

MEVSİMSSEL DÜZELTMEDE KULLANILAN İSTATİSTİKİ YÖNTEMLER ÜZERİNE BİR İNCELEME

Handan YOLSAL

İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstatistik A.B.D., Yardımcı Doçent Dr.

AN ANALYSE ON STATISTICAL METHODS WHICH ARE USED FOR SEASONAL ADJUSTMENT

Abstract: This paper's aim is to introduce most commonly applied seasonal adjustment programs improved by official statistical agencies for the time series. These programs are classified in two main groups. One of them is the family of CENSUS II X-11 which was using moving average filters and was first developed by NBER. This family involves X-11 ARIMA and X-12 ARIMA techniques. The other one is TRAMO/SEATS program which was a model based approach and has been developed by Spain Central Bank. The seasonal decomposition procedures of these techniques which are mentioned before and consisting of some special effects such as trading day, calendar effects and their advantages-disadvantages and also forecasting performances of them will be discussed in this paper.

Keywords: Seasonality, Seasonal Adjustment Methods, Calendar Effects, Trading Day

MEVSİMSSEL DÜZELTMEDE KULLANILAN İSTATİSTİKİ YÖNTEMLER ÜZERİNE BİR İNCELEME

Özet: Bu makalenin amacı zaman serileri için resmi istatistik ajansları tarafından geliştirilen ve çok yaygın olarak uygulanan mevsim düzeltme programlarını tanıtmaktır. Bu programlar iki ana grupta sınıflanmaktadır. Bunlardan biri, ilk defa olarak NBER tarafından geliştirilen ve hareketli ortalamalar filtreleri kullanan CENSUS II X-11 ailesidir. Bu aile X-11 ARIMA ve X-12 ARIMA tekniklerini içerir. Diğeri ise İspanya Merkez Bankası tarafından geliştirilen ve model bazlı bir yaklaşım olan TRAMO/SEATS programıdır. Bu makalede sözü edilen tekniklerin mevsimsel ayrıştırma süreçleri, bu tekniklerin içerdiği ticari gün, takvim etkisi gibi bazı özel etkiler, avantaj ve dezavantajları ve ayrıca öngörü performansları tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mevsimsellik, Mevsimsel Düzeltme Yöntemleri, Takvim Etkileri, Ticari Gün

I. GİRİŞ

Zaman serilerinde gözlenen bazen düzenli, bazen düzensiz seyreden periyodik veya periyodik olmayan dalgalanmalar, serilerin bugün ve gelecekte alacağı değerleri etkileyecektir. Cari değeri değişen seriler, ekonominin bütünü içinde birlikte hareket ettikleri diğer serileri de etkileyeceğinden, zaman serilerinde yaşanan dalgalanmaların nitelikleri, nedenleri ve sonuçları ekonomistler tarafından yakından izlenmektedir. Serilerdeki dalgalanmalarla ilgili değerlendirmeler, geleceğe yönelik belirsizliklerin azaltılmasında ve politika kararlarının alınmasında bir araç olarak kullanılmaktadır. Özellikle faiz oranı, enflasyon, sanayi üretim indeksi, GSYİH gibi makro ekonomik değişkenlerde gözlenen dalgalanmalar, ekonominin tamamını etkileyecek boyutta olduğundan sürekli takip edilmektedir. Yalnız makro ekonomik değil, aynı zamanda mikro ekonomik faaliyetlerde de, örneğin işletmelerin üretim, satış, yatırım kararlarının alınmasında, zaman serisi analizleri, sıkça kullanılan yöntemlerdendir. Finansal piyasalarda ise özellikle borsa indekslerinde haftanın günü etkisi, ay etkisi vb. gibi çeşitli nedenlerle ortaya çıkan dalgalanmalar yatırımcılar tarafından yakından izlenerek, zaman serisi analizlerine tâbi tutulmaktadır.

Zaman serilerinde görülen dalgalanmaların incelenmesi oldukça eski tarihlere dayanmaktadır. Dalgalanmaların nedenleri araştırıldığında, zaman serilerinin bir takım gözlenemeyen unsurlardan oluştuğu ve bu unsurların seyrinin seriye yön verdiği görülmüştür. Yapılan ilk çalışmalarda zaman serilerinin ana unsuru olan trend bileşeni üzerinde durulmuş ve trend dolayısıyla ortaya çıkan sahte korelasyonun önlenmesi için trendden arındırma yöntemleri geliştirilmiştir[1]. Yirminci yy. başlarında ise zaman serileri üzerine yapılan çalışmalar büyük hız kazanmıştır. Yüzyıl başında yaşanan ve dünyadaki hemen hemen tüm ekonomilerin daralmasına yol açan Büyük Buhran'ın da etkisi ile konjonktür dalgalanmaları üzerinde durulmaya başlanmış, zaman serilerinin taşıdığı trend ve konjonktür etkisi arasında bir ayrım yapılmaya çalışılmıştır. Aynı tarihlerde serilerde yıl içinde yaşandığı bilinen üç aylık, aylık, haftalık veya günlük periyodik dalgalanmaların da izlenmesi, tahmin edilmesi ve serinin taşıdığı diğer unsurlardan ayrıştırılması ile ilgili çalışmalara başlanmıştır. Mevsimsel olan bu dalgalanmalar, ekonomik birimler tarafından doğrudan veya dolaylı olarak alınan üretim ve yatırım kararları, bu kararların zamanlaması, uygulanan takvimin etkisi ve hava koşullarındaki değişmelerin neden olduğu sistematik ancak düzenli olması gerekmeyen yıl

içi hareketlerdir. Ekonomik birimlerin aldığı üretim ve yatırım kararları, kullanılan üretim teknolojisine bağlı olduğu gibi, birimlerin tercih ve beklentilerinden de etkilenmektedir [2].

Uygulanan takvimin etkisinden veya hava koşullarındaki değişimlerden kaynaklanan ve mevsimsel dalgalanmalarının önemli bir kısmını oluşturan dalgalanmaların deterministik olduğu varsayılmaktadır. Ancak ekonomik birimler gelecekle ilgili planlarını yaparken takvim etkisi veya hava değişimi gibi nedenlerin yanı sıra kendi fayda fonksiyonlarını, değişen üretim-tüketim alışkanlıklarını ve beklentilerini de dikkate alırlar. Bu durumda ekonomik zaman serilerinin taşıdığı mevsimsel hareketin seyri değişebilir. Örneğin seralarda yapılan üretim ve bu ürünleri stoklama yöntemlerindeki gelişmeler pek çok sebzenin tüm mevsimlerde üretilip satılmasına olanak sağlamıştır. Yine perakende sektöründe uygulanan ve genellikle kış ve yaz mevsimleri sonunda yapılan indirimli satışların başlangıcı ve süresi de ekonominin cari durumuna bağlı olarak değişebilir. Özellikle durgunluk dönemlerinde piyasayı canlandırmak amacıyla indirimli satışların öne alındığı ve sürelerinin uzatıldığı görülmektedir. Son yıllarda ülkemizde de sıkça gözlenen bu uygulananın amacı firmaların ellerinde kalan stokları eritme ve yeni üretim için finansman sağlama isteğidir. Tüm bu nedenlerle zaman serilerinde görülen mevsimsel hareketler zaman içinde değişecek, diğer bir deyişle zaman içinde sabit kalmayacaktır [3].

Özetle, mevsimsel dalgalanma gösteren pek çok seride bu hareket, zaman içinde;

- Aylardaki çalışma gün sayısının değişmesi, gün sayısının aydan aya değişmesi, örneğin her ay farklı cumartesi sayısı gibi, artık yıl, Paskalya, Noel, Çin yeni yılı, Kore ay günü vb. gibi dini ve geleneksel faaliyetler nedeniyle her yıl aynı tarihte meydana gelen olaylar sonucunda,

- Müslüman ülkelerde dini bayramların Hicri Takvime göre belirlenmesi nedeniyle, her yıl farklı bir tarihe denk gelen dini olaylar sonucunda,

- Uzun dönemde meydana gelen teknolojik ilerlemeler ve bunlara yol açan iktisadi eğilimler nedeniyle olabilir.

Zaman serilerindeki mevsimsel hareketlerin seyrini değiştiren bu dalgalanmalar, geliştirilen çeşitli mevsimsel düzeltme yöntemleriyle düzeltilmektedir. Mevsimsel düzeltmelerin ekonomik verinin temel niteliklerini değiştirdiği veya tahrip ettiğine dair çok sayıda eleştiriler yapılsa da[4], bu denli sıklıkla kullanılması;

- Serilerin cari gözlem değerlerini önceki ay veya üç aylık dönemle karşılaştırma isteği,

- Serinin ana unsuru olan trendi ve/veya birkaç yıl süren düzensiz ve periyodik olmayan, üstelik mevsimsel dalgalanmalara kıyasla daha önemli olan konjonktür dalgalanmalarını başarılı bir şekilde tanımlamak ve tahmin etmek isteğinden kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı ekonomik serilerinde görülen mevsimsel hareketlerinin düzeltilmesi için geliştirilen ve resmi istatistik bürolarınca kullanılan mevsimsel düzeltme programlarını tanıtmaktır. Çalışmanın birinci bölümünde zaman serilerinin taşıdığı gözlenemeyen unsurlar ve ayrıştırma modelleri kısaca tanıtıldıktan sonra, ikinci bölümde mevsimsel düzeltme yöntemlerinin tarihi gelişimi ve kullanımı standart hale gelen ilk mevsimsel düzeltme programları olan X-11 ve daha geliştirilmiş hali olan X-11 ARIMA ve X-12 ARIMA yöntemleri anlatılacaktır. Üçüncü bölümde ise son yıllarda mevsimsel düzeltmelerde yaygın olarak kullanılan ve modele dayalı bir yaklaşım olan TRAMO/SEATS (Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations and Outliers/ Signal Extraction in ARIMA Time Series) yöntemi tanıtılacaktır. Dördüncü bölümde de yöntemlerin Türk ekonomisi üzerine uygulamaları literatür taraması şeklinde sunulacaktır. Sonuç bölümünde ise mevsimsel düzeltme yöntemlerine yapılan eleştirilere kısaca değinilecektir.

II. ZAMAN SERİLERİNİN UNSURLARINA AYRIŞTIRILMASI

Zaman serilerinin gözlenemeyen unsurlar içerdiği ve bu unsurların ayrıştırılması fikri oldukça eskidir. Zaman serilerini gözlenemeyen unsurlarına ayrıştırmada pek çok model seçeneği söz konusu olsa da, kullanılan en eski ve en yaygın modeller;

$$X_t = T_t + K_t + M_t + I_t \quad \dots\dots\dots (1)$$

şeklindeki toplamsal model ve

$$X_t = T_t \times K_t \times M_t \times I_t \quad \dots\dots\dots (2)$$

şeklindeki çarpımsal modeldir. Burada X_t ekonomik zaman serisinin gözlenemeyen unsurları; T_t : uzun dönemdeki eğilimi ifade eden trend; K_t , bir yıldan daha uzun süren, devri fakat periyodik olmayan konjonktür dalgalanmaları; M_t , yıl içinde aylık veya üç aylık periyotlarla düzenli ve devri olarak tekrarlayan mevsimsel dalgalanmaları; I_t , periyodik unsurlar içermeyen düzensiz hareketleri göstermektedir [5].

Toplamsal modelde diğer unsurlar trendden bağımsız ve mevsimsel hareketlerin büyüklüğü zaman içinde sabit varsayılırken, çarpımsal modelde mevsimsel

hareketlerin trendde bağılı olarak değiştiği ve trendin bir çarpanı olduğu varsayılmaktadır. Bu nedenle çalışmalarda çoğu ekonomik seri için toplamsal modele göre daha uygun bulunduğundan, genellikle çarpımsal model tercih edilmektedir. Üstelik çarpımsal model basit bir logaritmik dönüşümle gerektiğinde toplamsal hale getirilebilir. Ancak bu dönüştürme serideki tüm değerler pozitif ve sıfırdan farklı ise mümkündür.

Zaman serileri modellenirken amaçlanan, serileri unsurları cinsinden tanımlayabilmektir. Örneğin serinin asıl eğilimini görmek için trend analizi veya yıl içinde tekrarlayan periyodik mevsimsel dalgalanmalardan muhtemelen daha önemli olan 3-7 yıl gibi uzun süreli ancak periyodik olmayan dalgalanmaları izleyebilmek için konjonktür analizi yapılmalıdır. Bu amaçla önce mevsim unsurlarına göre tanımlanan seri, mevsim etkisinden arındırıldıktan sonra, diğer bir ifadeyle mevsimsel düzeltmesi yapıldıktan sonra incelenmelidir. Aksi takdirde başarılı bir trend-konjonktür analizi yapılamaz.

Zaman serilerini mevsim etkisinden arındırmak için toplamsal ayrıştırma durumunda, orijinal serideki diğer unsurların tahmin edilen mevsim unsurundan farkı alınarak mevsimsel düzeltmesi yapılmış seriye ulaşırlarken, çarpımsal ayrıştırma durumunda orijinal seri tahmin edilen mevsim unsurlarına oranlanarak mevsimsel düzeltmesi yapılmaktadır. Tahmin edilen mevsim unsurlarına ise mevsimsel faktörler (seasonal factors) adı verilmektedir.

Zaman serileri taşıdıkları mevsim etkisinden arındırılırken kullanılan yöntemlerde bazen bir istatistiki modelden, bazen de model gerektirmeyen süreçlerden yararlanılabilir. Model gerektirmeyen süreçlerin handikabı, zaman serisini bir istatistiki model ile açıklamanın daha uygun olup olmayacağına dair soru işaretleri taşımalarıdır. Üstelik zaman serileri modellenirken güdülen amaçlardan biri çoğunlukla serilerle ilgili öngörüle bulunmak olduğundan, seri unsurlarına ayrıştırılırken bir istatistiki modelden yararlanılmışsa, yapılacak gelecek tahminlerinin, elbette model kullanılmayan süreçlere oranla daha başarılı olacağı gerçeğidir [6].

Zaman serilerini oluşturan unsurların daha önce de değinildiği gibi genellikle deterministik oldukları varsayılmaktadır. Oysa trend ve mevsimsel dalgalanmaların deterministik olduğu gibi stokastik de olabilir. Bu nedenle kullanılacak düzeltme yönteminin serinin taşıdığı mevsim etkisinin karakteristiğine bağlı olarak seçilmesi önemlidir. Mevsimsel düzeltme yöntemleri önceleri son derece kolay olan doğrusal, simetrik hareketli ortalamalar gibi filtreler dayanırken, son yıllarda geliştirilen yöntemler serilerdeki hem deterministik, hem de stokastik mevsim etkilerini düzeltten istatistiki modellere dayanmaktadır. Günümüzde

mevsimsel düzeltme yöntemleri başta Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olmak üzere pek çok ülkede resmi istatistik büroları tarafından geliştirilen ve bilgisayar programları halinde kullanıma sunulan standartlaştırılmış yöntemlerdir.

III. CENSUS II MEVSİMSEL DÜZELTME YÖNTEMİ VE DİĞERLERİNİN GELİŞİMİ

Zaman serilerinin taşıdıkları mevsim etkisinin düzeltilmesi için 1920'lerden itibaren National Bureau of Economic Research (NBER) tarafından çeşitli çalışmalar yapılmış ve bu amaçla 1931 yılında F.R. Macaulay tarafından geliştirilen hareketli ortalamaya oranlama yöntemine dayanan filtreler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1954 yılında yine NBER tarafından ilk bilgisayar programı CENSUS I adı ile kullanıma sunulmuş ve o güne dek elle yapılan işlemlerin elektronik ortamda ve geniş ölçekte, firma, ilgili endüstri kolu ve ulusal bazda toplulaştırılmış düzeyde yapılabilmesi mümkün olmuştur.

1955 yılında CENSUS I programı ticari gün (trading day) sayısında aydan aya görülen değişimleri ve bu değişimler nedeniyle serilerde oluşan uç değerlerin (extreme) etkilerini tahmin edecek şekilde geliştirilerek CENSUS II programına dönüştürülmüştür. CENSUS II'nin ilk versiyondan farkı, yöntemine ilave edilen çok değişkenli regresyon modeli sayesinde mevsimsel düzeltmelerde hareketli ortalamalar filtresi ile birlikte parametrik testlerin de kullanımına imkân sağlamasıdır.

NBER tarafından geliştirilen CENSUS programının türevleri "X" harfi ve ardından gelen bir sayı ile simgelenmektedir ve X-0'den başlayarak X-1, X-2,... gibi her aşamada mevsimsel düzeltme için gerekli görülen yeni bir düzenlemeyle devam eden yöntemler zinciri 1965 yılında geliştirilen X-11 tekniği ile zaman serisi unsurlarının hem toplamsal hem de çarpımsal olarak modellenebileceği varsayımı altında, aylık verinin mevsimsel düzeltmesini yapabilir ve düzeltilmiş veri için özet istatistikler ile tanımlanan uç değerlerin standart sapmalarını hesaplayabilir hale gelmiştir. 1967 yılında son şeklini alan CENSUS II X-11 yöntemi, artık yalnızca aylık değil aynı zamanda üç aylık veri için de hem toplamsal, hem de çarpımsal model varsayımı altında mevsim düzeltmesi yapabilmektedir [7].

III.1 X-11 YÖNTEMİ

X-11 yöntemi belli bir aydaki pazartesilerin, salıların,... sayısı gibi, ay içinde ticari faaliyette bulunulan gün sayısı olarak tanımlanan ticari günlerin aydan aya değişiminin ve belli bir aydaki gün sayısının diğer aylardaki gün sayısından farklı olmasının serilerde yaratacağı etkileri çok değişkenli regresyon teknikleri ile ölçebilir. Serilerde oluşan uç değerleri ve bunların yarattığı etkilerin yanı sıra, Noel gibi tatillerin etkilerini

de hesaplayabilmektedir. Üstelik mevsimsel düzeltmesi yapılan seri için mevsim, konjonktür ve düzensiz unsurların yanı sıra, ticari gün ve tatil düzeltmesi yapabilmekte, bu unsurların ortalama yüzde değişmelerini ve standart sapmalarını da hesaplayabilmektedir. Orijinal veride istikrarlı (stable) mevsim etkisi olup olmadığını, ticari gün değişmelerinin anlamlılığını, anlamlı olmaları halinde söz konusu günlere ağırlık verilip verilmeyeceğini F testi yardımıyla sınavan yöntem, ticari gün ağırlıklarının ve aylık düzeltme faktörlerinin standart hatalarını da tahmin edebilmektedir [7].

X-11 süreci gözlenemeyen çarpımsal unsurlardan oluştuğu varsayılan aylık X_t serisi için mevsim düzeltmesini kısaca;

• **Trend için ön tahmin:**

Seriye simetrik 13 (2×12) terimli hareketli ortalamalar uygulanarak, trend için bir ön tahmin yapılır ve orijinal veri tahmin edilen trendde oranlanarak mevsim ve düzensiz unsurlar elde edilir.

$$\frac{X_t}{T_t \times K_t} = \frac{T_t \times K_t \times M_t \times I_t}{T_t \times K_t} \approx M_t \times I_t$$

Bu aşamada kullanılan simetrik hareketli ortalamalar filtresi serinin başından ve sonundan altışar gözlemin kaybolmasına yol açar.

• **Mevsim unsurları için ön tahmin**

Elde edilen $M_t \times I_t$ serisine ağırlıklı (3×3) veya (3×5) hareketli ortalamalar uygulanarak mevsim unsurlarının ön tahmini yapılır. Bu aşamada da uygulanan hareketli ortalamalar veri kaybına yol açar.

• **Düzeltilmiş veri için ön tahmin**

Orijinal veri ilk mevsimsel düzeltmesi yapılmış seriyeye oranlanarak $T_t \times K_t \times I_t$ değeri bulunur.

• **Trend tahmini**

Serideki oynaklığa bağlı olarak seçilen 9, 13 veya 23 terimli Henderson hareketli ortalamaları mevsim düzeltmesi yapılmış seriye uygulanır. Serinin oynaklığı ne kadar fazla ise o kadar uzun hareketli ortalama seçilmelidir. Buradan elde edilen seri tahmin edilen trend serisine oranlanır.

• **Mevsim unsurlarının nihai tahmini**

İkinci aşamadaki (3×5) ağırlıklı hareketli ortalamaları tekrarlanarak mevsim unsurlarının nihai tahmini elde edilir.

• **Düzeltilmiş veri için nihai tahmin**

Üçüncü aşamada olduğu gibi orijinal veri nihai mevsimsel düzeltmesi yapılmış veriye (5. aşamadaki) oranlanarak $T_t \times K_t \times I_t$ değeri bulunur.

• **Trendin nihai tahmini**

Mevsim düzeltmesi yapılmış nihai veriye yine 9, 13 veya 23 terimli Henderson hareketli ortalamaları uygulanır.

• **Düzensiz unsurların nihai tahmini**

Mevsimsel düzeltmesi yapılmış seri tahmin edilen trendde oranlanarak düzensiz unsurlar elde edilir.

$$\frac{T_t \times K_t \times I_t}{T_t \times \hat{K}_t} = I_t$$

aşamalarından geçirerek uygular. Yukarıdaki aşamalar veri toplamsal veya log toplamsal ise bazı farklılıklarla, örneğin oranlama yerine fark alma işlemleri ile yapılmaktadır[1,7].

Geliştirilen X-11 yöntemi böylece tüm dünyada pek çok resmi istatistik bürosu tarafından mevsimsel düzeltmede yaygın olarak kullanılan standart bir program halini almıştır [8].

X-11 yöntemi ile mevsimsel düzeltme yapılırken iki taraflı, simetrik, doğrusal, ağırlıklı hareketli ortalamalar ardışık olarak uygulandığından, serinin başında ve sonunda yaşanan veri kayıplarını telâfi etmek için ya asimetrik ağırlıklı hareketli ortalamaların kullanılması veya kaybolan gözlemlerin ekstrapole edilmeli uygun olacaktır. X-11'in bu zafiyetlerini gideren yöntem The Statistic Canada için geliştirilen X-11 ARIMA yöntemidir [9].

III.2. X-11 ARIMA YÖNTEMİ

X-11 ARIMA hareketli ortalamalar filtresiyle mevsimsel düzeltmesi yapılmış serinin başında ve sonunda ortaya çıkan veri kayıplarını ARIMA süreci kullanarak telâfi etmeye çalışır. Bureau of Census tarafından geliştirilen ve tek değişkenli zaman serilerine uygulanan mevsim düzeltme yöntemleri, seriyi unsurlarına ayırırken regresyon ve özünde yalnızca bir doğrusal düzeltme yöntemi olan hareketli ortalamalar tekniklerini birlikte kullanmaktadır. Regresyon yöntemi kullanılırken mevsim, trend-konjonktür, ticari gün, tatil etkisi vb. gibi sistematik unsurların serinin sonlu olan tüm gözlem süresi boyunca deterministik olduğu varsayılmaktadır. Hareketli ortalamalar ise trend-konjonktür ve mevsim etkilerinin aslında stokastik

olduğunu ima eder. Bu durumda başarılı bir mevsimsel düzeltme için serinin hem deterministik hem de stokastik unsurlarını dikkate alan bir model oluşturulmalıdır. X-11 yönteminin en çok eleştiri aldığı iki noktadan biri orijinal verinin unsurlarına ayrıştırılmasını ele alan açık bir modelin eksikliğidir. Hareketli ortalamalar süreci zaman serisinin taşıdığı unsurlarla ilgili bir takım varsayımlar yapar. Ancak bu varsayımlar yalnızca ağırlıklı hareketli ortalamaların uygulandığı veri kümesi için geçerlidir. Öngörü yapılması halinde ise yetersiz kalırlar. X-11'in eleştirildiği diğer bir nokta ise, bütün doğrusal düzeltme yöntemlerinin doğasında olan bir eksikliği dile getirir. Bu tip düzeltme yöntemleri verinin merkezindeki gözlemlere aynı simetrik ağırlıkları uyguladığı halde, serinin başı ve sonundaki gözlemler için düzeltme yapamaz. Bu nedenle orijinal veriye yeni gerçekleşen değerler sürekli eklenerek, veri kümesi yenilenmelidir. Verinin yenilenme sıklığı fazla ve geniş ölçekteyse, üstelik yeni veri, düzeltilmiş verideki genel eğilimden farklı bilgiler içeriyorsa, kullanıcılar açısından karışıklığa yol açacaktır. Halbuki politika yapımcılar için ekonomik faaliyetlerin seyrini kontrol ederek, karar alabilmeleri ancak zaman serilerinin piyasadaki her yeni bilgiyi içerecek şekilde yenilenmesi ile mümkün olmaktadır.

Orijinal veriyi Box- Jenkins tipi bir süreçle modelleyen X-11 ARIMA ise, serinin başında ve sonunda uyguladığı ARIMA ekstrapolasyonu ile ortalama hata kareyi (MSE: mean squared error) en küçükleyecek şekilde mevsimsel düzeltmesini yapmaktadır. ARIMA modeli verinin son değerlerini farklı ağırlıklandırdığından, diğer bir deyişle asimmetrik ağırlıklar uyguladığından, serideki cari hareketi X-11'e göre daha iyi yansıtır ve dönme noktalarını da nadiren kaçırır. X-11 ARIMA'nın verinin özellikle sonuna rastlayan ve hatta üç yıldan az süren konjonktürel hareketleri ve seriyi etkileyen ani trend değişimlerini yakalamakta başarılı olduğu görülmüştür[9].

X-11 ARIMA da X-11 gibi standart bir hale getirilmiş olup, kullanıcıya mevsimsellik taşıyan zaman serisini (p,d,q)(P,D,Q)_s formunda geliştirilen üç otomatik ARIMA modelinin on iki farklı kombinasyonu ile düzeltme olanağı sunmaktadır. ARIMA modellerinde d, fark alma derecesini, D ise mevsimsel fark alma derecesini göstermektedir. Fark alma işlemi serileri durağanlaştırmak amacıyla yapılmaktadır. Böylece zamandan bağımsız ve istikrarlı bir veri elde edilir. Zaman serileri genellikle birinci farkları alındığında durağanlaşmaktadır. Aynı şekilde s mevsimsel sıklığı göstermek üzere ilgilenilen zaman serisi aylık ise D=12, üç aylık veri ise D=4 olacaktır.

p ve P sırasıyla modelin otoregressif ve mevsimsel otoregressif parametrelerini göstermektedir. p=1 ise zaman serisinin cari dönemi bir dönem önceki değeri ile ilişkilidir. Aynı şekilde P=1 ise verinin aylık veya üç

aylık olmasına bağlı olarak cari ay veya üç ay değeri bir önceki ay veya üç ay değerine bağlı olacaktır.

q ve Q ise modelin hareketli ortalamalar parametrelerini göstermektedir. q=1 ise modelin cari dönem kalıntıları bir önceki kalıntılarla ilişkilidir. Q=1 ise, verideki mevsimsel sıklığa bağlı olarak, mevsimin cari kalıntılardaki etkisi önceki ay veya üç aylık dönem kalıntıları ile ilişkili olacaktır. Böylece X_t serisi için (0,1,1)(0,1,1)_s şeklindeki bir ARIMA modeli tahmin edilebilir. (0,1,1)(0,1,1)_s modeli ilk olarak havayolu yolcu taşımacılığındaki mevsimselliği ölçmek amacıyla kullanıldığından, havayolu (airline) modeli olarak adlandırılmış ve mevsim düzeltme yöntemlerinin hemen tümü için bir çıkış noktası oluşturmuştur. Üç aylık X_t serisi için modelin açılımı;

$$(1-B)(1-B^4)X_t = (1-\theta B)(1-\Theta B^4)a_t \dots\dots(3)$$

veya

$$X_t = X_{t-1} + X_{t-4} - X_{t-5} + a_t - \theta a_{t-1} - \Theta a_{t-4} + \theta \Theta a_{t-5}$$

şeklinde. Burada B geriye kaydırma işlemcisi, θ ve Θ hareketli ortalamalar parametrelerini ifade etmektedir ve $0 < \theta, \Theta < 1$ olmalıdır[9].

X-11 ARIMA programı tarafından kurulan ARIMA modelleri arasından otomatik olarak seçim yapılması mümkündür. Bunun için önce modeller tarafından üretilen ekstrapole edilmiş değerlerin test edilmesi gerekmektedir. Buna göre önce kalıntıların tesadüflüğünü test eden Portmanteau Q testi yapılarak, χ^2 olasılık değerinin % 10'dan küçük olduğu durumlarda model reddedilecektir. Son üç yılın ekstrapole edilmiş değerleri için ortalama mutlak öngörü hataları hesaplanarak, bu değer % 12'den büyük ise model yine reddedilecektir[9]. Kurulan ARIMA modellerinin hiçbirinin kabul edilmemesi ise, ekstrapole edilmiş değerlerin düzeltilmemiş orijinal veri ile ilişkisinin olmadığı anlamına gelmektedir. Böyle bir durumda otomatik seçime kalkışmadan önce veride değişim yaratan neden ortadan kaldırılmalıdır[9].

Modellerin düzeltme yaparken izlediği süreç, X-11 süreciyle aynı olup;

- Serideki mevsimselliğin;
- istikrarlı (stable) mevsimsellik,
- hareketli (moving) mevsimsellik;
- kalıntılarda (residual) mevsimsellik

olup olmadığının test edilmesi,

- Mevsimsel faktörün tahmin edilmesi,
- Mevsimsel düzeltmesi yapılmış ilk serinin tahmin edilmesi,
- Trend-Konjonktür serisinin tahmin edilmesi,
- Düzensiz unsurların tahmin edilmesi
- Modelin tahmin performansının sınanması şeklindedir.

X-11 ARIMA mevsimsel düzeltme yaparken Portmanteau Q ve F gibi parametrik, Kruskal Wallis gibi parametrik olmayan test istatistikleri kullanır. F ve Kruskal Wallis testleri seride istikrarlı mevsimsellik olup olmadığını sınar. Yüksek F değerleri serinin istikrarlı mevsimsellik taşıdığını gösterir. İstikrarlı mevsimsel zaman serilerinde hareketli mevsim etkisi ya hiç yoktur veya çok küçüktür. Bu tip serilerin kalıntılarında da mevsimsellik gözlenmemektedir. Ayrıca M ve Q testleri de seçilen modelin kalitesini ölçmekte kullanılır.

III.3. X-12 ARIMA YÖNTEMİ

X-12 ARIMA, X-11 ailesindedir. X-11 yöntemi önce, sonlu örneklemden yararlanarak tahmin yaparken serinin özellikle her iki ucunda sınır değerlerinin öngörü ve songörülerini iyileştirmek amacıyla ARIMA modeli ile desteklenerek X-11 ARIMA'ya dönüştürülmüş ve ardından ticari gün etkisi gibi özel etkileri ve uç değerleri tahmin edebilecek bir ön düzeltme programı eklenerek, X-12 ARIMA haline almıştır. X-12 ARIMA, regresyon tekniğini ve ARIMA tipi modelleri aynı anda kullanmaktadır ve modelin regresyon kısmı ile ARIMA kısmı birbirleriyle karşılıklı etkileşir. Regresyon tekniklerinin kullanıldığı ve ön düzeltmenin yapıldığı kısma regARIMA adı verilir. Ancak yine de tekniklerdeki tüm bu gelişme ve iyileşmelere rağmen, gerek X-11 ARIMA'nın gerekse X-12 ARIMA'nın özünde hâlâ X-11 yöntemi ve bu yöntemin taşıdığı eksiklikler vardır.

X-12 ARIMA, X-11'de kullanılan toplamsal ve çarpımsal ayrıştırma modellerine ilaveten logaritmik toplamsal ve yapay (pseudo) toplamsal ayrıştırmalarla zenginleşmiştir. log-toplamsal ayrıştırma log-normal dağılan uç değerlerin düzeltilmesinde ve trendin sapmalı tahminlerinin düzeltilmesinde gereklidir. Yapay toplamsal ayrıştırma ise UK Central Statistical Office tarafından geliştirilmiş olup,

$$X_t = T_t(M_t + I_t - 1) \dots\dots\dots(5)$$

şeklindedir[8]. log-toplamsal ayrıştırma uygulanan verilerin mevsimsel düzeltmesi toplamsal ayrıştırma

uygulanan verilerin düzeltilmesine benzer biçimde olduğundan X-12 ARIMA yöntemi toplamsal, çarpımsal ve yapay toplamsal ayrıştırmayı esas alarak, X-11 ve X-11 ARIMA'da olduğu gibi ardı ardına tekrarlanan hareketli ortalamalar filtrelerinin kullanıldığı üç aşamalı bir düzeltme süreci izlemektedir:

• **İlk Aşama:** Orijinal veriye merkezleştirilmiş 13 terimli hareketli ortalamalar uygulanarak önce trend için ilk tahmin yapılır ve $M_t \times I_t$ değerleri elde edilir. Ardından (3×3) hareketli ortalamalarla mevsim unsurlarının ilk tahmini yapılarak, bunlar aracılığıyla ilk mevsimsel düzeltmesi yapılır.

• **İkinci Aşama:** İlk mevsim düzeltmesi uygulanan seriye Henderson filtresi uygulanarak trend tahmin edilir ve seri trendden arındırılır. Trendden arındırılmış seriden yine önce $M_t \times I_t$ değerleri elde edilerek (3×5) hareketli ortalamalarla mevsim unsurlarının ön tahmini yapılarak, önsel mevsimsel düzeltmesi gerçekleştirilir.

• **Üçüncü Aşama:** Önsel mevsimsel düzeltmesi yapılmış seriye ikinci aşamadakinden farklı bir Henderson filtresi uygulanarak nihai trend tahmin edilir ve seri nihai trendden arındırılarak, nihai düzensiz unsurlar elde edilir [8].

X-12 ARIMA'nın daha önce sözü edilen mevsimsel düzeltme tekniklerine getirdiği yeniliklerden biri regARIMA kısmıdır. regARIMA ile verideki toplamsal uç değerler ve düzey kaymaları otomatik olarak tanımlanabilir ve düzeltilebilir. Ardından logaritmik olabilirlik fonksiyonuna dayanan Akaike Bilgi Kriteri (AIC) yardımıyla model seçimi yapılır. Bilgi kriterleri mevsimsel düzeltme yöntemlerinde ilk defa olarak X-12 ARIMA'da yer almıştır ve yalnızca model seçim kriteri olarak kullanılmakla kalmaz, aynı zamanda örneğin ticari gün etkisi gibi deterministik etkilerin olup olmadığını da test eder. Böylece değişik tipteki uç değerler, takvim ve ticari gün etkisi gibi etkiler kontrol edilip düzeltildikten sonra, veriye uygun bir ARIMA süreci otomatik olarak seçilip, tahmin edilir. Uygun bulunan ARIMA modelinin ileri doğru öngörüsü, öngörü hatalarını en küçükleyen ortalama hata kare kriterine göre yapılır.

Yukarıdaki gibi özetlenebilecek ön düzeltme programında öncelikle doğrusal olmayan bir dönüştürmeye ihtiyaç duyulur. d_i ;

• Mevsimden ve trendden arındırılmış ay uzunluğu,

• Serinin ön tahminle bulunan düzensiz unsurları üzerine uygulanan regresyonla elde edilen ticari gün ve paskalya etkisi gibi etkilerin bileşimi,

• Ekonomide yaşanan ani bir olayın tahmin edilebilen etkisi,

gibi nedenlerle meydana gelebilen ve seride gözlenen bir mevsimsel hareket olarak tanımlandığında, X_t serisi tüm bu etkilerden,

$$x_t = \log\left(\frac{X_t}{d_t}\right) = \log X_t - \log d_t \quad \dots\dots\dots(6)$$

şeklinde arındırılır. Bu arındırma x_t 'ye genellikle $x_t^{(\lambda)}$, Box-Cox dönüşümü uygulanarak yapılır. x_t 'nin regresyon unsurlarının X_t üzerindeki etkisinin ortadan kaldırılabilmesi için $0 < \lambda < 1$ olması gerekir[8]. Böylece X-12 ARIMA x_t 'nin $(p,d,q)(P,D,Q)$ derecesinden regARIMA modelini,

$$\begin{aligned} \phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D(x_t - \sum \beta_i z_{it}) \\ = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(7)$$

tahmin edebilir. Burada B , geriye kaydırma işlemcisi, s ise, 4 veya 12 olan mevsimsel sıklık, $\phi_p(B)$, $\Phi_P(B^s)$, $\theta_q(B)$ ve $\Theta_Q(B^s)$ sırasıyla p,P,q ve Q derecelerinden AR ve MA polinomları, z_{it} , takvim ve tatil etkileri gibi deterministik değişkenler, a_t ise, sıfır ortalama ve σ_a^2 sabit varyansla bağımsız değişkenlerin ardışıkları varsayılmaktadır. a_t 'nin bu varsayımı sağlaması;

$$\phi_p(B)\Phi_P(B)w_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t$$

fark denklemi için yeter koşul olan,

$$w_t = (1-B)^d(1-B)^D(x_t - \sum \beta_i z_{it})$$

olarak tanımlanan kovaryans durağan zaman serisi kısıtlamasından dolayı mümkündür. Sonuç olarak (7) denklemi

$$\begin{aligned} (1-B)^d(1-B^s)^D x_t \\ = \sum \beta_i \{(1-B)^d(1-B^s)^D z_{it}\} + w_t \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(8)$$

şeklinde açıklanabilir. Bu, uygun dereceden farkı alınmış x_t değişkeni için ARIMA hataları w_t ile tanımlanan bir regresyon modelidir. Böylece modelde w_t ve a_t 'nin $N(0, \sigma^2)$ ile bağımsız ve tıpkı dağıldığı varsayılır.

Modelin β_i, σ^2 ve diğer parametreleri $\phi_p(B)$, $\Phi_P(B^s)$, $\theta_q(B)$ ve $\Theta_Q(B^s)$ en çok olabilirlik fonksiyonu maksimize edilerek tahmin edilmektedir[8].

X-11 ve X-11 ARIMA yöntemleri de uç değerlerin etkisi, takvim etkisi gibi etkileri seriden arındırabilir. Ancak bu yöntemler seriyi arındırmak için ötelemeler (iteration) yaparken, X-12 ARIMA bu tür etkileri düzensiz unsurlardan eşanlı olarak arındırır[8].

Zaman serileri genellikle birkaç serinin toplulaştırılmasından (aggregation) oluşur. Mevsim düzeltmesi toplulaştırılmış seriye uygulanıyorsa, doğrudan düzeltme söz konusudur. Ancak mevsimsel düzeltme önce seriyi oluşturan alt serilere uygulanıyor ve ardından toplulaştırma yapılıyorsa, dolaylı düzeltme söz konusudur[8]. Mevsimsel düzeltme X-11 yönteminde toplulaştırılmış serilere doğrudan uygulanmakta idi. Dolaylı düzeltme seçeneği ise, ilk defa X-12 ARIMA'da geliştirilmiştir [8].

Mevsimsel düzeltmenin doğrudan mı, yoksa dolaylı yoldan mı yapılacağı hâlâ çözülememiş bir sorundur. Toplulaştırılmış seri kendisini oluşturan alt serilerin cebirsel toplamı ise, bu tip serilere toplamsal ayrıştırma modeli uygun olacaktır. Seride herhangi bir uç değer de yoksa, doğrudan mevsimsel düzeltme ile dolaylı mevsimsel düzeltme eş değer olacaktır. Ancak çoğu kere zaman serileri için toplamsal değil, çarpımsal modeller uygundur ve logaritmik dönüşüm cebirsel toplamda eşdeğer olma durumunu bozmaktadır. Üstelik zaman serilerinde ekonomideki yapısal değişim, dışsal şoklar ve bunun gibi nedenlerle uç değerler görülür. Ayrıca toplulaştırılmış seriyi oluşturan alt serilerin taşıdıkları mevsimsel hareketler birbirinden farklı olabilir. Alt seriler birbirine az-çok benzer ve aynı dışsal şoklardan etkileniyorsa doğrudan, aksi takdirde dolaylı düzeltme tercih edilmelidir [10].

Mevsimsel düzeltme yapan istatistik büroları da bu konuda farklı tercihler kullanmaktadır. Öyle ki Almanya ve Fransa dolaylı düzeltme yöntemini tercih ederken, ABD'de doğrudan mevsimsel düzeltme uygulanmaktadır[11].

IV. MODEL BAZLI YAKLAŞIMLAR

Zaman serilerini unsurlarına ayırırken parametrik modellere dayanan ve tahminciler için en küçük ortalama hata kareyi (MSE) hesaplayan düzeltme yöntemleri özünde sinyal çıkarma süreçleridir. Bu modeller doğrusal stokastik süreci genellikle ARIMA formunda oluştururlar. Bu nedenle yöntemlere ARIMA-model bazlı sinyal çıkarma yöntemleri adı verilir. Bu tanımdan yola çıkılarak, X-11 ARIMA ve X-12 ARIMA da model bazlı yaklaşım (model-based approaches) olarak ele alınabilir.

Ancak yine de bu yöntemler X-11 yönteminin özüne bağlı kalarak ilk aşamada zaman serisinin taşıdığı sinyallerin tanımını dolaylı yoldan ve açık bir modele dayanmaksızın yaptıkları için, serinin başlangıç ve sonuna denk gelen gözlem değerlerini hesaplarken, gelecek tahmin yöntemleri kullansalar da, tam olarak model bazlı yaklaşımlar sayılmazlar. Söz konusu yöntemler genellikle özel stokastik varsayımları olan toplamsal veya çarpımsal ayrıştırma yöntemlerini esas alırlar. Model bazlı yaklaşımlar ise bu varsayımlar açısından diğerlerinden ayrılır [12]. Model bazlı yaklaşımlardan en yaygın olarak kullanılan yöntem ise, İspanya Merkez Bankası tarafından geliştirilen TRAMO/SEATS yöntemi ve aynı adlı bilgisayar programıdır. Yöntemin model bazlı olmasının en büyük avantajı sahte (spurious) düzeltme tehlikesini azaltmasıdır. Program mevsimsel düzeltme uygulanacak seriyi tanımlama aşamasında öncelikle kontrol ederek, saf rassal süreç olduğunu tespit etmesi halinde gereksiz düzeltme işlemleri uygulamaz. Bir diğer avantaj ise, sürecin tüm istatistikî sonuçlarına ilişkin bilgi vermesidir. TRAMO/SEATS programı iki bağımsız kısımdan oluşmaktadır. TRAMO (Time Series Regression with ARIMA noise, Missing Values and Outliers) kısmı, X-12 ARIMA'da kullanılan regARIMA kısmı ile hemen hemen aynı işleve sahip bir ön düzeltme programıdır. SEATS (Signal Extraction in ARIMA Time Series) kısmı ise, ön düzeltmesi yapılmış ve uygun ARIMA modeli ile modellenmiş seriden gözlenemeyen unsurların tahmininin yapıldığı, diğer bir ifadeyle sinyallerin çıkarıldığı kısımdır.

IV.1. TRAMO

Durağan olmayan ARIMA sürecini takip eden zaman serilerini etkileyen değişkenler için regresyon modellerini tahmin edip, öngörüsünü yapan programdır. ARIMA sürecinin hata terimi serideki kayıp veriler, çeşitli tipteki uç değerler ve takvim etkisi gibi diğer deterministik etkilerin altındadır. Kullanıcıya tamamen otomatik bir modelleme seçeneği de sunan TRAMO, seriyi tüm bu etkilerden standart ötelemeler (iterations) uygulayarak, tanımlama, tahmin, tanımlama sınamaları (diagnostic control) ve yine tahmin aşamaları ile arındırarak, ön düzeltme yapar.

Program öncelikle sürecin durağanlığını sağlamak için d fark alma ve D mevsimsel fark alma derecelerini belirlemeye çalışır. Seride mevsim etkisi olması durumunda sürecin durağanlığını test etmekte klasik Dickey –Fuller [13] veya Phillips –Perron [14] testleri yetersiz kalacağından, mevsimsel birim kök sınaması için daha uygun olan Dickey- Pantula testini kullanır [15]. Fark alma derecesinin doğru belirlenip belirlenmediğini bilgi kriterleri yardımıyla kontrol eden program, ARIMA modelleri için en çok olasılık tahmincileri sağlayan Akaike (AIC) ve Bayesian Bilgi Kriterlerinden (BIC) ziyade, yine BIC'e dayanan ve doğrusal regresyon

tahmincileri veren Hannan- Raissanen (HR) yöntemini kullanır [15].

TRAMO'da model tanımlaması yapılırken, logaritmik düzey belirlenmesinin (log-level specification) gerekliliği de araştırılmalıdır. Bu test, serilerin (0,1,1)(0,1,1)_s havayolu model sürecini takip ettiği varsayımı ile, log- düzey belirlenmesi için yapılan Box-Cox dönüştürmesindeki λ parametresinin en çok olasılık tahmincilerine dayanır [15].

Uç değerlerin olması durumunda modelin tanımlaması daha da güçleşmektedir. TRAMO programı çeşitli tipteki uç değerleri tek tek kontrol edip, düzeltebilir. Uç değerlerin varlığı halinde ötelemeye dayalı bir süreç takip eden programın aşamaları şöyledir:

- Uç değerlerin kontrol ve tahmin aşaması,

1. HR yöntemi ile ARIMA modelinin parametrelerini tahmin eder ve varlığını önceden test ettiği uç değerler ve diğer regresyon etkilerini düzeltir.

2. ARIMA parametreleri ve genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi ile tahmin ettiği regresyon katsayıları için t istatistikleri hesaplar ve kalıntıları yeniden tahmin eder.

3. Yeniden tahmin ettiği kalıntıların standart sapmaları için medyandan mutlak sapmaları hesaplar.

4. Farkı alınmış seride olası tüm uç değerlerin varlığını yine kontrol eder. Hangi tip uç değerler karşı karşıya olunduğu Box-Cox λ parametresinin alacağı değere bağlı olarak belirlenir. Seri uç değerlerin etkisinden tamamen kurtulmuşsa çoklu regresyon aşamasına geçilir. Aksi takdirde yukarıdaki adımlar yinelenir.

- Çoklu regresyon aşaması

Tahmin edilen çoklu regresyon parametrelerinin t istatistikleri (4.) adımdan elde edilen kritik değerlerle kıyaslanarak süreç tüm uç değerlerden arındırılır [15].

Bu aşamalarda tahmin edilen çok değişkenli regresyon modeli tüm tatil ve takvim etkilerini de içerecek şekilde,

$$x_t = z_t' \beta_t + X_t \quad \dots\dots(9)$$

olarak kurulur. Burada z_t regresyon değişkenleri, β_t regresyon katsayılarıdır ve X_t ;

$$\phi(B)\Phi(B)X_t = \theta(B)a_t \quad \dots\dots(10)$$

şeklinde tanımlanan stokastik süreci takip eder. Burada B geriye kaydırma işlemcisi, $\phi(B)$, $\Phi(B)$ ve $\theta(B)$ sonlu polinomlar, a_t ise $(0, \sigma_a^2)$ ile bağımsız ve tıpkı dağılmış, normal, saf rassal süreçtir. Sonuç olarak TRAMO programını tüm bu katsayıları tahmin edebilmektedir.

IV.2. SEATS

Orijinal zaman serilerinde ve hatta mevsimsel düzeltme yapılmış serilerde mevsim unsurları doğrudan gözlenemediğinden, serileri mevsim etkisinden arındırmak aslında bir gözlenemeyen unsurların tahmin edilmesi sorunudur. Mevsimsel düzeltmesi yapılmış seriler, değişkeni oluşturan değerlerin altında yatan unsurların açık bir sinyalini ortaya koyar. Bu açıdan bakıldığında mevsimsel düzeltme, serilerin ‘sinyal artı gürültü’ (signal plus noise) ayrıştırmasında bir sinyal çıkarma sorunu olarak ele alınabilir. Burada gürültü mevsim unsurunun ta kendisidir.

En basit haliyle X_t zaman serisi toplamsal ayrıştırma varsayımı ile;

$$X_t = s_t + n_t \quad \dots\dots(11)$$

şeklinde tanımlanabilir. Burada s_t , mevsimsel düzeltmesi yapılmış, diğer bir deyişle sinyalleri çıkarılmış seri iken, n_t , gürültü olarak adlandırılan mevsim unsurlarıdır. Mevsimsel düzeltmesi yapılmış s_t , trend veya trend-konjonktür, geçici unsurlar ve düzensiz unsurları içerir[16]. Serinin mevsimsel düzeltmenin yapılmasındaki amaç, zaten bu unsurlara ait sinyalleri çıkarmaktır. Model bazlı sinyal çıkarma yaklaşımları bu unsurları, her bir unsurun ilişkili olduğu spektral dönüşümü yakalamak üzere seçilen parametrik, doğrusal, stokastik süreçlerle modellemektedir. k adet unsur içeren X_t serisi için model;

$$X_t = X_{1t} + \dots + X_{kt} \quad \dots\dots(12)$$

$$\phi_i(B)X_{it} = \theta_i(B)a_{it} \quad i=1, \dots, k$$

şeklinde. Burada $\phi(B)$ ve $\theta(B)$ kökleri birim dairenin dışında kalan sonlu polinomlar, B , sırasıyla p ve q derecelerini gösterir ve a_{it} ise $(0, \sigma_a^2)$ ile bağımsız ve tıpkı dağılmış, normal, saf rassal süreçtir. Bu model gözlenemeyen unsurların ARIMA modeli (UCARIMA) olarak adlandırılır. UCARIMA modeli aslında (11) denklemindeki sinyal + gürültü modelinin daha karmaşık bir halidir ve ilgilenilen sinyal s_t ile serinin kalanını oluşturan n_t gürültü unsurlarını çıkarabilmek için UCARIMA'nin iki unsurlu tanımı;

$$\phi_s(B)s_t = \theta_s(B)a_{st} \quad \dots\dots(13)$$

$$\phi_n(B)n_t = \theta_n(B)a_{nt}$$

şeklinde yapılır[16]. Burada a_{st} ve a_{nt} sıfır ortalamalar ve sırasıyla σ_s^2 ve σ_n^2 varyanslara sahip saf rassal süreçlerdir. X_t serisi için sinyal tahmincisi (\hat{s}_t), s_t 'nin en küçük ortalama hata kareli

$$E[(s_t - \hat{s}_t)^2 | X_t] \rightarrow \min$$

tahmincisidir. Bileşik normal dağılım varsayımı ile $\hat{s}_t = E(s_t | X_t)$ olur ve böylece sinyal X_t 'nin doğrusal bir fonksiyonu olarak tanımlanır. Normal dağılım varsayımı TRAMO ile serilerin ön düzeltmesi yapılırken sağlanmaktadır. TRAMO/SEATS yöntemi kanonik ayrıştırmaya dayanır. Kanonik ayrıştırmaya göre serideki trend, mevsim ve düzensiz unsurlar birbirinden bağımsız süreçlerdir. Trend ve mevsim unsurları düzeltilebilir. Buna göre trend ve mevsim unsurları yavaşça artarak gelişir ve bu unsurlar süreçten çıkarılabilir[12]. SEATS programı ile söz konusu unsurlara ait sinyaller çıkarılırken, durağan süreçlerde kanonik ayrıştırma varsayımı ile ileri (F : forward) ve geriye doğru (B : backward) tahminler yapılırken, simetrik ($F=B^{-1}$) Wiener-Kolmogorov (WK) filtresi kullanılmaktadır. WK filtresi X_t serisi için frekans bazlı,

$$\tilde{v}(w) = \frac{g_s(w)}{g_x(w)} \quad \dots\dots(14)$$

fonksiyonunu üretir. $\tilde{v}(w)$ fonksiyonuna filtre kazancı (gain of filter) da denilmektedir. Böylece,

$$g_x(w) = g_s(w) + g_n(w)$$

olduğundan, kazanç aynı zamanda,

$$\tilde{v}(w) = \left(1 + \frac{1}{r(w)} \right)^{-1}$$

olarak açıklanabilir. Burada;

$$r(w) = \frac{g_s(w)}{g_n(w)} \quad \dots\dots(15)$$

‘sinyal-gürültü’ oranıdır (signal to noise ratio) ve sinyalin gürültüye baskın olduğu frekanslarda bu oran bire yaklaşırken, gürültü sinyale baskın ise sıfıra yaklaşır [16].

Trend veya mevsim unsurlarının zamanda değişen ortalamalarla durağan olmayan süreçleri takip ettiği durumlarda da WK filtresi X_t serisi için s_t sinyallerinin en küçük ortalama hata kareye sahip tahmincilerini vermektedir[16].

SEATS programının X-12 ARIMA'dan ayrıldığı nokta, unsurlara ilişkin sinyalleri çıkarırken, 'sinyal-gürültü' oranını kullanmasıdır. TRAMO/SEATS UCARIMA parametrelerini tahmin ederken, serbestlik derecesi hesaplamasını, X-12 ARIMA serilerin tek tek incelendiği bir program olduğundan, bu programa kıyasla daha doğru hesaplamaktadır. Ancak kısa zaman serilerine uygulandıklarında X-12 ARIMA, genellikle model bazlı yaklaşımlarda daha fazla veri gerektiğinden, TRAMO/SEATS'e tercih edilir[2].

V. MEVSİMSSEL DÜZELTME YÖNTEMLERİNDE KULLANILAN ÖZEL DEĞİŞKENLER

Mevsim düzeltme yöntemlerinin tümünde ticari gün, çalışma günü, artık yıl, resmi tatil, dini bayram vb. gibi ekonomik seriler üzerinde deterministik mevsim etkisi yarattıkları varsayılan durumlar modellere dahil edilen kukla değişkenler aracılığıyla temsil edilir.

Ticari gün etkisi, pazartesi gününden cumartesi gününe dek haftanın altı gününün serilerde yarattığı etkidir ve bir ay içinde kaç pazartesi, ..., kaç cumartesi etkisi olduğu, N, ilgilenilen aydaki söz konusu gün sayısı iken,

(N Pazartesi- N Pazar), (N Salı – N Pazar),..., (N Cumartesi – N Pazar)

D_{jt} ; t dönemindeki j . gün sayısını gösterirken, ticari gün etkisi

$$TG_{jt} = (D_{jt} - D_{7t})$$

şeklinde tanımlanan altı kukla değişken ile ölçülür. Ticari gün katsayıları β_j , $j=1, \dots, 7$ iken, haftanın günlerinin etkileri toplamı sıfır olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^7 \beta_j = 0$$

ve dolayısıyla

$$\beta_7 = -\sum_{j=1}^6 \beta_j$$

olur. Ticari gün etkisi özellikle ticaret, üretim, nakliye, istihdam ve hizmet sektörüne ait verilerde anlamlı bulunmaktadır[8].

Çalışma günü etkisi ise, hafta içindeki beş iş gününün etkisini ifade eder ve aynı ticari gün değişkenleri gibi her bir günün ayda kaç kere tekrarlandığına bağlı olarak, tek bir değişkenle temsil edilir. Çalışma günü etkisini belirlerken haftanın günleri çalışma günleri ve tatil günleri olarak ikiye ayrılır ve değişken;

[N(Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe, Cuma)]- [N (Cumartesi, Pazar) \times (5/2)]

olarak tanımlanır. Ticari gün katsayılarında olduğu gibi, çalışma günü katsayıları da, $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5$ ve $\beta_6 = \beta_7$ olduğundan, $5\beta_1 = -2\beta_6$ olacaktır[15].

Ay uzunluğu da bir değişken olarak modellere dahil edilebilir. Bu değişken m_i , i . aydaki gün sayısını gösterirken, $(m_i - \bar{m})$ olarak tanımlanır. Burada $\bar{m} = 30.4375$ ortalama ay uzunluğudur[8].

Ekonomik zaman serilerinde görülen bir diğer etki de artık yıl etkisidir. Artık yıl etkisini ölçmek üzere modele dahil edilen değişkene şubat ayı haricindeki tüm aylarda sıfır değeri atanırken, incelenen yılda şubat ayı yirmisekiz gün çekiyorsa -0.25 değeri, söz konusu yıl artık yıl ve şubat yirmidokuz gün çekiyorsa, 0.75 değeri atanır[15].

Mevsimsel düzeltme yöntemleri doğal afetler, ekonomi politikalarındaki değişimler, yaşanan grevler ve bunun gibi etkilerin veride yarattığı düzey kayması (level shift), geçici değişiklik (temporary change) gibi durumları müdahale değişkenleri (intervention variables) olarak modele dahil eder ve söz konusu durumların gerçekleşmesi halinde "1" değerinin, diğer hallerde "0" değerinin atandığı kukla değişkenlerle temsil eder. Düzey kayması zamanda belli bir noktadan sonra sürecin ortalamasında meydana gelen sürekli değişimdir. Böyle bir değişim yaşayan durağan süreç durağan olmayan hale gelir. Düzey kayması, X_t zaman serisinde oluşan aynı büyüklükteki ardışık toplamsal uç değerler gibi açıklanabilir. Toplamsal uç değer ise, bir dışsal şokun zamanda belli bir noktada serinin gözlenen değerinde yarattığı ani bir sıçramadır. Toplamsal uç değerler genellikle ölçme hataları ile ilgili olarak açıklanır[17].

Ekonomik zaman serilerinde kayıp veri (missing value) olması durumu mevsimsel düzeltme modellerinde toplamsal uç değer olarak algılanır. Bu durumda kayıp veriye keyfi bir değer atanarak, veri kümesi eksiksizmiş gibi tahmin yapılır. Tahmin edilen regresyon parametresi ile atanan keyfi değer arasındaki fark kayıp verinin interpolasyon değeri olarak kabul edilir.

NBER tarafından geliştirilen CENSUS yöntemi yaygınlaşarak hemen hemen her ülkenin resmi istatistik kurumları tarafından kullanılmaya başlanmış veya kurumlar kendilerine özel mevsimsel düzeltme yöntemleri geliştirilmiştir. Şu anda dünyada en yaygın olarak kullanılan yöntemler X-12 ARIMA ve TRAMO/SEATS yöntemleridir. Canada'da X-11 ARIMA/88, ABD, İngiltere ve Yeni Zelanda'da X-12 ARIMA kullanılırken, Avustralya'da SEASABS, kıta Avrupa'sında EUROSTAT aracılığıyla, genellikle, ilk olarak İspanyol Merkez Bankasınca geliştirilen TRAMO/SEATS tekniği kullanılmaktadır. Eurostat hem X-12 ARIMA hem de TRAMO/SEATS düzeltmesi yapabilen DEMETRA adında bir yazılım geliştirmiştir. Demetra'da Türkiye de dahil olmak üzere, Avrupa ülkelerinin her birine ait resmi tatil günlerini içeren bir takvim mevcuttur.

VI. TÜRKÇE LİTERATÜRDE MEVSİMSEL DÜZELTME

Ülkemizde de son yıllarda gerek Merkez Bankası ve TÜİK gibi resmi kurumlardan gerekse üniversitelerden pek çok araştırmacı Türk ekonomisindeki zaman serilerinde mevsim etkisi olup olmadığını, dolayısıyla takvim ve tatil etkilerinin varlığını saptamak ve ardından serileri bu etkilerden arındırmak için çeşitli araştırmalar yapmıştır. Bu araştırmalardan yapılan literatür taraması sonunda ulaşılabilenlerden bazıları aşağıda özetlenmiştir.

O. Atuk ve B. P. Ural (2002) tarafından yapılan çalışmada X-12 ARIMA ve TRAMO/SEATS yöntemlerini kullanarak, Aralık 1985 - Mayıs 2001 tarihleri arasında para arzı değişkenleri M1, M2, M2X ve M3'ün mevsim etkisi taşıyıp taşımadığını incelemiş ve M1'de anlamlı bir çalışma günü (working day) etkisi tespit etmiştir. Çalışmaya konu olan değişkenlerde sabit tatil etkisi gözlenmezken, M2 ve M2X'de hareketli tatil etkisi belirlenmiştir. Ancak özellikle M2 üzerine uygulanan X12 ARIMA ve TRAMO/SEATS karşılaştırıldığında, yöntemlerin farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. X12 ARIMA'nın M2'yi taşıdığı mevsim etkisinden tamamen arındıramadığı, buna karşılık TRAMO/SEATS'nin mevsim etkisini arındırmakta daha başarılı olduğu saptanmıştır. Deterministik mevsim etkisinin tespitinde ise yöntemler birbirinden çok da farklı sonuçlar vermemiştir [18].

M.G. Ongan(2002), tüketici fiyat indeksi ve toptan eşya fiyat indeksi mevsim etkisi olup olmadığını, indekslerin logaritmik birinci farklarına çarpımsal ayrıştırma uygulayarak, X-12 ARIMA ve TRAMO/SEATS programları ile araştırıp, yöntemlerin verdiği sonuçları kıyasladığı çalışmada 1994-2002 döneminde aylık veri kullanmıştır. 1994 yılının Türk ekonomisinde yaşanan yüksek devalüasyon sonrasında enflasyonun da yükselmesi nedeniyle, fiyat indeksleri için uç değerler oluşturup oluşturmadığını, analize 1995 yılından başlamanın serilerin mevsimsel düzeltmesinde

daha başarılı olup olmayacağını araştıran yazar, analize 1994 yılından itibaren başlamanın ve dolaylı değil de, doğrudan mevsimsel düzeltme yapmanın veriye daha uygun olduğuna karar vermiştir. Çalışmada tarımsal ürün fiyatları hariç tutulduğunda toptan eşya fiyat indeksinde ve gıda fiyatları hariç tutulduğunda tüketici fiyat indeksinde mevsim etkisi gözlenmediği sonucuna varılmıştır [19].

E. Koç, G. Altınay (2007), yurdumuza gelen turistlerin kişi başı harcamalarındaki mevsimselliği inceledikleri çalışmalarında yüksek turizm dönemi olarak adlandırdıkları Nisan-Ekim ayları ile düşük turizm dönemi olan Kasım-Mart aylarında yapılan harcamalarda görülen farklılaşmayı da ortaya koymuştur. Ocak 1992-Aralık 2004 dönemini kapsayan çalışmada mevsimsel birim kök testleri ile X-12 ARIMA ve TRAMO/SEATS birlikte kullanılmıştır. Turistlerin kişi başı harcamalarında deterministik mevsim etkisinden ziyade güçlü ve stokastik bir mevsim etkisi olduğu belirlenmiştir [20].

N. A. Koçak (2008), serilerin ve serileri oluşturan alt kalemlerin taşıdıkları mevsim etkisinin ulusal hesaplamaları etkileyeceği tezi ile GSYH serisini ve seriyi oluşturan yirmi alt sektörü 1987-1 ve 2007-III dönemleri arasında doğrudan ve dolaylı düzeltme yöntemleri kullanarak incelemiş, dolaylı yöntemle balıkçılık sektöründe ticari gün etkisi, inşaat sektöründe çalışma günü etkisi, elektrik, gaz ve su alt sektöründe artık yıl etkisi saptamıştır. Alt sektörler takvim etkisinden arındırıldığında serilerin düzey değerlerinin değişmediği, ancak büyüme oranlarında farklılıklar olduğu görülmüştür [11].

N.A. Koçak (2009), 2005=100 temel yıllık sanayi üretim indeksi içinde % 85'e yakın paya sahip olan imalat sanayi üretim indeksi için sabit ve hareketli tatillerin etkisini incelediği çalışmada regARIMA kullanmıştır. Çalışmada imalat sanayi üretim indeksi üzerinde hem sabit tatiller olan resmi tatillerin etkisinin hem de hareketli tatiller olan dini tatillerin etkisinin negatif ve istatistiki olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. İmalat sanayi üretim indeksi tatil etkilerinden arındırıldıktan sonra, düzey değerlerinde önemli bir değişiklik olmazken, yıllık değişim oranlarında ciddi farklılıklar gözlenmiştir [21].

C.E. Alper ve S.B. Aruoba (2001), tarafından yapılan çalışmada X-11 veya TRAMO/SEATS yöntemleri kullanılmamış olmakla birlikte, hareketli tatil etkisinin incelenmiş olması önemlidir. 1985-2000 dönemi için aylık veri kullanılan çalışmada, Türkiye'de resmi olarak kullanılan Gregoryen takvimi ile dini vecibelerin belirlendiği Hicri takvim arasındaki yaklaşık onbir günlük farktan kaynaklanan dini bayram tarihlerinin hareketli olması ve üstelik devlet tarafından zaman zaman uzatılarak dokuz güne kadar çıkarılmasının sanayi üretim indeksi ve alt grupları üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

İncelenen yirmiyüç seriden sekizinde regresyon modellerine dayanan mevsimsel düzeltme yöntemleri uygulandıktan sonra dahi anlamlı hareketli tatil etkisi bulunmuştur. Söz konusu değişkenler sanayi üretim indeksi ve madencilik, imalat sanayi ve elektrik-su-gaz alt grupları ile ithalat, kamu gelirleri, rezerv para ve kredilerdir [22].

VII. SONUÇ

Mevsimsel düzeltme yöntemlerinin kullanımı tüm dünyada ve ülkemizde giderek yaygınlaşmaktadır. Özellikle başta ABD olmak üzere ülkelerin resmi istatistik bürolarınca geliştirilen ve kullanıcıya otomatik model seçimi ve mevsimsel düzeltme yapabilme olanakları sunan bilgisayar programları araştırmacılar tarafından son yıllarda sıkça kullanılmaktadır. Ancak geliştirilen yöntemlerin hâlâ bir takım eksiklikleri mevcuttur. Mevsimsel düzeltme yöntemleri günümüzde çoğunlukla tek değişkenli analiz olarak literatürde yer almaktadır. Çok değişkenli uygulamalar az sayıda olup, henüz deney aşamasında ve sınırlı kapasitededir. Örneğin, Koopman tarafından geliştirilen STAMP programında çok değişkenli mevsimsel düzeltme ele alınmıştır [16].

Mevsimsel düzeltme yöntemlerine getirilen en önemli eleştirilerden biri, özellikle X-11 ve türevi olan yöntemlerin açık bir modele dayanmadıkları için ileri doğru tahminlerde öngörü hatalarına ilişkin varyansları üretmeyecekleri yönündedir [23].

Mevsimsel düzeltme yöntemlerinin tümünün asıl amacı, trend- konjonktürü daha iyi analiz edebilecek bir seri yaratmaktır. Bu nedenle mevsimsel düzeltmesi yapılmış serilerin artık;

- Mevsimsellik göstermemesi,
- Orijinal veriden farklı bir trende sahip olmaması,
- Orijinal veriden farklı bir doğrusal olmayan özelliğe sahip olmaması beklenmektedir [4].

Oysa maalesef çoğunlukla düzeltilmiş verinin bu özelliklerin birine veya birkaçına sahip olmadığı görülmektedir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- [1] Akgül, I. (2003), *Geleneksel Zaman Serisi Yöntemleri*. İstanbul: Der Yayınları, No:343
- [2] Hylleberg, S. (2006), Seasonal Adjustment. University of Aarhus, Department of Economics, *Working Paper*, No:2006-4

- [3] Frances, P.H. (1996), *Periodicity and Stochastic Trends in Economic Time Series*, New York: Oxford University Press.
- [4] Frances, P.H. (2001). Seasonal Comments of Seasonal Adjustment. *Revista De Economia Del Rosario*, 4(1), 9-16.
- [5] Cillov H. (1984). *İktisadi Olaylara Uygulanan İstatistik Metodları*. İstanbul: İ.Ü. İktisat Fakültesi, Yayın No: 501.
- [6] Harvey, (1996). *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*. New York: Cambridge University Pres.
- [7] Shiskin, J.; Young, A.H. & Musgrave, J.C. (1967). The X-11 Variant of The Census Method II Seasonal Adjustment Progra. *Bureau of the Census*, Technical Paper No: 15
- [8] Findley, D.F.; Monsell, B.C.; Bell, W.R.; Otto, M.C. & Chen, B.C. (1998). New Capabilities and Methods of the X-12 ARIMA Seasonal Adjustment Program. (www.census.gov/srd/www/sapaper/sapaper.html). [14.05.2009].
- [9] Dagum, E.B. (1980). The X-11 ARIMA Seasonal Adjustment Method. (Ed.: Quintano, C.). *Essays Collection of Estela Bee Dagum in Statistical Sciences*, Ottawa, Statistics Canada Publications, 677-795
- [10] Maravall, A. (2005). An Application of the TRAMO/SEATS Automatic Procedure: Direct Versus Indirect Adjustment. *Banco de Espana*, Working Paper No: 0524.
- [11] Koçak, N.A. (2008). Takvim Etkileri: Ulusal Hesaplar Uygulaması. *TÜİK, 17. İstatistik Araştırma Sempozyumu*, Ankara, 8-9 Mayıs, 154-168.
- [12] Wildi, M. (2005). *Signal Extraction: Efficient Estimation, 'Unit Root'- Tests and Early Detection of Turning Points*. Berlin: Springer-Verlag.
- [13] Dickey, D.A. & Fuller, W.A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of American Statistical Assosiation*, 74(366), 427-431.
- [14] Phillips, P.C.B. & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Roots in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- [15] Gomez, V. & Maravall, A. (2001). Automatic Modeling Methods For Univariate Series. (Eds.: Pena, D.; Tiao, G.C. & Tsay, R.S.). *A Course in Time Series Analysis*. New York: John Wiley & Sons Inc., 171-201.
- [16] Gomez, V. & Maravall, A. (2001). Seasonal Adjustment and Signal Extraction in Economic Time Series. (Eds.: Pena, D.; Tiao, G.C. & Tsay, R.S.). *A Course in Time Series Analysis*. New York: John Wiley & Sons Inc., 202-246.

- [17] Pena, D. (2001), Outliers, Influential Observations, and Missing Data. (Eds.: Pena, D.; Tiao, G.C. & Tsay, R.S.). *A Course in Time Series Analysis*. New York: John Wiley & Sons Inc., 136-170.
- [18] Atuk, O. & Ural, B.P. (2002). Seasonal Adjustment In Economic Time Series. *Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası, İstatistik Bölümü, Tartışma Tebliğleri*, No: 2002/1, Ankara.
- [19] Ongan, M.G. (2002). The Seasonal Adjustment of the Consumer and Wholesale Prices: A Comparison of Census X-11, X-12 ARIMA and TRAMO/SEATS. *Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası, Araştırma Bölümü, Çalışma Tebliğleri*, No: 2002/5, Ankara.
- [20] Koç, E. & Altnay, G. (2007). An Analysis Of Seasonality In Monthly Per Person Tourist Spending In Turkish Inbound Tourism From A Market Segmantation Perspective. *Tourism Management*, 28(1), 227-237.
- [21] Koçak, N.A. (2009). İmalat Sanayinde Tatil Etkileri. (<http://iletisim.atauni.edu.tr/eisemp/html/tammetinler/101.pdf>). [20.07.2009].
- [22] Alper, C.E. & Aruoba, S.B. (2001). Moving Holidays and Seasonality: An Application in the Time and the Frequency Domains For Turkey. (www.ssrn.com/SSRN-id288368.pdf). [09.05.2009].
- [23] Cleveland, W.P. (2002). Estimated Variances of Seasonally Adjusted Series. (www.ssrn.com/SSRN-id306123.pdf). [09.05.2009].

Handan YOLSAL (yolsalh@istanbul.edu.tr) is an Assistant Professor at the Department of Econometrics in Faculty of Economics at Istanbul University. She received her Ph.D. from Marmara University. Her research areas are time series analysis, quantitative techniques and modeling in finance.