriterler amacı, alternatifler de kriterleri etkilemektedir. Fakat alternatiflerin de kriterleri ve hatta amacı etkilediği, kriterlerin veya alternatiflerin kendi aralarında etkileşimde olduğu durumlarla da karşılaşılabilir. AAS, *geri besleme* olarak adlandırılan bu güçlüğü gidermektedir. AAS'nin adımları aşağıda verilmiştir;

Adım-1: Problem tanımlanır ve model kurulur. Şekil 3.7, AAS'nin hiyerarşik yapısını ve hiyerarşik yapının kapalı formunu göstermektedir.



b)

$$W_n = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & I \end{bmatrix}$$

Şekil 3.7. a) AAS'nin hiyerarşik yapısı b) AAS'nin kapalı formu

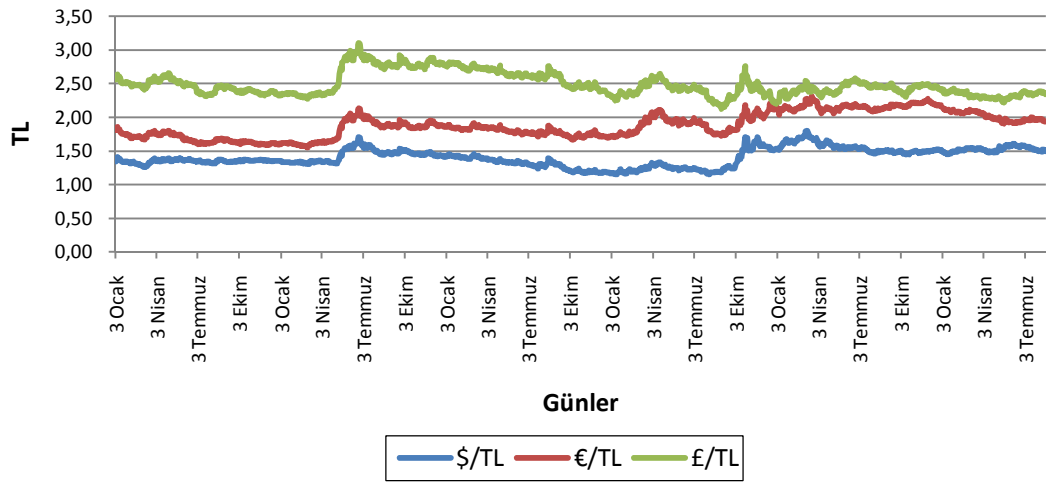
Adım-2: Her bir kriter bazında tüm alternatiflerin ve her bir alternatif bazında tüm kriterlerin İKM'leri oluşturulur ve öncelikler (ağırlıklar) hesaplanır. AHS yöntemindeki gibi tüm İKM'lerin tutarlılıkları hesaplanır ve $CR \leq 0,1$ olması istenir.

Adım-3: Süpermatris oluşturulur. Süpermatris, Adım-2'de hesaplanan önceliklerin tümünün bir arada tek bir matriste gösterilmiş halidir. Yani, süpermatriste hem kriterler hem de alternatifler yer almaktadır ve bunların birbirlerine bağımlılıkları da dikkate alınmaktadır. Bu süpermatris, *Başlangıç Süpermatrisi* olarak adlandırılır ve bu matrisin normalize edilmiş haline de *Ağırlıklandırılmış Süpermatris* denir. Ağırlıklandırılmış süpermatris elde edildikten sonra bu matrisin çok büyük dereceden kuvveti alınarak sabit hale getirilir ve *Limit Süpermatris* elde edilmiş olur.

Adım-4: Elde edilen limit süpermatrise göre en iyi alternatif seçilir. Limit süpermatriste alternatiflerin ağırlıklarına bakılarak alternatifler arasından en iyi olan seçilir.

4. UYGULAMA

Tez çalışmasında \$/TL, €/TL ve £/TL paritelerinin gelecek dönem tahmin değerlerini elde etmek için TCMB'nın 01.01.2005 ve 18.08.2010 tarihleri arasındaki günlük verileri kullanılmıştır. Şekil 4.1'de \$/TL, €/TL ve £/TL paritelerinin gözlem değerleri verilmiştir.



Şekil 4.1. \$/TL, €/TL ve £/TL paritelerinin gözlem değerleri

Çalışmada, bu bölüm üç kısma ayrılmıştır. İlk kısımda, Şekil 4.1'de grafiksel gösterimi verilen \$/TL, €/TL ve £/TL paritelerinin tahmin değerlerini elde etmek için HO, TUD, HY, WY ve Box-Jenkins Yaklaşımı her bir seriye ayrı ayrı uygulanmış ve seriyi en iyi temsil eden model araştırılmıştır. Uygulanan tahmin yöntemlerinin istatistiksel değerlendirmesi MAPE, RMSE ve MAE performans kriterleri ile yapılmıştır ve her bir seriyi en iyi temsil eden model bulunduğundan sonra kısa, orta ve uzun dönemler için tahmin değerleri her bir parite için belirlenmiştir. İkinci kısımda bu tahmin değerleri ışığında, pariteye yatırım yapılması durumunda finansal oyuncunun elde edeceği kar payı hesaplanmıştır. Böylece, finansal oyuncunun ilgili döviz kuruna hangi yönde yatırım yapacağı (satış veya alış) da belirlenmiştir. Analitik tahmin yöntemleri ile hesaplanan finansal oyuncunun kar payı *karlılık kriteri* olarak belirlenmiş, ÇÖKV yöntemi olan AHS kullanılarak *yatırımcının eğilimi, piyasa şartları, güvenilirlik ve politik faktörler* gibi sayısal

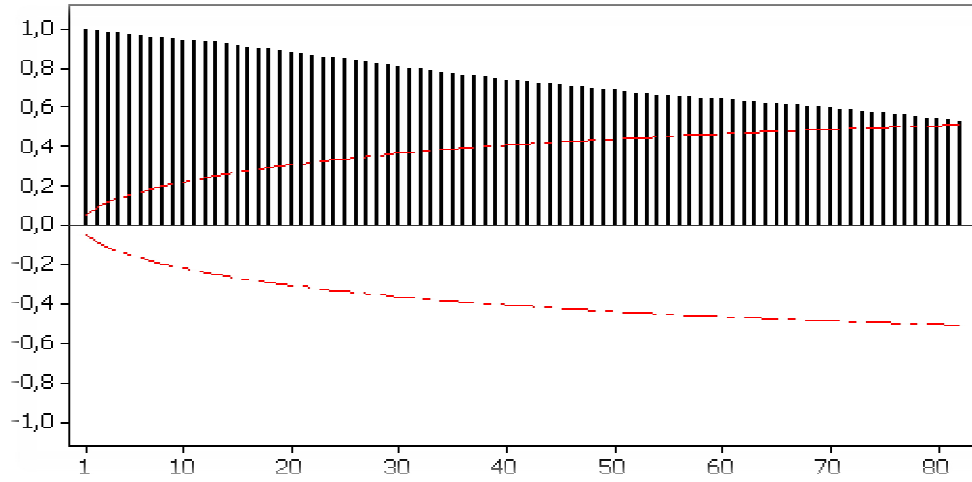
Hiyerarşik yapı dikkatle incelenirse, beş ana kriter grubu olduğu, her bir kriter grubunun da alt kriterleri olduğu görülebilmektedir ve tam hiyerarşik bir yapı söz konusudur.

Bölüm 4.1, döviz kurlarının gelecek dönem tahminlerinin yapılmasını, Bölüm 4.2 ise elde edilen tahmin değerlerinin AHS kullanılarak diğer kriterlerle birleştirilmesini detaylandırmaktadır. Son olarak Bölüm 4.3'te bağımlılıklar da modele dahil edilmekte ve karar probleminin çözümü anlatılmaktadır.

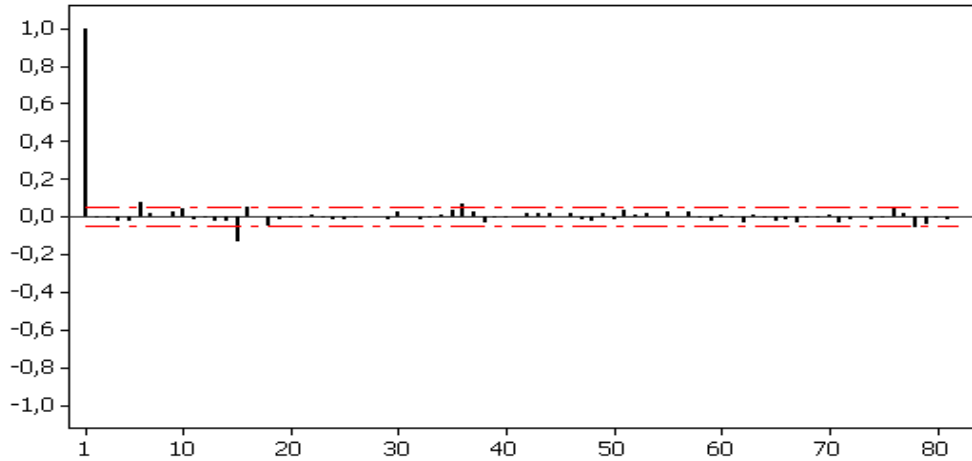
4.1.Gelecek Dönem Tahminlerinin Elde Edilmesi

Her bir döviz kuru gözlem değerleri, 01.01.2005 ve 18.08.2010 tarihleri arasındaki TCMB'nin yayınladığı günlük değerlerden oluşmaktadır. Her bir seride 1422 tane gözlem bulunmaktadır. Bu serilerin her birine farklı derecelerde HO, TÜD, Holt's, Winter's yöntemleri ve ARIMA modelleri ayrı ayrı uygulanmıştır.

Şekil 4.3 ve Şekil 4.4, \$/TL serisinin sırasıyla otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayılarını göstermektedir. €/TL ve £/TL serileri için de çok benzer korelogramlar gözlenmektedir. Dikkat edilirse, otokorelasyonların yaklaşık 80 gecikme derecesine kadar anlamlı olduğu ve azalan bir eğilim gösterdiği, kısmi otokorelasyonların ise yalnızca bir dönemlik gecikme için anlamlı olduğu görülmektedir. Box-Jenkins yaklaşımı uygulanırken her üç serinin de teorik olarak AR(1) modeline çok uygun olduğu gözlenmektedir. Yine de, her üç parite için de yalnız AR(1) modeli değil, farklı ARIMA modelleri de uygulanmıştır.



Şekil 4.3. \$/TL serisinin otokorelasyon fonksiyonu



Şekil 4.4. \$/TL serisinin kısmi otokorelasyon fonksiyonu

Çizelge 4.1-4.3, sırasıyla \$/TL, €/TL ve £/TL serileri için uygulanan modelleri göstermektedir. Her model sınıfı için farklı modeller denenmiş ve her model sınıfı için en iyi model soluna “*” işareti konularak belirtilmiştir. Ayrıca, yine her model sınıfı için en iyi MAPE, RMSE ve MAE değerleri *italik karakter* ile yazılarak işaretlenmiştir.

Çizelge 4.1. \$/TL için uygulanan modeller ve performans kriteri değerleri

	MAPE	RMSE	MAE
HO			
HO(14)	1,504090	0,032863	0,021600
HO(7)	1,165850	0,025298	0,016680
HO(5)	1,022830	0,022361	0,014620
HO(3)	0,848101	0,018547	0,012105
HO(2)	0,756452	0,016583	0,010776
* HO(1)	0,672630	0,014765	0,009572
TÜD yöntemi			
$\alpha=0,2$	1,124360	0,024495	0,016110
$\alpha=0,5$	0,782759	0,017205	0,011166
$\alpha=0,7$	0,708118	0,015556	0,010083
* $\alpha=0,999$	0,673778	0,014799	0,009587
Holt's yöntemi			
$\alpha=0,2 ; \gamma=0,2$	1,136920	0,024698	0,016260
$\alpha=0,6 ; \gamma=0,1$	0,749876	0,016492	0,010681
$\alpha=0,9 ; \gamma=0,2$	0,715784	0,015524	0,010183
$\alpha=0,9 ; \gamma=0,1$	0,697554	0,015199	0,009928
* $\alpha=1,0 ; \gamma=0,005$	0,675892	0,014832	0,009619
Winter's yöntemi			
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,5 ; SL=5$	0,718404	0,015133	0,010186
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,2 ; SL=5$	0,718404	0,015133	0,010186
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,9 ; SL=5$	0,718404	0,015133	0,010186
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,001 ; SL=25$	0,672125	0,014731	0,009559
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,001 ; SL=100$	0,670922	0,014318	0,009520
* $\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,001 ; SL=300$	0,629090	0,013153	0,008910
Box-Jenkins yaklaşımı			
ARIMA(1,1,0)	0,673299	0,014765	0,009581
ARIMA(0,1,1)	0,673299	0,014765	0,009581
ARIMA(1,1,1)	0,676424	0,014764	0,009583
ARIMA(2,1,1)	0,673783	0,014763	0,009588
ARIMA(1,1,2)	0,673835	0,014763	0,009589
ARIMA(2,1,0)	0,673574	0,014764	0,009585
ARIMA(0,1,2)	0,673556	0,014765	0,009584
* ARIMA(2,1,2)	0,673158	0,014717	0,009585

Çizelge 4.2. €/TL için uygulanan modeller ve performans kriteri değerleri

	MAPE	RMSE	MAE
HO			
HO(14)	1,410860	0,038987	0,026940
HO(7)	1,063640	0,029833	0,020330
HO(5)	0,946437	0,026833	0,018102
HO(3)	0,801476	0,022494	0,015305
* HO(1)	0,639410	0,018028	0,012169
TÜD yöntemi			
$\alpha=0,2$	1,044220	0,009055	0,019920
$\alpha=0,5$	0,736415	0,020712	0,014049
$\alpha=0,7$	0,671896	0,018894	0,012800
* $\alpha=0,999$	0,639248	0,018028	0,012166
Holt's yöntemi			
$\alpha=0,1 ; \gamma=0,9$	1,656220	0,047117	0,031830
$\alpha=1,0 ; \gamma=1,0$	0,910315	0,026268	0,017293
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,5$	0,749206	0,021587	0,014245
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,2$	0,686773	0,019748	0,013060
* $\alpha=1,0 ; \gamma=0,005$	0,649431	0,018708	0,012354
Winter's yöntemi			
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,2 ; SL=5$	0,649541	0,018111	0,012349
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,5 ; SL=5$	0,649541	0,018111	0,012349
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,001 ; SL=50$	0,635872	0,017748	0,012101
* $\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,001 ; SL=300$	0,604349	0,016248	0,011482
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=1,0 ; SL=300$	0,604349	0,016248	0,011482
Box-Jenkins yaklaşımı			
ARIMA(1,1,0)	0,639033	0,018018	0,012162
ARIMA(0,1,1)	0,638989	0,018018	0,012161
ARIMA(1,1,1)	0,638590	0,018015	0,012154
ARIMA(2,1,1)	0,638278	0,018000	0,012148
ARIMA(1,1,2)	0,638292	0,017999	0,012147
ARIMA(2,1,0)	0,638292	0,018003	0,012149
ARIMA(0,1,2)	0,638294	0,018004	0,012149
* ARIMA(2,1,2)	0,638182	0,017999	0,012146

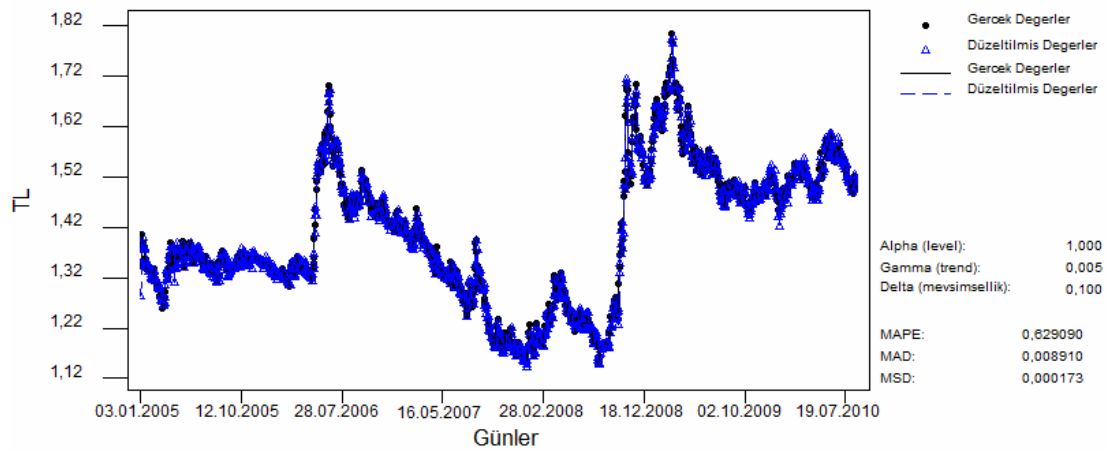
Çizelge 4.3. £/TL için uygulanan modeller ve performans kriteri değerleri

	MAPE	RMSE	MAE
HO			
HO(7)	1,129240	0,039497	0,028260
HO(5)	0,992537	0,034943	0,024487
HO(4)	0,919791	0,032373	0,023052
HO(3)	0,839430	0,029682	0,021044
HO(2)	0,752639	0,026758	0,018867
* HO(1)	0,658949	0,023643	0,016540
TÜD yöntemi			
$\alpha=0,2$	1,098750	0,038859	0,027490
$\alpha=0,5$	0,770431	0,027331	0,019324
$\alpha=0,7$	0,699234	0,024880	0,017536
* $\alpha=0,999$	0,659179	0,023643	0,016546
Holt's yöntemi			
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,7$	0,810872	0,029189	0,020367
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,5$	0,757843	0,027295	0,019031
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,2$	0,696607	0,024980	0,017489
* $\alpha=1,0 ; \gamma=0,005$	0,660710	0,023707	0,016588
Winter's yöntemi			
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,2 ; SL=5$	0,673927	0,023896	0,016911
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,7 ; SL=5$	0,673927	0,023896	0,016911
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,1 ; SL=50$	0,653738	0,023259	0,016930
$\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,001 ; SL=150$	0,634086	0,022159	0,015874
* $\alpha=1,0 ; \gamma=0,005 ; \delta=0,001 ; SL=300$	0,604068	0,021000	0,015110
Box-Jenkins yaklaşımı			
ARIMA(1,1,0)	0,657555	0,023625	0,016507
ARIMA(0,1,1)	0,657506	0,023624	0,016507
* ARIMA(1,1,1)	0,657444	0,023611	0,016505
ARIMA(2,1,1)	0,657671	0,023594	0,016512
ARIMA(1,1,2)	0,657465	0,023594	0,016507
ARIMA(2,1,0)	0,657765	0,023594	0,016514
ARIMA(0,1,2)	0,657785	0,023594	0,016514
ARIMA(2,1,2)	0,657462	0,023594	0,016507

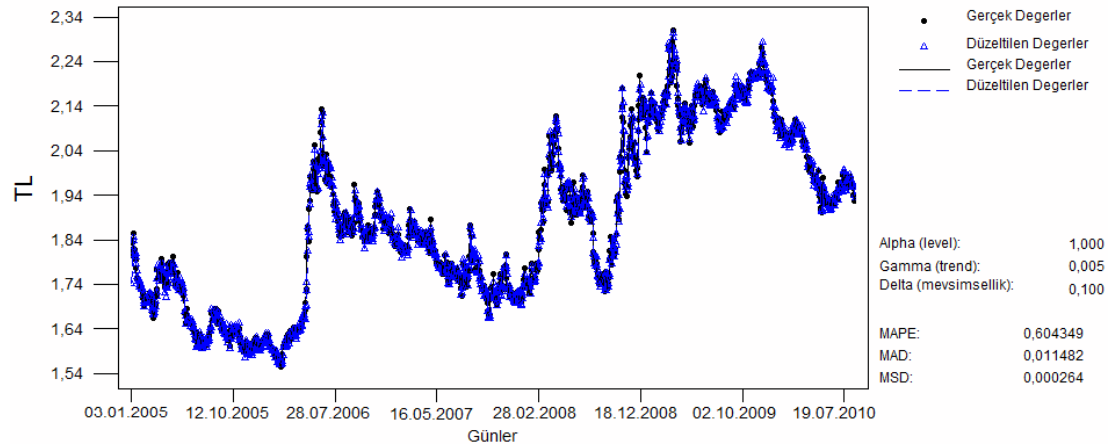
Modellerin verilere uygulanmasında Minitab programı kullanılmıştır. Minitab programında, Eş. 2.15, 2.18 ve 2.19'daki β ve γ simgeleri sırasıyla γ ve δ olarak gösterilmektedir.

Her üç parite için de en iyi model $\alpha=1.0$, $\gamma=0,005$ ve $\delta=0,001$ değerlerini alan ve 300 dönemlik mevsimsel uzunluğa sahip olan WY olarak bulunmuştur.

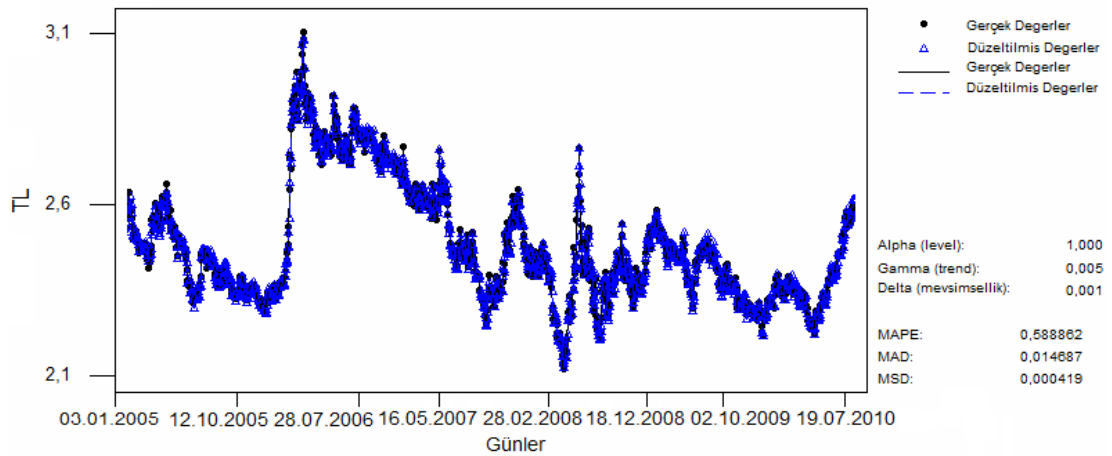
Şekil 4.5-4.7 sırasıyla \$/TL, €/TL ve £/TL serilerinin gerçek ve düzeltilmiş değerlerini göstermektedir.



Şekil 4.5. \$/TL serisinin gerçek ve WY ile düzeltilmiş gözlem değerleri



Şekil 4.6. €/TL serisinin gerçek ve WY ile düzeltilmiş gözlem değerleri



Şekil 4.7. £/TL serisinin gerçek ve WY ile düzeltilmiş gözlem değerleri

Her üç pariteyi de en iyi temsil eden model kullanılarak kısa, orta ve uzun dönem tahminleri elde edilmiştir. Bu tahminler, ilgili paritenin gerçek değerleri ile karşılaştırılmış ve yine her bir tahmin için MAPE, RMSE ve MAE değerleri elde edilmiştir. Çizelge 4.4, her üç parite için de elde edilen kısa, orta ve uzun dönem tahminlerini ve performans kriteri değerlerini göstermektedir.

Çizelge 4.4. \$/TL, €/TL ve £/TL paritelerinin tahmin sonuçları

<u>Tahmin</u> <u>Ufku</u>	<u>Tarih Aralığı</u>	<u>\$/TL</u> <u>Tahmin</u> <u>Değeri</u>	<u>MAPE</u>	<u>RMSE</u>	<u>MAE</u>
15	19.08.2010 - 13.09.2010	1,4896	1,017371	0,017095	0,015463
30	19.08.2010 - 28.10.2010	1,4610	0,851922	0,014732	0,012780
60	19.08.2010 - 22.11.2010	1,4378	1,143985	0,019205	0,016547
<u>Tahmin</u> <u>Ufku</u>	<u>Tarih Aralığı</u>	<u>€/TL</u> <u>Tahmin</u> <u>Değeri</u>	<u>MAPE</u>	<u>RMSE</u>	<u>MAE</u>
15	19.08.2010 - 13.09.2010	1,9147	0,529998	0,012347	0,010257
30	19.08.2010 - 28.10.2010	1,8906	1,889416	0,048870	0,037230
60	19.08.2010 - 22.11.2010	1,8588	3,512667	0,079994	0,069366
<u>Tahmin</u> <u>Ufku</u>	<u>Tarih Aralığı</u>	<u>£/TL</u> <u>Tahmin</u> <u>Değeri</u>	<u>MAPE</u>	<u>RMSE</u>	<u>MAE</u>
15	19.08.2010 - 13.09.2010	2,3121	0,697118	0,020661	0,016401
30	19.08.2010 - 28.10.2010	2,2620	0,873332	0,023597	0,020395
60	19.08.2010 - 22.11.2010	2,2412	0,962142	0,027504	0,022182

4.2.Tahmin Değerlerinin Hiyerarşik Yapıya Entegrasyonu

4.2.1. Kriter grupları ve alt kriterler

Kriter 1.Yatırımcının eğilimi: Finansal oyuncunun yani yatırımcının çoğunlukla belli bir döviz kurunda işlem yaptığı durumlar olabilir. Bu gibi durumlarda finansal oyuncunun bahsedilen döviz kuruna bir eğilimi olduğundan bahsedilebilir. Bu kriter grubu, oluşması kuvvetle muhtemel bu eğilim üzerine odaklanmıştır.

Alt Kriter 1.1.KK (Kişisel kanaatler): Finansal oyuncunun tamamen kendi düşünceleri ve sezgilerini yansıtır.

Alt Kriter 1.2.UG (Uzman görüşleri): Uzman görüşleri yatırımcının eğilimini doğrudan etkileyeği için bu alt kriter tanımlanmıştır.

Alt Kriter 1.3.DYU (Diğer yönlendirici unsurlar): Yatırımcının eğilimini etkileyen diğer unsurları içerir.

Kriter 2.Piyasa şartları: Finansal oyuncunun işlem yaptığı piyasadaki dengeleri ifade eder. Piyasadaki dengelerin değişmesi, döviz kurlarını oynatacaktır.

Alt Kriter 2.1.PS (Piyasadaki spekülasyonlar): Piyasadaki spekülasyonlar kısa süreli de olsa yatırımcının piyasadaki işlemlerini büyük ölçüde etkilemektedir.

Alt Kriter 2.2.PIH (İlgili döviz kurunun piyasadaki işlem hacmi): Döviz kurunun piyasaki işlem hacmi, yatırım kararı için önemli bir faktördür.

Alt Kriter 2.3.USFR (US federal rezervinin para politikası): US federal rezervinin para politikaları \$ para biriminin değerini global olarak etkilemektedir.

Alt Kriter 2.4.ABMB (AB merkez bankalarının para politikası): AB merkez bankalarının uyguladıkları para politikaları global düzeyde € para biriminin değerini etkilemektedir.

Alt Kriter 2.5.SH (Sermaye hareketleri): Piyasada gerçekleşen sermaye hareketleri tüm döviz kurları üzerinde etkilidir.

Alt Kriter 2.6.FO (Faiz oranları): Türkiye’de dövizlere ve TL’ye uygulanan faiz oranları finansal oyuncuların hareketlerini şekillendirir.

Alt Kriter 2.7.EO (Enflasyon oranı): Türkiye’deki enflasyon oranı, döviz kurlarını da etkilemektedir.

Alt Kriter 2.8.RM (Resmi müdahaleler): TCMB tarafından serbest piyasaya yapılan müdahaleler tüm döviz kurlarını büyük ölçüde etkilediği gibi TL değerini de etkilemektedir.

Kriter 3.Güvenilirlik: Finansal oyuncunun ilgili döviz kurunun gelecek dönem hareketlerini tahmin edebilme yetisine olan güvenini ifade eder.

Alt Kriter 3.1.ÜİSİ (Ülke içi siyasi istikrara olan güven): Siyasi istikrar, tüm döviz kurları ve TL değeri üzerinde oldukça önemli bir yere sahiptir.

Alt Kriter 3.2.DKİ (Döviz kurunun istikrarına olan güven): Döviz kurunun belli bir istikrara sahip olması gerektiğinden bu kriter de önem teşkil etmektedir.

Alt Kriter 3.3.İÜSİ (İlgili ülkenin siyasi istikrarına olan güven): Yatırım yapılacak para biriminin istikrarı gibi o ülkenin siyasi ve ekonomik istikrarı da önem teşkil etmektedir.

Kriter 4.Politik Faktörler: Türkiye'nin iç ve dış politikası ile dış politik güçler hem TL hem de döviz kurlarını önemli ölçüde etkilemektedir.

Alt Kriter 4.1.TDP (Türkiye'nin dış politikası): Türkiye'nin yürütmekte olduğu orta ve uzun vadeli dış politikalar finansal piyasaları etkiler.

Alt Kriter 4.2.İÜPG (İlgili ülkenin politik gücü): İlgilenilen para biriminin ait olduğu ülkenin global çaptaki politik gücü, para birimini de doğrudan etkilemektedir.

Alt Kriter 4.3.TABM (Türkiye-AB müzakereleri): Türkiye-AB müzakereleri de finansal piyasalardaki hareketleri üzerinde etkiye sahiptir.

Kriter 5.Karlılık: İlgili döviz kurunun finansal oyuncuya getireceği kar payı, döviz kuru seçimi probleminde en büyük etkenlerden biridir.

Alt Kriter 5.1.KD (Kısa dönem karlılık): Döviz kurunun yapılacak alım veya satın alma işlemi sonucunda 15 günde sağlayacağı karlıdır.

Alt Kriter 5.2.OD (Orta dönem karlılık): Döviz kurunun yapılacak alım veya satın alma işlemi sonucunda 30 günde sağlayacağı karlıdır.

Alt Kriter 5.3.UD (Uzun dönem karlılık): Döviz kurunun yapılacak alım veya satın alma işlemi sonucunda 60 günde sağlayacağı karlıdır.

4.2.2. Tahmin değerlerinin karar problemine entegrasyonu

Bölüm 4.1’de detaylı olarak incelenen ve Çizelge 4.1-3 ile tabloya aktarılan tahmin sonuçlarının karar problemine dahil edilmesi gerekmektedir. Bölüm 4.2.1’de açıklanan kriter grupları ve alt kriterlere dikkat edilirse, *Karlılık* kriteri altında *KD*, *OD* ve *UD* alt kriterleri mevcuttur. Bu alt kriterlerin üçü için de tahmin değerleri Çizelge 4.4’te gösterilmiş, Çizelge 4.5’te alış veya satış işlemlerinden hangisinin yapılması gerektiği ve bu işlemlerin sağlayacağı birim kar verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tahmin sonuçlarına göre yapılacak işlem ve birim başına getirisi

	İşlem			Sağlayacağı Kar		
	\$/TL	€/TL	£/TL	\$/TL	€/TL	£/TL
KD	Satış	Satış	Satış	0,0088TL	0,0142TL	0,0281TL
OD	Satış	Satış	Satış	0,0374TL	0,0383TL	0,0782TL
UD	Satış	Satış	Satış	0,0606TL	0,0701TL	0,0990TL

Çizelge 4.5.’te verilen işlem kararı ile ilgili işlem neticesinde sağlanacak kar Çizelge 4.4.’te verilen tahmin sonuçları baz alınarak yapılmıştır. Döviz kurunun alış veya satış kararı, ilgili döviz kurunun 18.08.2010 tarihindeki son gözlem değeri ile dönem sonu tahmin değeri arasındaki ilişkiye göre belirlenir. Eğer tahmin değeri son gözlem değerinden büyükse *Alış*, aksi takdirde *Satış* işlemi gerçekleştirilmelidir. Örneğin \$/TL için KD, OD ve UD tahmin değerleri sırasıyla 1,4896 1,4610 ve 1,4378 olarak bulunmuştur. Yani \$/TL paritesinin sırasıyla 15, 30 ve 60 gün sonraki değerleri yaklaşık 1,4896 1,4610 ve 1,4378 olacaktır. Son gözlem değeri ise 1,4984’tür. Görüldüğü üzere KD, OD ve UD tahmin değerleri son gözlem değerinden küçüktür. Dolayısıyla \$/TL paritesi için KD, OD ve UD yatırımlarda yapılması gereken işlemler sırasıyla Satış, Satış ve Satış olmalıdır. Bu kararlar uygulandığında elde edilecek kar ise tahmin değeri ile son gözlem değeri arasındaki farkın mutlak değeri alınarak bulunur. Örneğin \$/TL paritesinin KD yatırımı için elde edilecek kar $|1,4896 - 1,4984| = 0,0088\text{TL}$ şeklinde hesaplanır.

KD, OD ve UD alt kriterleri bazında alternatiflerin ikili karşılaştırmaları hazırlanan ankette yer almamaktadır, çünkü bu ikili karşılaştırmalar Çizelge 4.5’te verilen

değerler ışığında oluşturulmuştur (Bknz EK-4). Eş. 4.1-4.3, sırasıyla KD, OD ve UD alt kriterlerinin İKM'lerini vermektedir.

	\$/TL	€/TL	£/TL	
\$/TL	1	0,62	0,31	
€/TL	1,62	1	0,51	(4.1)
£/TL	3,21	1,98	1	

	\$/TL	€/TL	£/TL	
\$/TL	1	0,98	0,48	
€/TL	1,02	1	0,49	(4.2)
£/TL	2,09	2,04	1	

	\$/TL	€/TL	£/TL	
\$/TL	1	0,86	0,61	
€/TL	1,16	1	0,71	(4.3)
£/TL	1,63	1,41	1	

Böylece, karlılık kriteri subjektif değil, objektif olarak değerlendirilmiş olmaktadır. Diğer kriterlerin öncelikleri ve bu kriterler bazında alternatiflerin öncelikleri anket yaptırılan uzmanlara göre değişkenlik gösterebilecektir. Aynı değişkenlik, karlılık kriteri için de söz konusu olabileceken, tahmin değerlerinin İKM'de kullanılması ile objektiflik elde edilmiştir. Tahmin değerlerinin karar problemine dahil edilmesi bu şekilde yapılmıştır.

4.3.Problemin Çözümü

Bölüm 4.2.2'de belirtilen şekilde tahmin değerlerinin karar problemine dahil edilmesi incelendikten sonra problemin çözümü için 10 akademisyene EK-1'de verilen anket uygulanmış olup, grup kararı için bu anketlerin geometrik ortalaması kullanılmıştır. Problemin çözümünde Expert Choice ve Excel programları kullanılmıştır. Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7'de, uygulanan anket neticesinde elde edilen kriter grupları ve alt kriterlerin ağırlıkları, Çizelge 4.8'de ise alternatiflerin ağırlıkları verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kriter gruplarının ağırlıkları

Kriter Grupları	Global Ağırlıklar
1.Yatırımcının Eğilimi	0,041
2.Piyasa Şartları	0,254
3.Güvenilirlik	0,041
4.Politik Faktörler	0,254
5.Karlılık	0,411

Çizelge 4.7. Alt kriterlerin ağırlıkları

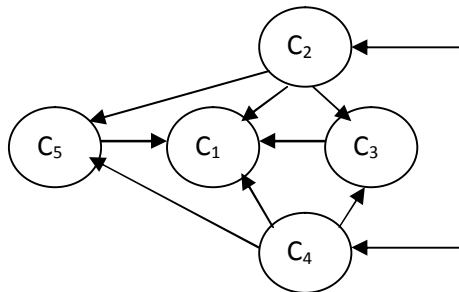
Alt Kriterler	Lokal Ağırlıklar	Global Ağırlıklar
1.1.Kişisel Kanaatler	0,099	0,004
1.2.Uzman Görüşleri	0,537	0,022
1.3.Diğer Yönlendirici Unsurlar	0,364	0,015
2.1.Piyasadaki Spekülasyonlar	0,054	0,014
2.2.İlgili Döviz Kurunun Piyasadaki İşlem Hacmi	0,113	0,029
2.3.US Federal Rezervinin Para Politikaları	0,160	0,041
2.4.AB Merkez Bankalarının Para Politikaları	0,160	0,041
2.5.Sermaye Hareketleri	0,047	0,012
2.6.Faiz Oranı	0,028	0,007
2.7.Enflasyon Oranı	0,028	0,007
2.8.Resmi Müdahaleler	0,410	0,104
3.1.Siyasi İstikrara Olan Güven	0,714	0,029
3.2.İlgili Döviz Kurunun İstikrarına Olan Güven	0,143	0,006
3.3.İlgili Ülkenin Ekonomik Politikasına Olan Güven	0,143	0,006
4.1.Türkiye'nin Dış Politikası	0,136	0,035
4.2.İlgili Ülkenin Politik Gücü	0,625	0,159
4.3.Türkiye-AB Müzakereleri	0,238	0,060
5.1.Kısa Dönem Karlılık	0,648	0,267
5.2.Orta Dönem Karlılık	0,229	0,094
5.3.Uzun Dönem Karlılık	0,122	0,050

Ancak, Bölüm 4.2.1’de verilen kriter grupları ve alt kriterlerin açıklamaları üzerinde düşünülecek olursa, Şekil 4.2’de verilen hiyerarşik yapının problemin çözümü için yeterli olmayacağı, bu yapıya kriterler arası bağımlılıkların da eklenmesi gerektiği görülmektedir. Alt kriterlerin bağımlılıkları göz ardı edilmiş olup, kriter gruplarının bağımlılıkları Şekil 4.8’de verilmiştir. Şekil 4.8’de; C₁ yatırımcının eğilimi kriter

grubunu, C_2 piyasa şartları kriter grubunu, C_3 güvenilirlik kriter grubunu, C_4 politik faktörler kriter grubunu ve C_5 de karlılık kriter grubunu göstermektedir.

Çizelge 4.8. Alternatiflerin global ağırlıkları

Alt Kriterler	Global Ağırlıklar	Alternatiflerin Ağırlıkları		
		\$/TL	€/TL	£/TL
Kişisel Kanaatler	0,004	0,003	0,000	0,000
Uzman Görüşleri	0,022	0,017	0,003	0,002
Diğer yönlendirici unsurlar	0,015	0,012	0,002	0,001
Piyasadaki Spekülasyonlar	0,014	0,009	0,003	0,002
İlgili Döviz Kurunun Piyasadaki İşlem Hacmi	0,029	0,021	0,005	0,003
US federal rezervinin para politikası	0,041	0,030	0,006	0,004
AB merkez bankalarının para politikalar	0,041	0,009	0,026	0,006
Sermaye hareketleri	0,012	0,009	0,002	0,001
Faiz oranları	0,007	0,002	0,004	0,001
Enflasyon oranları	0,007	0,002	0,002	0,002
Resmi müdahaleler	0,104	0,035	0,035	0,035
Siyasi istikrara olan güven	0,029	0,018	0,007	0,004
İlgili döviz kurunun istikrarına olan güven	0,006	0,004	0,001	0,001
Piyasa istikrarına olan güven	0,006	0,005	0,001	0,000
Türkiye'nin dış politikası	0,035	0,017	0,009	0,009
İlgili ülkenin politik gücü	0,159	0,122	0,023	0,013
Türkiye-AB müzakereleri	0,060	0,046	0,009	0,006
Kısa dönem karlılık	0,267	0,046	0,074	0,147
Orta dönem karlılık	0,094	0,023	0,023	0,048
Uzun dönem karlılık	0,050	0,013	0,015	0,022
Toplam	1,001	0,444	0,250	0,306

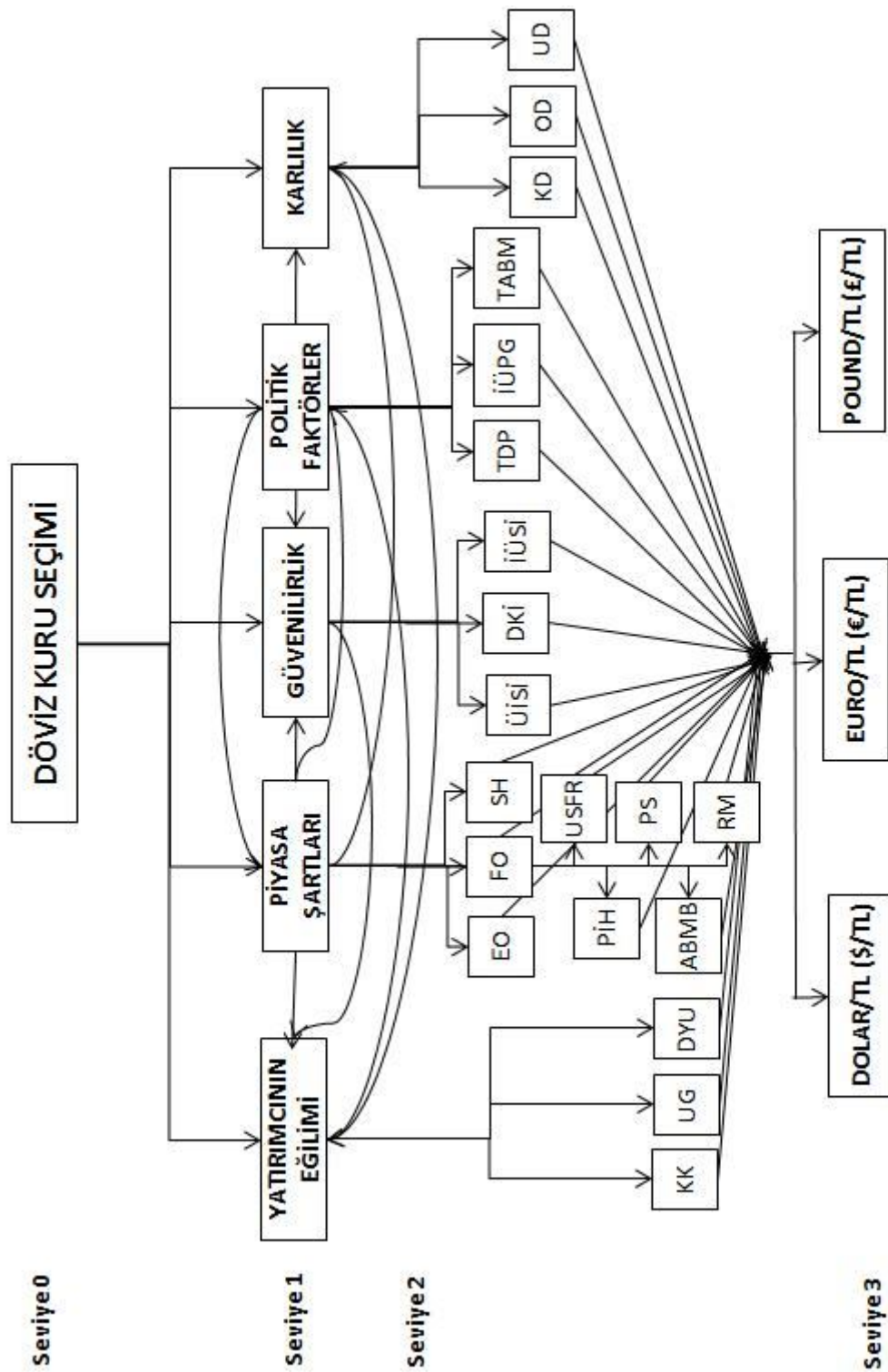


Şekil 4.8. Kriter gruplarının bağımlılıkları

Dikkat edileceği gibi, yatırımcının eğilimi kriterine diğer tüm kriter gruplarının etkisi söz konusudur. Bu doğaldır, çünkü yatırımcının eğilimi politik faktörlerden, piyasa şartlarından, güvenilirlikten ve karlılıktan etkilenecektir. Diğer taraftan, politik faktörler ve piyasa şartları kriter grupları ise diğer tüm kriter gruplarını ve birbirlerini etkilemektedir.

EK-1’de verilen ve 10 akademisyen tarafından doldurulan anketin son kısmında bağımlılıklar bölümü yer almaktadır ve yukarıda açık formu verilen bağımlılıklar anketteki bu bölüm baz alınarak oluşturulmuştur (Bknz EK-1). Şekil 4.9’da bağımlılıkları da içeren hiyerarşik yapı gösterilmektedir.

Çizelge 4.6-Çizelge 4.8 EK-1’deki anketin nihai sonucunun Expert Choice programına girilmesi ile elde edilmiştir. Elde edilen İKM’lerin hesaplanması program tarafından otomatik olarak yapılmıştır. Yine de, EK-2 ve EK-3’te sırasıyla bağımlılıklar dahil edildiğinde kriter ağırlıkları hesaplanması ve yine aynı matrisin tutarlılık hesabı örneği verilmektedir.



Şekil 4.9. Bağımlılıklar dahil edildiğinde hiyerarşik yapı

Bağımlılıklar dikkate alınarak kriter gruplarının ağırlıkları yeniden hesaplanmıştır. Bu hesaplama, bulunan ağırlıkların bağımlılık matrisi ile çarpılması yoluyla yapılmıştır. Böylece, daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. Dikkat

edilmesi gereken bir diğer husus da bağımlılıkların dahil edilmesi ile AHS yerine AAS'nin kullanılmasının mecbur kılınmasıdır. Çünkü AHS ile tek yönlü akış mümkün olmakta iken AAS ile yatay ve ters yönlü ilişkiler de modele dahil edilebilmektedir. Çizelge 4.9, bağımlılıklar dikkate alınmadan ve alındıktan sonraki kriter gruplarının ve alternatiflerin ağırlıklarını vermektedir.

Çizelge 4.9. Bağımlılıklar dikkate alındığında ve alınmadığındaki ağırlıklar

	Kriter Ağırlıkları	
	Bağımlılıklar Olmadan	Bağımlılıklar Kullanılarak
Kriter Grupları		
1.Yatırımcının Eğilimi	0,041	0,038
2.Piyasa Şartları	0,254	0,259
3.Güvenilirlik	0,041	0,038
4.Politik Faktörler	0,254	0,259
5.Karlılık	0,411	0,406
Alternatifler		
\$/TL	0,444	0,445
€/TL	0,250	0,250
£/TL	0,306	0,305

Çizelge 4.9'de görüldüğü gibi bağımlılıklar dikkate alındığında ufak da olsa kriter gruplarının ağırlıkları değişiklik göstermiştir. Alternatiflerin ağırlıkları incelendiğinde ise büyük bir farkın olmadığı gözlenmektedir. Yine de, bağımlılıklar dahil edildiğinde hem kriter ağırlıkları hem de alternatiflerin ağırlıkları değişiklik göstermektedir. Örneğin bağımlılıklar dahil edildiğinde piyasa şartları ve politik faktörlerin ağırlıkları artarken yatırımcının eğilimi, güvenilirlik ve karlılık kriterlerinin de ağırlıkları azalmaktadır. Bir diğer deyişle politik faktörlerin ve piyasa şartlarının önemi artmıştır. Bu da bağımlılıkların karar problemi üzerinde etkili olduğunun göstergesidir. Çizelge 4.10'da bağımlılıklar dahil edildiğinde elde edilen alt kriter ağırlıkları ve alternatif ağırlıkları verilmiştir. Ancak buradaki en önemli nokta, kriter gruplarının ikili karşılaştırması yapılırken ve bağımlılıklar hesaplanırken 2010 yılı şartlarının göz önünde bulundurulmuş olması, bu şartların zamanla değişiklik gösterebilecek olması, dolayısıyla ikili karşılaştırmalarda farklılık olabileceği ve bunun da sonucu etkileyebilecek olmasıdır.

Çizelge 4.10. Bağımlılıklar dahil edildiğinde alt kriter ve alternatiflerin ağırlıkları

Alt Kriterler	Global Ağırlıklar	Alternatiflerin Ağırlıkları		
		\$/TL	€/TL	£/TL
Kişisel Kanaatler	0,004	0,003	0,000	0,000
Uzman Görüşleri	0,020	0,016	0,003	0,002
Diğer yönlendirici unsurlar	0,014	0,011	0,002	0,001
Piyasadaki Spekülasyonlar	0,014	0,010	0,003	0,002
İlgili Döviz Kurunun Piyasadaki İşlem Hacmi	0,029	0,021	0,005	0,003
US federal rezervinin para politikası	0,041	0,031	0,006	0,004
AB merkez bankalarının para politikalar	0,041	0,009	0,026	0,006
Sermaye hareketleri	0,012	0,009	0,002	0,001
Faiz oranları	0,007	0,002	0,004	0,001
Enflasyon oranları	0,007	0,002	0,002	0,002
Resmî müdahaleler	0,106	0,035	0,035	0,035
Siyasi istikrara olan güven	0,027	0,017	0,006	0,004
İlgili döviz kurunun istikrarına olan güven	0,005	0,004	0,001	0,001
Piyasa istikrarına olan güven	0,005	0,004	0,001	0,000
Türkiye'nin dış politikası	0,035	0,018	0,009	0,009
İlgili ülkenin politik gücü	0,162	0,124	0,024	0,014
Türkiye-AB müzakereleri	0,062	0,047	0,009	0,006
Kısa dönem karlılık	0,263	0,045	0,073	0,145
Orta dönem karlılık	0,093	0,023	0,023	0,047
Uzun dönem karlılık	0,050	0,013	0,015	0,021
Toplam	1,000	0,445	0,250	0,305

Kurulan hiyerarşik modelde ekonomik kriz, savaş, afet, buhran gibi global bir olay söz konusu olmadığı takdirde bağımlılıklar matrisi zaman içinde sabit tutulabilir. Ancak kriterlerin önceliklendirilmesi daha ufak dinamiklere bağlı olduğundan yeni bir zaman dönemi için kriterler arası önceliklendirme yeniden yapılmalıdır.

Elde edilen sonuçlara bakıldığında, \$/TL alternatifinin diğer alternatiflere büyük ölçüde baskın geldiği £/TL alternatifinin ise €/TL alternatifine göre daha iyi olduğu görülmektedir. Bu durumda, finansal oyuncu yatırımını \$/TL alternatifinden yana kullanmalı ve KD, OD veya UD yatırımlarından hangisini seçeceğine bağlı olarak Çizelge 4.5.'te verildiği üzere sırasıyla satış, satış ve satış yapmalıdır. Alış veya satış kararların nasıl verildiği Bölüm 4.2.2'de detaylı olarak verilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

KD, OD ve UD için en karlı yatırım £/TL olmasına rağmen modelin nihai sonucunda \$/TL alternatifi diğerlerine göre açık bir şekilde üstün gelmiştir. Yani, sadece karlılık kriteri olarak alınsa idi, uygulanan tahmin yöntemi neticesinde £/TL alternatifi seçilecekti. Ancak, döviz kuru seçimi yapılırken yatırımcının eğilimi, politik faktörler, piyasa şartları ve güvenilirlik gibi sayısal olarak ölçülemeyen diğer kriterlerin de etkili olduğu düşünülmüş ve Şekil 4.2’de verilen hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. WY ile elde edilen gelecek dönem değerlerine göre oluşturulan İKM sonucunda ise en karlı yatırımın £/TL alternatifi olarak gözükmesine rağmen nihai olarak \$/TL alternatifi üstün gelmiştir. Böylece, karar probleminde finansal oyuncunun yatırımını etkileyen diğer faktörler de değerlendirilerek daha kapsamlı ve daha doğru bir sonuç elde edilmiş olmaktadır.

Şekil 4.1’de gözlem değerleri verilen \$/TL, €/TL ve £/TL paritelerinin elde edilen KD, OD ve UD tahmin değerleri, Şekil 4.2’de verilen hiyerarşik yapıya karlılık kriteri adı altında dahil edilmiş, böylece karlılık kriterinin değerlendirilmesi tamamen objektif bir hale getirilmiştir. Bu birleştirme sayesinde, hemen tüm bilim insanları tarafından kabul edilen bütünleştirilmiş yaklaşımların saf yöntemlerden daha iyi sonuç verdiği görüşü de yerine getirilmiş olmaktadır. Çalışma bu açıdan önemlidir, çünkü literatürde döviz kurları tahminleri için geliştirilen ÇÖKV modellerinde bu yaklaşım uygulanmamış, tamamen ikili karşılaştırmalara dayalı modeller kullanılmıştır. Bu çalışmada ise bahsedilen yaklaşım kullanılmış, geliştirilen model Türkiye örneğine uygulanmış ve hem tahmin sonuçları hem de modelin çözülmesi ile elde edilen sonuçlar gerçek verilere çok yakın bulunmuştur. Böylece, geliştirilen modelin literatüre en önemli katkılarından birisinin de döviz kuru tahminleri için sayısal ve sayısal olmayan kriterleri birleştirerek her ikisini de karar probleminde kullanabilen yeni bir model olmasıdır.

Çizelge 4.4’te verilen tahmin değerleri ve bu değerlerin MAPE, RMSE ve MAE değerleri çok düşük bulunmuştur. Örneğin \$/TL, ve £/TL serileri için yapılan KD, OD ve UD tahminlerinin MAPE değerleri 1,00 civarında, €/TL serisinin MAPE

değeri ise yalnızca UD tahminlerde 3,51 gibi bir değer almıştır. Witt ve Witt'in belirttikleri gibi %10 değerinin altında çıkan MAPE değerleri, yüksek uygunluk arz etmektedir [52] ve bu durumda, tüm tahmin değerlerinde yüksek uygunluk elde edildiği söylenebilir.

Modelin geliştirilmesi aşamasında son olarak Şekil 4.8'de gösterilen bağımlılıklar ilave edilmiş ve Şekil 4.9.'da gösterildiği üzere nihai hiyerarşik yapı elde edilmiştir. Böylece, kriter gruplarının birbirleri üzerindeki etkileri de modele dahil edilerek modelin doğruluğu ve güvenilirliği arttırılmıştır. Çünkü, gerçekte kriter grupları da birbirlerini etkileyebilmektedirler. Örneğin, politik faktörlerin piyasa şartları üzerinde önemli ölçüde etkisi vardır. Bu bağımlılıklar, uygulanan anketler neticesinde elde edilmiş olup, alt kriterler arası bağımlılığın olmadığı varsayılmıştır. Kriterler arası bağımlılığın açık gösterimi Şekil 4.8'de verilmiştir. Bağımlılıkların modele dahil edilmesi ile bu problemin sonuçları çok değişmemiştir, ancak modelin güvenilirliği arttırılmış ve daha sonra başka veriler için kullanılabilirliği sağlamlaştırılmıştır.

Elde edilen önemli sonuçlardan birisi de döviz kuru problemlerinde hangi kriterlerin ne kadar önemli olduğunun görülebilmesidir. Çizelge 4.10 yorumlanacak olursa piyasa şartları ve politik faktörler kriterlerinin baskın olduğu, güvenilirlik ve yatırımcının eğilimi kriterlerinin ise öneminin düşük olduğu görülecektir. Aynı şekilde daha detaylı bir inceleme neticesinde global ağırlığı 0,263 olan kısa dönem karlılık alt kriterinin en önemli alt kriter olduğu, bunu sırasıyla 0,162 0,106 0,093 ve 0,050 değerlerini alan ilgili ülkenin politik gücü, resmi müdahaleler, orta dönem karlılık ve uzun dönem karlılık alt kriterlerinin takip ettiği görülebilir. Kişisel kanaatler, ilgili döviz kurunun istikrarına olan güven ve piyasa istikrarına olan güven alt kriterlerinin ise sırasıyla 0,004 0,005 ve 0,005 değerlerini alarak karar probleminde son derece önemsiz oldukları sonucuna varılabilir. Kısacası, modelin çıktılarından birisi de hangi kriterlerin ne kadar önemli olduğunun, hangi kriterlerin göz ardı edilebileceğinin belirlenebiliyor olmasıdır.

Modelin en büyük avantajlarından bir diğeri ise bağımlılıklar matrisinin savaş, iç savaş, işgal, doğal afet, ekonomik kriz gibi global çapta değişiklikler olmadığı sürece sabit tutulabilir olmasıdır. Ancak her bir İKM belirtilen zaman zarfı için değerlendirildiğinden bu İKM'nin yeni alternatifler, yeni dönemler söz konusu olduğunda yeniden yapılması gerekmektedir. Ayrıca modelin ilk kısmını oluşturan tahmin yöntemlerinin de yeni veriler söz konusu olduğunda tekrar edilmesi gerekmektedir; çünkü \$/TL, €/TL ve £/TL serilerini en iyi temsil eden model olan $\alpha=1.0$, $\gamma=0,005$ ve $\delta=0,001$ ve 300 dönemlik mevsimsel uzunluğa sahip olan WY, 01.01.2005-18.08.2010 tarihleri arasındaki dönem için geçerlidir. Bu hususlar gözetildiğinde, geliştirilen model yeni veriler ve yeni zaman dönemi için yeniden uygulanabilir. Yani, geliştirilen model esnek bir modeldir ve bu yönüyle de literatüre bir katkı sağlamaktadır.

Özet olarak, finansal oyuncunun piyasada işlem yaparken karşılaştığı karar probleminin hemen tüm kriterleri geliştirilen bu modelde yer aldığından daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmiş ve esnek bir model geliştirildiğinden başka alternatifler ve başka dönemler için de rahatlıkla kullanılma imkanı vardır.

Bu çalışmada geliştirilen modelin uygulayıcıları farklı verilerin tahmin değerlerini elde ederken, uygulamada kullanılan yöntemlerin tümünün tekrar denenmesi gerektiğine dikkat etmelidir. Yani, bu çalışmada kullanılan verileri en iyi temsil eden WY, başka veriler için en iyi sonucu vermeyebilir. Farklı veriler için MAPE, RMSE ve MAE performans kriterlerine göre farklı tahmin yöntemleri daha iyi sonuç verebilir. Bu durumda, belirlenen performans kriterleri açısından en uygun model seçilmelidir. Yine de, döviz kurları zaman serilerinin genel yapılarından dolayı genellikle HO yöntemi için HO(1), HY için $\alpha=1.0$ ve WY için $\alpha=1.0$ ile $\delta=0,001$ katsayıları sabit tutulabilir. Çünkü döviz kurları serileri global çapta bir ekonomik buhran veya isyan, doğal afet, iç savaş gibi olaylar söz konusu olmadığında çok ufak değişimler gösterecektir. Dolayısıyla bir sonraki dönemin gerçek değeri son gözlem değerine çok yakın bir değer alacaktır. Bu çalışmada her seri için HO sınıfının en iyi modelinin HO(1) ve HY ile WY model sınıflarının en iyi modelinin de $\alpha=1.0$ katsayılı modeller olması buna bir ispat olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, WY'nde δ

değerinin de 0'a yakın çıkması doğaldır, çünkü döviz kuru serileri genellikle mevsimsellik arz etmez.

Bir diğer önemli nokta da, geliştirilen modelde KD, OD ve UD seçeneklerinin hepsinin ele alınmış olmasıdır. Finansal oyuncu belirlenen döviz kuru için her üç seçeneği de kullanarak kar sağlayabilir. Gelecek dönem tahmin değerleri bilindiğinden uygun alış veya satış kararı ile kar elde edilir (Bknz. Çizelge 4.5). Böylece, finansal oyuncu KD, OD veya UD gibi kısıtlara bağlı kalmadan işlem yapabilmektedir. Modelin bir diğer avantajı da bu noktada sağladığı esnekliktir.

Bir diğer önemli nokta da İKM'lerin ilgili zaman zarfına bağlı alınarak yapılması gerekliliğidir. Yani, İKM'ler yapılandırılırken yapıldığı zamandaki değil, ilgili zaman aralığındaki şartlar dikkate alınarak yapılandırılmalıdır.

Çalışmada kullanılan performans kriterlerine ek olarak farklı kriterler de kullanılabilir. Ayrıca modeli kullanan karar vericiler modele farklı karar kriterleri de ekleyerek önerilen modeli geliştirebilirler.

Tahmin yapılırken belirlenen yöntemlere VAR, BVAR, KAT, ARCH, GARCH, gibi farklı tahmin yöntemleri de eklenerek yeni veriler için daha iyi sonuç elde edilebilir. Bundan başka, problemin çözümü için YSA gibi alternatif zaman serisi öngörü yöntemleri de kullanılabilir.

Açıktır ki ele alınan karar probleminin tipi belirsizlik altında karar vermedir. Bu belirsizliğin giderilmesi için modelin bulanık ortamda çalışılması da gelecek araştırmalara öneri olarak sunulabilir.

Karlılık kriteri ile döviz kurunun gelecek dönem hareketleri objektif olarak tahmin edilmiştir. Modelin belki de en kuvvetli yönü budur. Ancak modelin bir zayıflığı, diğer kriterlerin ağırlıkları zaman içinde ve kişiden kişiye değişebilecek olmasıdır. Gelecek çalışmalar için, diğer kriterlerin de objektif hale getirilebilmesi önerilebilir.

Bu alışmada, AAS bir karar verme aracı olarak kullanılmıştır. AHS'nin HO, ARIMA, GARCH, ARCH, VAR, BVAR ve ÜDT gibi tahmin tekniği olarak kullanılabilirliğini gösteren çalışmalara literatür araştırması kısmında değinilmiştir. Başka bir yaklaşım ile AAS'nin tahmin yöntemi olarak kullanılması olabilir.

Ayrıca, tez çalışmasında önerilen modeli ilerletmek için bir sonraki adım bu modellere kriterler arası bağımlılıkların da dahil edilmesi önerilebilir.

Geliştirilen modelde KD, OD ve UD yatırımlar her bir döviz kuru için incelenmekte ve genel bir karar verilmekte idi. Finansal oyuncu hangi dönem için yatırım yapacağını serbest bir şekilde belirleyebilmekteydi. Gelecek araştırmacılara KD, OD veya UD yatırımlara da karar veren bir model geliştirilmesi rahatlıkla önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Alptekin, N., Analitik ağ süreci yaklaşımı ile Türkiye’de beyaz eşya sektörünün pazar payı tahmini”, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11 (1): 18-27 (2010).
2. Baillie, R. T., Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O., “Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity”, *Journal of Econometrics*, 74: 3–30 (1996).
3. Blair, A.R., Nachtmann, R., Olson, J.E., Saaty, T.L., “Forecasting foreign exchange rates: An expert judgment approach”, *Socio-Econ. Plann. Sci.*, Vol. 21 (6): 363-369 (1987).
4. Blair, A.R., Nachtmann, R., Saaty, T.L., Whitaker, R., “Forecasting the resurgence of the US economy in 2001: an expert judgment approach”, *Socio-Economic Planning Sciences*, 36: 77–91 (2002).
5. Blanchard, M., Desrochers, G., “Generation of autocorrelated wind speeds for wind energy conversion system studies”, *Solar Energy*, 33: 571–579 (1984).
6. Bollerslev, T., “Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity”, *Journal of Econometrics*, 31: 307–327 (1986).
7. Bollerslev, T., & Wright, J. H., “High-frequency data, frequency domain inference, and volatility forecasting”, *Review of Economics and Statistics*, 83: 596– 602 (2001).
8. Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C., “Time series analysis: forecasting and control (third ed.)” *Prentice Hall*, New Jersey (1994).
9. Brown, B.G., Katz, R.W., Murphy, A.A., “Time series models to simulate and forecast wind speed and wind power”, *Journal of Applied Meteorology*, 23: 1184–1195 (1984).
10. Brown, R. G., “Smoothing, Forecasting and prediction of discrete time series”, Englewood Cliffs, NJ7 *Prentice-Hall*, (1963).
11. Chang, C.-L., Sriboonchitta, S., Wiboonpongse, A., “Modelling and forecasting tourism from East Asia to Thailand under temporal and spatial aggregation”, *Mathematics and Computers in Simulation*, 79: 1730–1744 (2009).
12. Chu, F.-L., “Analyzing and forecasting tourism demand with ARAR algorithm”, *Tourism Management* 29: 1185–1196 (2008).
13. Chu, F.-L., “Forecasting tourism demand with ARMA-based methods”, *Tourism Management*, 30: 740-751 (2009).

14. Çuhadar, M., et al, “Turizm talebinin yapay sinir ağları ile tahmini ve zaman serisi yöntemleri ile karşılaştırmalı analizi: Antalya iline yönelik bir uygulama”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14: 99-114 (2009).
15. Demirbaş, S., “Cointegration analysis—causality testing and Wagner’s Law: the case of Turkey, 1950–1990”, *Annual Meeting of the European Public Choice Society*, April: 7–10, (1999).
16. Dong Y., Xu, Y., Li, H., Dai, M., “A comparative study of the numerical scales and the prioritization methods in AHP”, *European Journal of Operational Research*, 186: 229–242 (2008).
17. Ediger, V. Ş., Akar, S., “ARIMA forecasting of primary energy demand by fuel in Turkey”, *Energy Policy*, 35: 1701–1708 (2007).
18. Ediger, V. Ş., Akar, S., Uğurlu, B., “Forecasting production of fossil fuel sources in Turkey using a comparative regression and ARIMA model”, *Energy Policy*, 34: 3836–3846 (2006).
19. El Shazy, M. R., El Shazy, H. E., “Comparing the forecasting performance of neural networks and forward exchange rates”, *Journal of Multinational Financial Management*, 7: 345-356 (1997).
20. Engle, R.F., “Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of the United Kingdom inflation”, *Econometrica*, 50: 987– 1008 (1982).
21. Finan J.S., Hurley, W.J., “Transitive calibration of the AHP verbal scale”, *European Journal of Operational Research*, 112: 367–372 (1999).
22. Gençay, R., “Linear, non-linear and essential foreign exchange rate prediction with simple technical trading rules”, *Journal of International Economics*, 47: 91–107 (1999).
23. Gooijer, J. G. De, Hyndman, R. J., “25 years of time series forecasting”, *International Journal of Forecasting*, 22: 443– 473 (2006).
24. Ho, S.L., Xie, M., “The use of ARIMA models for reliability forecasting and analysis”, *Computers Industrial Engineering*, 35 (1–2): 213–216 (1998).
25. Ho, S.L., Xie, M., Goh, T.N., “A comparative study of neural network and Box-Jenkins ARIMA modeling in time series predictions”, *Computers and Industrial Engineering*, 42: 371–375 (2002).
26. Ho, W., “Integrated analytic hierarchy process and its applications – A literature review”, *European Journal of Operational Research*, 186: 211–228 (2008).

27. Holt, C.C., "Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages", *International Journal of Forecasting*, 20: 5–13 (2004).
28. Ince, H., Trafalis, T. B., "A hybrid model for exchange rate prediction", *Decision Support Systems*, 42: 1054–1062 (2006).
29. Ji, P., Jiang, R., "Scale transitivity in the AHP", *Journal of the Operational Research Society*, 54: 896–905 (2003).
30. Kamal, L., Jafri, Y.Z., "Time series models to simulate and forecast hourly averaged wind speed in Quetta, Pakistan", *Solar Energy* 61 (1): 23–32 (1997).
31. Lee, C.-K., Song, H.-J., Mjelde, J. M., "The forecasting of International Expo tourism using quantitative and qualitative techniques", *Tourism Management*, 29: 1084–1098 (2008).
32. Leitner, J., Schmidt, R., "A systematic comparison of professional exchange rate forecasts with the judgmental forecasts of novices", *CEJOR*, 14: 87-102 (2006).
33. Leu, Y. et al., "A distance-based fuzzy time series model for exchange rates forecasting", *Expert Systems with Applications*, 36: 8107–8114 (2009).
34. Lewis, C. D., "Industrial and Business Forecasting Methods", *Butterworths*, London (1982).
35. Lim, C., McAleer, M., "A Monthly seasonal variations in Asian tourism to Australia", *Annals of Tourism Research*, 28: 68–82 (2002).
36. Lim, C., McAleer, M., "Time series forecast of international travel demand for Australia", *Tourism Management*, 23: 389–396 (2002).
37. Lootsma, F.A., "Scale sensitivity in the multiplicative AHP and SMART", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 2: 87–110 (1993).
38. Ma, D., Zheng, X., "9/9-9/1 Scale method of AHP", *Proceedings of the Second International Symposium on the AHP*, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, 197–202 (1991).
39. O'Connor, M., Remus, W., Griggs, K., "Does updating judgmental forecasts improve forecast accuracy?", *International Journal of Forecasting*, 16: 101–109 (2000).
40. Önder, E., Hasgöl, Ö., "Yabancı ziyaretçi sayısının tahmininde Box-Jenkins modeli, Winters yöntemi ve yapay sinir ağlarıyla zaman serisi analizi", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi, İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi -Yönetim Dergisi*, 62-83 (2009).

41. Önköl, D., Yates, J.F., Simga-Mugan, C., Öztin, Ş., "Professional vs amateur judgment accuracy: The case of foreign exchange rates", ***Organizational Behavior and Human Decision Processes***, 91: 169–185 (2003).
42. Panda, C., Narasimhan, V., "Forecasting exchange rate better with artificial neural network", ***Journal of Policy Modeling***, 29: 227–236 (2007).
43. Pollock, A.C., Macaulay, A., Thomson, M.E., Önköl, D., "Performance evaluation of judgemental directional exchange rate predictions", ***International Journal of Forecasting***, 21: 473– 489 (2005).
44. Saab, S., Badr, E., Nasr, G., "Univariate modeling and forecasting of energy consumption: the case of electricity in Lebanon", ***Energy***, 26: 1–14 (2001).
45. Saaty T. L., "The Analytic Hierarchy Process", ***McGraw-Hill International Book Company***, New York, (1980).
46. Saaty, T.L., "A scaling method for priorities in hierarchical structures", ***Journal of Mathematical Psychology***, 15: 234–281 (1977).
47. Salo, A.A., Hamalainen, R.P., "On the measurement of preferences in the analytic hierarchy process", ***Journal of Multi-Criteria Decision Analysis***, 6: 309–319 (1997).
48. Sanders, N.R., Manrodt, K.B., "The efficacy of using judgmental versus quantitative forecasting methods in practice", ***Omega***, 31: 511–522 (2003).
49. Ulengin, F., Ulengin, B., "Forecasting foreign exchange rates: A comparative evaluation of AHP", ***Omega***, 22(5): 505-519 (1994).
50. Wichern, D.W., Hanke, J.E., "Business Forecasting", ***Pearson Prentice Hall***, London, (1994).
51. Winters, P. R., "Forecasting sales by exponentially weighted moving averages", ***Management Science***, 6: 324–342 (1960).
52. Witt, S. F., & Witt, C. A., "Tourism forecasting: error magnitude, direction of change of error and trend error", ***Journal of Travel Research***, 30(2), 26-33 (1991).
53. Yüksel, S., "An integrated forecasting approach to hotel demand", ***Mathematical and Computer Modeling***, 46: 1063-1070 (2007).
54. Zhang, G.P., "Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model", ***Neurocomputing***, 50: 159–175 (2001).

EKLER

EK-1. Tez çalışmasında katılımcılara uygulanan anket

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ

- 1) Anketin bu sayfasında gerekli bilgiler verilmiştir. Bu sebeple, lütfen bu bölümü dikkatlice okumadan geçmeyiniz.
- 2) Bu anketin ilk sayfasında açıklayıcı bilgiler, ikinci sayfasında kriterler arası önem derecelendirme anketi, üçüncü sayfasında kriterler bazında önem derecelendirme ve dördüncü sayfasında bağımlılıklar anketi olmak üzere **4 SAYFA** hazırlanmıştır. Anketin tamamlanması ve sağlıklı sonuç vermesi için tüm sayfalardaki soruların cevaplanması gerekmektedir.
- 3) İkinci sayfada 6, üçüncü sayfada 16 ve dördüncü sayfada 1 soru olmak üzere toplamda **23 soru** bulunmaktadır.
- 4) Problemin hedefi, belirlenen pariteler arasından bir seçim yapmaktır. Alternatifler USD/TL (\$/TL), EURO/TL (€/TL) ve POUND/TL (£/TL) olarak belirlenmiştir. Soruları cevaplandırırken **HEDEF**'in ne olduğunu mutlaka göz önünde bulundurunuz.
- 5) Tüm sorular ikili karşılaştırma esasına dayanmaktadır ve cevaplama Saaty skalası kullanılmıştır. Her ikili karşılaştırmada iki blok halinde 1-9 arası değerler bulunmaktadır. Bu değerler, ikili karşılaştırmadaki önem derecenizi belirtir. Bu değerlerin seçimini aşağıda verilen örneğin altında bulunan tabloya göre yapınız.
- 6) Her soruda ilgili ikili karşılaştırmalar verilmiştir. Bu ikili karşılaştırmaları yaparken, soldaki kriterin daha önemli olduğu düşünülüyorsa **SOL BLOKTAN** 1-9 değerlerinden biri seçilmeli, sağdaki kriterin soldaki kriterden daha önemli olduğu düşünülüyorsa **SAĞ BLOKTAN** 1-9 değerlerinden biri seçilmelidir. Seçilen önem derecesini 'X' ile gösteriniz.
- 7) İkili karşılaştırmaların tümü yanıtlanmalıdır. Altta seçikle ilgili bir örnek bulunmaktadır. İlk ikili karşılaştırmada, piyasa şartları ile güvenilirlik eşit öneme sahiptir. İkinci ikili karşılaştırmada, piyasa şartları politik faktörlerden önemli olduğu ancak bu önemin zayıf derecede olduğu görülmektedir. Son ikili karşılaştırmada ise karlılık, piyasa şartlarından güçlü derecede öneme sahiptir.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Piyasa Şartları									x									Güvenilirlik
Piyasa Şartları							x											Politik Faktörler
Piyasa Şartları													x					Karlılık

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit Önem
3	Zayıf Önem
5	Güçlü Önem
7	Çok Güçlü Önem
9	Mutlak Önem
2,4,6,8	Aralık Değerleri

EK-1. (Devam) Tez çalışmasında katılımcılara uygulanan anket

KRİTERLER ARASI ÖNEM DERECELENDİRME ANKETİ

SORULAR

1) Döviz kuru seçimi için aşağıdaki kriterlerden hangisi **diğerine göre daha önemlidir**?

Puanlandırma																		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Yatırımcının Eğilimi																		Piyasa Şartları
Yatırımcının Eğilimi																		Güvenilirlik
Yatırımcının Eğilimi																		Politik Faktörler
Yatırımcının Eğilimi																		Karlılık

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Piyasa Şartları																		Güvenilirlik
Piyasa Şartları																		Politik Faktörler
Piyasa Şartları																		Karlılık

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Güvenilirlik																		Politik Faktörler
Güvenilirlik																		Karlılık

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Politik Faktörler																		Karlılık

2) Yatırımcının eğilimi kriterinin alt kriterlerinden hangisi **diğerine göre daha önemlidir**?

Puanlandırma																		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kişisel Kanaatler																		Uzman Görüşleri
Kişisel Kanaatler																		Speküasyonlar
Kişisel Kanaatler																		Diğer yönlendirici unsurlar
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Uzman Görüşleri																		Speküasyonlar
Uzman Görüşleri																		Diğer yönlendirici unsurlar
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Speküasyonlar																		Diğer yönlendirici unsurlar

EK-1. (Devam) Tez çalışmasında katılımcılara uygulanan anket

3) Piyasa şartları kriterinin alt kriterlerinden hangisi **diğerine göre daha önemlidir?**

		Puanlandırma																			
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Piyasadaki spekülasyonlar																			İlgili döviz kurunun piyasalardaki işlem hacmi		
Piyasadaki spekülasyonlar																			US federal rezervinin para politikası		
Piyasadaki spekülasyonlar																			AB merkez bankalarının para politikalar		
Piyasadaki spekülasyonlar																			Sermaye hareketleri		
Piyasadaki spekülasyonlar																			Faiz oranları		
Piyasadaki spekülasyonlar																			Enflasyon oranları		
Piyasadaki spekülasyonlar																			Resmi müdahaleler		
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
İlgili döviz kurunun piyasalardaki işlem hacmi																			US federal rezervinin para politikası		
İlgili döviz kurunun piyasalardaki işlem hacmi																			AB merkez bankalarının para politikalar		
İlgili döviz kurunun piyasalardaki işlem hacmi																			Sermaye hareketleri		
İlgili döviz kurunun piyasalardaki işlem hacmi																			Faiz oranları		
İlgili döviz kurunun piyasalardaki işlem hacmi																			Enflasyon oranları		
İlgili döviz kurunun piyasalardaki işlem hacmi																			Resmi müdahaleler		
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
US federal rezervinin para politikası																			AB merkez bankalarının para politikaları		
US federal rezervinin para politikası																			Sermaye hareketleri		
US federal rezervinin para politikası																			Faiz oranları		
US federal rezervinin para politikası																			Enflasyon oranları		
US federal rezervinin para politikası																			Resmi müdahaleler		

EK-1. (Devam) Tez çalışmasında katılımcılara uygulanan anket

KRİTERLER ARASI BAĞIMLILIK ANKETİ

SORULAR

- 1) Döviz kuru seçimi için aşağıdaki kriterlerin birbirlerine olan **bağımlılıklarını** derecelendiriniz. Eğer bağımlılık bulunmadığını düşünüyorsanız ilgili satırı boş bırakınız.

[illegible]

EK-3. Tutarlılık hesabı örneği

Tutarlılıkların hesaplanmasını göstermek için EK-2’de verilen matrisinin tutarlılık hesabı örnek olarak verilmiştir.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data and formulas:

	M	N	C	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	

Formulas and values shown in the spreadsheet:

- Cell A3:** $(F3 \times S3) / (G3 \times S4)$
- Cell A4:** $(F4 \times S3) / (G4 \times S4)$
- Cell A5:** $(F5 \times S3) / (G5 \times S4)$
- Cell A6:** $(F6 \times S3) / (G6 \times S4)$
- Cell A7:** $(F7 \times S3) / (G7 \times S4)$
- Cell A8:** $(F8 \times S3) / (G8 \times S4)$
- Cell A9:** $(F9 \times S3) / (G9 \times S4)$
- Cell A10:** $(F10 \times S3) / (G10 \times S4)$
- Cell A11:** $(F11 \times S3) / (G11 \times S4)$
- Cell A12:** $(F12 \times S3) / (G12 \times S4)$
- Cell A13:** $(F13 \times S3) / (G13 \times S4)$
- Cell A14:** $(F14 \times S3) / (G14 \times S4)$
- Cell A15:** $(F15 \times S3) / (G15 \times S4)$
- Cell A16:** $(F16 \times S3) / (G16 \times S4)$
- Cell A17:** $(F17 \times S3) / (G17 \times S4)$
- Cell A18:** $(F18 \times S3) / (G18 \times S4)$
- Cell A19:** $(F19 \times S3) / (G19 \times S4)$
- Cell A20:** $(F20 \times S3) / (G20 \times S4)$
- Cell A21:** $(F21 \times S3) / (G21 \times S4)$
- Cell A22:** $(F22 \times S3) / (G22 \times S4)$
- Cell A23:** $(F23 \times S3) / (G23 \times S4)$
- Cell A24:** $(F24 \times S3) / (G24 \times S4)$
- Cell A25:** $(F25 \times S3) / (G25 \times S4)$
- Cell A26:** $(F26 \times S3) / (G26 \times S4)$
- Cell A27:** $(F27 \times S3) / (G27 \times S4)$
- Cell A28:** $(F28 \times S3) / (G28 \times S4)$
- Cell A29:** $(F29 \times S3) / (G29 \times S4)$
- Cell A30:** $(F30 \times S3) / (G30 \times S4)$
- Cell A31:** $(F31 \times S3) / (G31 \times S4)$
- Cell A32:** $(F32 \times S3) / (G32 \times S4)$
- Cell A33:** $(F33 \times S3) / (G33 \times S4)$
- Cell A34:** $(F34 \times S3) / (G34 \times S4)$
- Cell A35:** $(F35 \times S3) / (G35 \times S4)$
- Cell A36:** $(F36 \times S3) / (G36 \times S4)$
- Cell A37:** $(F37 \times S3) / (G37 \times S4)$
- Cell A38:** $(F38 \times S3) / (G38 \times S4)$
- Cell A39:** $(F39 \times S3) / (G39 \times S4)$
- Cell A40:** $(F40 \times S3) / (G40 \times S4)$
- Cell A41:** $(F41 \times S3) / (G41 \times S4)$
- Cell A42:** $(F42 \times S3) / (G42 \times S4)$
- Cell A43:** $(F43 \times S3) / (G43 \times S4)$
- Cell A44:** $(F44 \times S3) / (G44 \times S4)$
- Cell A45:** $(F45 \times S3) / (G45 \times S4)$
- Cell A46:** $(F46 \times S3) / (G46 \times S4)$
- Cell A47:** $(F47 \times S3) / (G47 \times S4)$
- Cell A48:** $(F48 \times S3) / (G48 \times S4)$
- Cell A49:** $(F49 \times S3) / (G49 \times S4)$
- Cell A50:** $(F50 \times S3) / (G50 \times S4)$
- Cell A51:** $(F51 \times S3) / (G51 \times S4)$
- Cell A52:** $(F52 \times S3) / (G52 \times S4)$
- Cell A53:** $(F53 \times S3) / (G53 \times S4)$
- Cell A54:** $(F54 \times S3) / (G54 \times S4)$
- Cell A55:** $(F55 \times S3) / (G55 \times S4)$
- Cell A56:** $(F56 \times S3) / (G56 \times S4)$
- Cell A57:** $(F57 \times S3) / (G57 \times S4)$
- Cell A58:** $(F58 \times S3) / (G58 \times S4)$
- Cell A59:** $(F59 \times S3) / (G59 \times S4)$
- Cell A60:** $(F60 \times S3) / (G60 \times S4)$
- Cell A61:** $(F61 \times S3) / (G61 \times S4)$
- Cell A62:** $(F62 \times S3) / (G62 \times S4)$
- Cell A63:** $(F63 \times S3) / (G63 \times S4)$
- Cell A64:** $(F64 \times S3) / (G64 \times S4)$
- Cell A65:** $(F65 \times S3) / (G65 \times S4)$
- Cell A66:** $(F66 \times S3) / (G66 \times S4)$
- Cell A67:** $(F67 \times S3) / (G67 \times S4)$
- Cell A68:** $(F68 \times S3) / (G68 \times S4)$
- Cell A69:** $(F69 \times S3) / (G69 \times S4)$
- Cell A70:** $(F70 \times S3) / (G70 \times S4)$
- Cell A71:** $(F71 \times S3) / (G71 \times S4)$
- Cell A72:** $(F72 \times S3) / (G72 \times S4)$
- Cell A73:** $(F73 \times S3) / (G73 \times S4)$
- Cell A74:** $(F74 \times S3) / (G74 \times S4)$
- Cell A75:** $(F75 \times S3) / (G75 \times S4)$
- Cell A76:** $(F76 \times S3) / (G76 \times S4)$
- Cell A77:** $(F77 \times S3) / (G77 \times S4)$
- Cell A78:** $(F78 \times S3) / (G78 \times S4)$
- Cell A79:** $(F79 \times S3) / (G79 \times S4)$
- Cell A80:** $(F80 \times S3) / (G80 \times S4)$
- Cell A81:** $(F81 \times S3) / (G81 \times S4)$
- Cell A82:** $(F82 \times S3) / (G82 \times S4)$
- Cell A83:** $(F83 \times S3) / (G83 \times S4)$
- Cell A84:** $(F84 \times S3) / (G84 \times S4)$
- Cell A85:** $(F85 \times S3) / (G85 \times S4)$
- Cell A86:** $(F86 \times S3) / (G86 \times S4)$
- Cell A87:** $(F87 \times S3) / (G87 \times S4)$
- Cell A88:** $(F88 \times S3) / (G88 \times S4)$
- Cell A89:** $(F89 \times S3) / (G89 \times S4)$
- Cell A90:** $(F90 \times S3) / (G90 \times S4)$
- Cell A91:** $(F91 \times S3) / (G91 \times S4)$
- Cell A92:** $(F92 \times S3) / (G92 \times S4)$
- Cell A93:** $(F93 \times S3) / (G93 \times S4)$
- Cell A94:** $(F94 \times S3) / (G94 \times S4)$
- Cell A95:** $(F95 \times S3) / (G95 \times S4)$
- Cell A96:** $(F96 \times S3) / (G96 \times S4)$
- Cell A97:** $(F97 \times S3) / (G97 \times S4)$
- Cell A98:** $(F98 \times S3) / (G98 \times S4)$
- Cell A99:** $(F99 \times S3) / (G99 \times S4)$
- Cell A100:** $(F100 \times S3) / (G100 \times S4)$

EK-4. Karlılık kriteri İKM'nin oluşturulması örneği

Karlılık kriteri İKM'nin oluşturulmasını açıklamak için KD tahminlerin ikili karşılaştırmaları örnek olarak verilmiştir.

		0,0088/0,0142	
	\$/TL	€/TL	£/TL
\$/TL	1	0,62	0,31
€/TL	1,62	1	0,51
£/TL	3,21	1,98	1

0,0088/0,0281

0,0142/0,0281

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : AKINCILAR, Aykan
Uyuğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara 1985
Medeni Hali : Bekar
Telefon : +90 312 5868324
e-mail : aakincilar@atilim.edu.tr

Eğitim Bilgileri

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği	2009
Ortaokul-Lise	Antalya Anadolu Lisesi	2004
İlkokul	Barbaros İlkokulu (Antalya)	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010-	Atılım Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2009-2010	Atılım Üniversitesi	Araştırma Görevlisi (Yarı Zamanlı)

Yabancı Dil

İngilizce