T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ÇİMENTO VE TAŞ KÖMÜRÜ ÖRNEK SEKTÖRLERİNDE STOK MİKTARI TAHMİNİ İÇİN SINIFLAMA TİPİ MODELLER İLE ÇOKLU REGRESYON MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

GÜLSÜM MERVE GÖKÇİN

EKONOMETRİ ANABİLİM DALI

NİSAN 2019


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

ÇİMENTO VE TAŞ KÖMÜRÜ ÖRNEK SEKTÖRLERİNDE STOK MİKTARI TAHMİNİ İÇİN SINIFLAMA TİPİ MODELLER İLE ÇOKLU REGRESYON MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Gülsüm Merve GÖKÇİN

DOKTORA TEZİ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

NİSAN 2019

Gülsüm Merve GÖKÇİN tarafından hazırlanan "Çimento ve Taş Kömürü Örnek Sektörlerinde Stok Miktarı Tahmini İçin Sınıflama Tipi Modeller ile Çoklu Regresyon Modellerinin Karşılaştırılması" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile Gazi Üniversitesi Ekonometri Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Şenol ALTAN
Ekonometri ABD, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~ .....

Başkan : Prof. Dr. Hasan Işın DENER
İşletme Bölümü, Çankaya Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

Üye : Prof. Dr. Aydın ÜNSAL
Ekonometri ABD, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

Üye: Prof. Dr. Şenay AÇIKGÖZ
Ekonometri ABD, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

Üye : Doç. Dr. Ramazan ŞAHİN
Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

Tez Savunma Tarihi: 25/04/2019

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Figen ZAİF
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Gülsüm Merve GÖKÇİN

(25.04.2019)

ÇİMENTO VE TAŞ KÖMÜRÜ ÖRNEK SEKTÖRLERİNDE STOK MİKTARI TAHMİNİ İÇİN SINIFLAMA TİPİ MODELLER İLE ÇOKLU REGRESYON MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

(Doktora Tezi)

Gülsüm Merve GÖKÇİN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
NİSAN 2019

ÖZET

İşletmeler rekabet ortamında faaliyetlerine devam edebilmek ve üretimdeki aksaklıklara karşı bir önlem almak amacıyla stok yönetimine ihtiyaç duymaktadırlar. Bu çalışmada da ülkemizin Çimento ve Taş Kömürü sektörlerine ilişkin stok miktarı tahmini üzerine çalışmalar yapılmıştır. Çimento modelinde 2005 Ocak-2015 Aralık dönemi; Taş kömürü modelinde 2010 Ocak - 2015 Aralık dönemi ele alınmış; stok miktarı ve stok miktarını etkilediği önsel olarak belirlenen değişkenler arasındaki ilişkiler, Hendry'nin Genelden-Özele Modelleme yöntemi ve VAR yöntemi ile incelenmiştir. Daha sonra her bir sektöre ilişkin seçilen bölge/müesseseler için özel modeller elde edilmiştir. Özel modellerde belirlenen değişkenlere ilişkin sınıflama tipi modeller ile çoklu regresyon modelleri elde edilerek, tüm modellerin tahmin performansları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Çimento sektöründe Marmara ve Akdeniz Bölgeleri için en yüksek stok miktarı tahmin performansı "Regresyon" modeline aittir. Etki-tepki fonksiyonları sonuçlarına göre, Marmara Bölgesinin oluşabilecek şoklara karşı daha geç tepki vermesinden dolayı Akdeniz Bölgesinin Çimento "Stok Miktarı" bulundurmak için daha avantajlı bir bölge olduğu sonucuna varılmıştır. Taş Kömürü sektöründe "Amasra" ve "Armutçuk" müesseseleri ele alınmış ve en yüksek performanslı stok miktarı tahmini için Amasra Müessesesinde "Regresyon" modeli, Armutçuk Müessesesinde "Yapay Sinir Ağı (YSA)" modeli seçilmiştir. Etki-tepki fonksiyonları sonuçlarına göre, "Satış Miktarı'ndaki" ve "Üretim Miktarı'ndaki" meydana gelen artış yönündeki şoklara Amasra Müesesesinin "Stok Miktarı" daha erken tepki verdiği için daha avantajlı konumda olduğu tespit edilmiştir. Son olarak sektörlere ilişkin seçilen bölge/müesseseler için belirlenen model sonuçları birlikte değerlendirilmiş ve yöntemlerin daha etkin kullanımı için önerilerde bulunulmuştur.

Bilim Kodu	:	110601
AnahtarKelimeler	:	Stok Tahmini, Model Seçme, Model Karşılaştırma, Tahmin Metodları, Sınıflama Tipi Modeller, Çoklu Regresyon Modelleri, Yapay Sinir Ağları, Karar Ağaçları
Sayfa Adedi	:	217
Tez Danışmanı	:	Prof. Dr. Şenol ALTAN

COMPARISON OF CLASSIFICATION MODELS AND MULTIPLE REGRESSION MODELS FOR STOCK QUANTITY ESTIMATION IN CEMENT AND HARD COAL SAMPLE SECTORS

(Ph. D. Thesis)

Gülsüm Merve GÖKÇİN

GAZI UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES
APRIL 2019

ABSTRACT

Businesses need inventory management in order to continue their activities in a competitive environment and to take precautions against production failures. In this study, the amount of stock is estimated for the cement and hard coal sectors of our country. In the cement model, the period between January 2005 - December 2015 is; in the hard coal model 2010 January - 2015 December period is discussed. The relationship between the variables determined by the stock quantity and the quantity of stocks, which were determined as a priori, were analyzed by Hendry's General-to-Specific Modeling method and VAR method. Specific models were then obtained for the selected regions / establishments for each sector. Multiple regression models and classification models were obtained by using the variables determined in the special models, and the predictive performances of all models were compared. According to the results, the highest inventory quantity estimation performance for Marmara and Mediterranean Regions in the cement sector belongs to "Regression" model. According to the results of the impact-response functions, it is concluded that the Mediterranean Region has a more advantageous position to hold the Stock Amount of the cement in the Mediterranean Region due to the fact that the Marmara Region reacts later against the shocks. Amasra and Armutçuk Administrations were selected in Hard Coal sector. The highest inventory quantity estimation performance for Amasra Administration belongs to "Regression" model and for Armutçuk Administration belongs to "Artificial Neural Network (ANN)" model. According to the results of the impact-response functions, it was determined that Amasra was in a more advantageous position due to the earlier response of the Stock Amount to the shocks on the increase in Sales Quantity and Production Amount. Finally, the model results for the selected regions / administrations for the sectors were evaluated together and recommendations were made for more efficient use of the methods.

Science Code : 110601

Key Words : Stock Estimation, Model Selection, Model Comparison, Estimation Methods, Classification Type Models, Multiple Regression Models, Artificial Neural Networks, Decision Trees

Page Number : 217

Supervisor : Prof. Dr. Şenol ALTAN

TEŞEKKÜR

Günümüzde bilgiye erişim kaynakları giderek artmaktadır. Artan veri hacminin anlamlı bir sonuca ulaşabilmesi için veri madenciliği yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır. Veri madenciliğinde öncelikle, amacın ne olduğu saptanmalıdır. Verilerin farklı kaynaklarda bulunması durumunda toplama işlemiyle verilerin birleştirilmesi gerçekleştirilir. Bu çalışmanın da en çok emek harcanan bölümü verilerin toplanması, eksik verilerin tamamlanması ve farklı veri kaynaklarındaki mevcut verilerin birleştirilmesi kısmı olmuştur. Ülkemizde açık verinin kısıtlı olarak bulunması ve çeşitli kurumlarda arşiv yetersizliği nedenleri çalışma sırasında yaşanan sorunlardır. Özellikle stok miktarı konusunda çalışma konusunun yetersiz olması mevcut veri eksikliğinden kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle çalışmanın konusu olan Taş Kömürü'ne yönelik Türkiye Taş Kömürü Kurumu (TTK) 'ndan verilerin derlenmesi konusunda yardımcı olan TTK Strateji Geliştirme ve İstatistik Şube Müdürlüğü çalışanlarına ve Çimento ürününe yönelik arşivlerini açık veri olarak paylaştıkları için Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği yöneticilerine teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında yol gösterici desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Şenol ALTAN'a teşekkür etmeyi bir görev saymaktayım. Ayrıca bilgi ve birikimlerini paylaşan, moral ve motivasyonumun artmasını sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Hasan Işın DENER'e, çalışmalarımda bilgi eksiklerimi tamamlamamda destek veren değerli hocalarım Prof. Dr. Funda YURDAKUL ve Prof. Dr. Şenay AÇIKGÖZ'e, farklı bakış açısı ile çalışmalarıma yön veren Prof. Dr. Aydın ÜNSAL'a, çalışmalarım sırasında bilgisini paylaşan TÜİK Uzmanı Özlem YİĞİT'e, yoğun çalışmalarım sırasında sevgi ve sabırla yanımda olan eşime, her zaman yanımda olup bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan değerli anneme, babama ve kız kardeşlerime; varlığıyla moral veren sevgili kızım Bilge'ye ve çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen herkese teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ xi

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xv

RESİMLERİN LİSTESİ xix

SİMGELER VE KISALTMALAR xx

1. GİRİŞ 1

2. STOK TANIMI VE STOKLA İLGİLİ GENEL KAVRAMLAR 5

2.1. Stok Sınıflamaları 6

2.2. Stok Değerleme Yöntemleri 8

2.3. Stok Bulundurma Nedenleri 9

2.4. İmalat ve Madencilik Sektöründe Olası Stok Hataları Sebepleri 12

2.4.1. Kayıt Dışılık 12

2.4.2. Satıştan İadeler 12

2.4.3. Satış İskontoları 13

2.4.4. Dönem Sonu Stok Hataları Envanter Sayımı 13

2.4.5. Stok Değer Düşüklüğü Karşılığı 13

2.5. Stok Kavramı Literatür Taraması 14

3. ÇİMENTO VE TAŞ KÖMÜRÜ SEKTÖRÜ 17

3.1 Çimento Sektörü 17

3.1.1 Çimento'nun Yapısı ve Üretimi 17

Sayfa

3.1.2. Çimento Sektörü Literatür Taraması 19
3.1.3. Dünya'da ve Türkiye'de İnşaat Sektörü 22
3.1.4. Dünya'da Çimento Sektörü 27
3.1.5. Türkiye'de Çimento Sektörü 31
3.1.5.1. Coğrafi bölgelere göre Türkiye'deki çimento sektörü 34
3.2. Taş Kömürü Sektörü 41
3.2.1. Kömürün Tanımı ve Sınıflandırılması 41
3.2.2. Taş Kömürü Sektörü Literatür Taraması 44
3.2.3.Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Kömürün Yeri 46
3.2.4.Dünya'da Kömür Sektörü 51
3.2.4.1. Dünya'da kömür rezervi 51
3.2.4.2. Dünya'da kömür üretimi ve tüketimi 53
3.2.4.3. Dünya'da kömür ticareti 56
3.2.5. Türkiye'nin Dünya Kömür Sektöründeki Yeri 59
3.2.5.1. Türkiye'nin dünya kömür tüketimindeki yeri 60
3.2.5.2. Türkiye'nin dünya kömür ticaretindeki yeri ve sektörel kullanımı 61
3.2.6.Türkiye'de Taş kömürü ve Türkiye Kömür İşletmeleri 63
4. YÖNTEM 69
4.1. Veri Madenciliği Ve Tahmin Edici Modeller 69
4.1.1. Veri Madenciliğinin Tanımı 69
4.1.2. Veri Madenciliği Süreci 70
4.1.3. Veri Madenciliği Uygulamaları 72
4.1.4. Tanımlayıcı ve Tahmin Edici Modeller 74
4.1.4.1. Yapay sinir ağları 76

Sayfa

4.1.4.2. Karar ağaçları 81
4.1.4.3. Regresyon analizi 86
4.1.4.4. Zaman serileri analizi 88
4.1.4.4.1. Durağanlık 89
4.1.4.4.2. Hendry yaklaşımı 92
4.1.4.4.3. Vektör otoregresif (VAR) modeller 94
4.1.4.4.4. Etki-tepki fonksiyonları analizi 98
4.1.4.4.5. Varyans ayrıştırması 101
5. BULGULAR 103
5.1. Çimento Stok Miktarı Modelinin Türkiye'deki Bölgeler Bazında İncelenmesi 104
5.1.1. Akdeniz Bölgesi 106
5.1.1.1. Durağanlık testleri 110
5.1.1.2. Akdeniz bölgesi regresyon modeli 111
5.1.1.3. Akdeniz bölgesi yapay sinir ağı modeli 122
5.1.1.4. Akdeniz bölgesi CHAID karar ağacı modeli 124
5.1.1.5. Akdeniz bölgesi C&R karar ağacı modeli 126
5.1.1.6. Akdeniz bölgesi modellerinin karşılaştırması 128
5.1.2. Marmara Bölgesi 129
5.1.2.1. Durağanlık testleri 130
5.1.2.2. Marmara bölgesi regresyon modeli 131
5.1.2.3. Marmara Bölgesi yapay sinir ağı modeli 140
5.1.2.4. Marmara bölgesi CHAID karar ağacı modeli 143
5.1.2.5. Marmara bölgesi C&R karar ağacı modeli 146
5.1.3. Akdeniz Bölgesi ile Marmara Bölgesinin Karşılaştırması 149

Sayfa

5.2. Taş Kömürü Stok Miktarı Modelinin Müesseseler Bazında İncelenmesi 152
5.2.1. Amasra Müessesesi 154
5.2.1.1. Durağanlık testleri 156
5.2.1.2. Amasra müessesesi regresyon modeli 157
5.2.1.2.1. Amasra Müessesesi VAR modeli tahmin sonuçları 161
5.2.1.3. Amasra Müessesesi yapay sinir ağı modeli 166
5.2.1.4. Amasra Müessesesi CHAID karar ağacı modeli 168
5.2.1.5. Amasra Müessesesi C&R karar ağacı modeli 171
5.2.1.6. Amasra Müessesesi modellerinin karşılaştırması 173
5.2.2. Armutçuk Müessesesi 174
5.2.2.1. Durağanlık testleri 175
5.2.2.2. Armutçuk Müessesesi regresyon modeli 176
5.2.2.2.1. Armutçuk Müessesesi VAR modeli tahmin sonuçları 181
5.2.2.3. Armutçuk Müessesesi yapay sinir ağı modeli 184
5.2.2.4. Armutçuk Müessesesi CHAID karar ağacı modeli 186
5.2.2.5. Armutçuk Müessesesi C&R karar ağacı modeli 188
5.2.2.6. Armutçuk Müessesesi modellerin karşılaştırması 190
5.2.3. Amasra Müessesesi ile Armutçuk Müessesesi Karşılaştırması 191
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 195
KAYNAKLAR 207
ÖZGEÇMİŞ 217

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Girişimlerde stok tutarını belirleyen faktörler 11

Çizelge 3.1. Dünya ve Türkiye ekonomisine ve inşaat sektörüne ilişkin 2014 ve 2015 yılı için bazı temel ekonomik göstergeler 22

Çizelge 3.2. En çok çimento üreten ülkeler, mt (G20 ülkeleri) 30

Çizelge 3.3. Çimento sektörüne ait dış ticaret verileri (2015) 31

Çizelge 3.4. Türkiye'deki çimento fabrikalarının bölgeler bazında 2015 yılı istihdam durumu 36

Çizelge 3.5.Dünya görünür kömür rezervinin ülkelere göre dağılımı ve tükenme ömürleri (2014 sonu) 52

Çizelge 3.6. Yıllara göre kömür ticaret verileri ve sektörlere ilişkin dağılımı (mt) (1975-2015) 57

Çizelge 3.7. Seçili ülkeler kömür ihracatı ve ithalatı (mt) (2014-2015) 58

Çizelge 3.8. Sektörler itibariyle taş kömürü tüketimi (X 1.000 ton) (TTK, 2016: 31) 63

Çizelge 5.1. Çimento sektörü modelinde kullanılan değişkenler 104

Çizelge 5.2. Akdeniz Bölgesi modelindeki değişkenlerin ADF birim kök test sonuçları 110

Çizelge 5.3. Akdeniz bölgesi genel modelin gecikmeli modeline ilişkin Akaike (AIC) ve Schwarz (SC) değerleri 112

Çizelge 5.4. Akdeniz bölgesi genel model sonucu 113

Çizelge 5.5. Akdeniz bölgesi özel model sonucu 114

Çizelge 5.6. Akdeniz Bölgesi gecikme sayısının belirlenmesi 116

Çizelge 5.7. Akdeniz Bölgesi Stok Miktarı, İç Satış Miktarı, Dış Satış Miktarı, Üretim Miktarı ve İnşaat Ciro Endeksi Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları 117

Çizelge 5.8. Akdeniz bölgesi stok miktarı değişkenine ait varyans ayrıştırması sonucu 121

Çizelge 5.9. Akdeniz Bölgesi YSA modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler 122

Çizelge 5.10. Akdeniz bölgesi YSA modeli performans sonuçları 123

Çizelge 5.11. Akdeniz Bölgesi CHAID modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler 124

Çizelge 5.12. Akdeniz bölgesi CHAID karar ağacı modeli performans sonuçları 126

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.13. Akdeniz Bölgesi C&R modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler.....126

Çizelge 5.14. Akdeniz bölgesi C&R karar ağacı modeli performans sonuçları 128

Çizelge 5.15. Akdeniz Bölgesi model performans göstergeleri karşılaştırması 128

Çizelge 5.16. Marmara Bölgesi ADF birim kök test sonuçları.....131

Çizelge 5.17. Marmara Bölgesi için belirlenen kukla değişkenler 131

Çizelge 5.18. Marmara Bölgesi genel modelin gecikmeli modellerine ilişkin Akaike (AIC) ve Schwarz(SC) değerleri.....132

Çizelge 5.19. Marmara Bölgesi genel model sonucu 132

Çizelge 5.20. Marmara bölgesi özel model sonucu 133

Çizelge 5.21. Marmara Bölgesi gecikme uzunluğunun belirlenmesi 135

Çizelge 5.22. Marmara Bölgesi Stok Miktarı, İç Satış Miktarı, Dış Satış Miktarı, Üretim Miktarı, İnşaat Ciro Endeksi ve Yapı Ruhsatı Endeksi Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları.....136

Çizelge 5.23. Marmara Bölgesi çimento stok miktarı VAR modeli varyans ayrıştırması.....140

Çizelge 5.24. Marmara Bölgesi YSA modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler 141

Çizelge 5.25. Marmara Bölgesi YSA modeli performans sonuçları.....142

Çizelge 5.26. Marmara Bölgesi CHAID modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler 143

Çizelge 5.27. Marmara Bölgesi CHAID karar ağacı modeli performans sonuçları 144

Çizelge 5.28. Marmara Bölgesi C&R modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler.....146

Çizelge 5.29. Marmara Bölgesi C&R karar ağacı modeli performans sonuçları.....148

Çizelge 5.30. Marmara Bölgesi model performans göstergeleri karşılaştırması 149

Çizelge 5.31. Akdeniz Bölgesi ile Marmara Bölgesinin karşılaştırması 150

Çizelge 5.32. Taş kömürü modelindeki değişkenler.....153

Çizelge 5.33. Amasra Müessesesi modelindeki değişkenlerin ADF birim kök test sonuçları 156

Çizelge 5.34. Amasra Müessesesi genel modelin gecikmeli modeline ilişkin Akaike (AIC) ve Schwarz (SC) değerleri.....157

Çizelge 5.35. Amasra Müessesesi genel model sonucu.....157

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.36. Amasra Müessesesi özel model sonucu 158

Çizelge 5.37. Gecikme Sayısının Belirlenmesi 161

Çizelge 5.38. Amasra Müessesesi Stok Miktarı, Tuvenan Üretim Miktarı, Üretim Miktarı, Satış Miktarı ve İç Tüketim Miktarı Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları 162

Çizelge 5.39. Amasra Müessesesi stok miktarı değişkenine ait varyans ayrıştırması sonucu 165

Çizelge 5.40. Amasra Müessesesi YSA modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler 167

Çizelge 5.41. Amasra Müessesesi YSA modeli performans sonuçları 168

Çizelge 5.42. Amasra Müessesesi CHAID Modeli Öğrenme ve Test Aşamasına Ait İstatistikler 169

Çizelge 5.43. Amasra Müessesesi CHAID karar ağacı yapısı 169

Çizelge 5.44. Amasra Müessesesi CHAID karar ağacı modeli performans sonuçları 171

Çizelge 5.45.Amasra Müessesesi C&R Modeli Öğrenme ve Test Aşamasına Aitİstatistikler 171

Çizelge 5.46. Amasra Müessesesi C&R karar ağacı modeli performans sonuçları 172

Çizelge 5.47. Amasra Müessesesi model performans göstergeleri karşılaştırması 173

Çizelge 5.48. Armutçuk Müessesesi modeldeki değişkenlerin ADF Birim Kök Sonuçları 176

Çizelge 5.49. Armutçuk Müessesesi Genel Modelin Gecikmeli Modeline ilişkin Akaike (AIC) ve Schwarz (SC) değerleri 176

Çizelge 5.50. Armutçuk Müessesesi genel model sonucu 177

Çizelge 5.51. Armutçuk Müessesesi özel model sonucu 177

Çizelge 5.52. Armutçuk Müessesesi gecikme sayısının belirlenmesi 179

Çizelge 5.53. Armutçuk Müessesesi Stok Miktarı, Tuvenan Üretim Miktarı, Üretim Miktarı, Satış Miktarı ve İç Tüketim Miktarı Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları 180

Çizelge 5.54. Armutçuk Müessesesi stok miktarı değişkenine ait varyans ayrıştırması sonucu 183

Çizelge 5.55. Armutçuk Müessesesinde YSA modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler 184

Çizelge 5.56. Armutçuk Müessesesi YSA modeli performans sonuçları 185

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.57. Armutçuk Müessesesi CHAID modeli öğrenme ve test aşamasına ait.....186

Çizelge 5.58. Armutçuk Müessesesi CHAID karar ağacı yapısı 187

Çizelge 5.59. Armutçuk Müessesesi CHAID karar ağacı modeli performans sonuçları.....188

Çizelge 5.60. Armutçuk Müessesesi C&R modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler.....189

Çizelge 5.61. Armutçuk Müessesesi C&R karar ağacı yapısı 189

Çizelge 5.62. Armutçuk Müessesesi C&R karar ağacı modeli performans sonuçları 190

Çizelge 5.63. Armutçuk Müessesesi model performans göstergeleri karşılaştırması.....191

Çizelge 5.64. Amasra Müessesesi ile Armutçuk Müessesesi karşılaştırması 192

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Birleşmiş Milletler Milli Muhasebe Sisteminde yer alan stok gruplanması 6

Şekil 3.1. Dünya İnşaat Harcamaları (2010-2015) ve 2015 yılı Bölgesel Dağılımı 23

Şekil 3.2. Dünya İnşaat Sektörü bölgesel dağılımı 23

Şekil 3.3. Türkiye'nin GSYH ve İnşaat Sektörü Yıllık Büyüme Hızları (%) 24

Şekil 3.4. Faktör maliyetiyle % katma değer 26

Şekil 3.5. İnşaat Sektörü Ciro Değerleri (TL) 26

Şekil 3.6. İnşaat sektörü girişim sayısı 27

Şekil 3.7. İnşaat Sektörü Mal ve Hizmet Stoğundaki Değişimler (Bin TL) 27

Şekil 3.8. Bölgelere göre dünya çimento üretimi (2001-2015) (2001=100) 28

Şekil 3.9. Bölgelere ve ülkelere göre dünya çimento üretimi 2015 , % 29

Şekil 3.10. Türkiye çimento üretim miktarı (mt) 33

Şekil 3.11. 2005-2015 yılları için ülkelere göre çimento ihracatı miktarı dağılımı (ton) 34

Şekil 3.12. Türkiye'nin ülkelere göre çimento ihracatı dağılımı (ton) 34

Şekil 3.13. Türk çimento sektörünün coğrafi bölgelere göre istihdam durumu (2000-2015) 35

Şekil 3.14. Coğrafi bölgelere göre çimento kapasite miktarı oranları dağılımı (%) (2015) 37

Şekil 3.15. Coğrafi bölgelere göre çimento kapasitesinin bölgesel dağılımı (ton) (2010-2015) 38

Şekil 3.16. Coğrafi bölgelere göre çimento kapasitesinin kullanım oranı bölgesel dağılımı (%) (2010-2015) 39

Şekil 3.17. Yıllara göre çimento iç ve dış satış miktarı (ton) 39

Şekil 3.18. Coğrafi bölgelere ve yıllara göre çimento iç satış miktarı 40

Şekil 3.19. Coğrafi bölgelere ve yıllara göre çimento dış satış miktarı (ton) 40

Şekil 3.20. Taş kömürünün sınıflaması 42

Şekil 3.21. Dünya birincil enerji arzı 47

Şekil 3.22. Dünya birincil enerji arzının kaynaklara göre dağılımı, 2013 47

Şekil 3.23. 2000-2013 yılları arasında kaynaklara göre birincil enerji arz 48

Şekil **Sayfa**

Şekil 3.24. Enerji kaynaklarının kullanımı karşılaştırması (2005/10/15 yılları).....48

Şekil 3.25. Türkiye'nin birincil enerji kaynakların tüketim dağılımı (mtep) (2014-2015) 49

Şekil 3.26. Türkiye'nin birincil enerji arzında kömürü tercih etme payı (%) (1973-2015) 50

Şekil 3.27. Dünya birincil enerji talebi tahminleri (2013- 2040).....50

Şekil 3.28. Dünya kömür üretimi (mt) (1981- 2015).....53

Şekil 3.29. Ülkelerin toplam kömür üretimi (2014 ve 2015 yılı) 54

Şekil 3.30. Dünya kömür tüketimi (mt) (1973- 2015).....55

Şekil 3.31. Ülkelerin toplam kömür tüketimi(mt) (2014 ve 2015 yılı).....55

Şekil 3.32. Dünya kömür ihracatı ve ithalatı (mt) (1992-2015).....57

Şekil 3.33. Türkiye'nin 1981-2015 yılı kömür üretim serisi.....59

Şekil 3.34. Türkiye'nin toplam kömür üretimindeki payı (%) (BP, 2016).....60

Şekil 3.35. Türkiye'nin kömür tüketimi (1973-2015) (mt) (IEA, 2016).....60

Şekil 3.36. Türkiye'nin toplam kömür tüketimindeki payı (%) (IEA, 2016) 61

Şekil 3.37. Türkiye kömür ithalatı (mt) (1975-2015) (IEA, 2016).....62

Şekil 3.38. Sektörlere göre Türkiye'nin kömür kullanımı (% dağılım) (1975-2014) 62

Şekil 3.39. Amasra, Armutçuk, Karadon, Kozlu, Üzülmez müesseselerine ait tuvenan fiili, Satılabilir fiili (ton) (2015) 65

Şekil 3.40. 2010- 2015 yılı TTK müesseselerine ait tuvenan fiili miktarı (bin ton).....66

Şekil 3.41. 2010 - 2015 yılı TTK müesseselerine ait satılabilir fiili taş kömürü miktarı (bin ton).....66

Şekil 3.42. 2010 - 2015 yılı TTK müesseselerine ait yılsonu stok miktarı (bin ton).....67

Şekil 4.1. Bilginin Değeri / Verinin Önemi 71

Şekil 4.2. Veri Madenciliği Modelleri 74

Şekil 4.3. Yapay sinir hücresinin yapısı.....77

Şekil 4.4. İki katmanlı ileri-besleme sinir ağ yapısı.....79

Şekil 4.5. Hopfield sinir ağı 80

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.6. Basit karar ağacı yapısı 82

Şekil 5.1. Akdeniz Bölgesi (AKD) Çimento "Dış Satış Miktarı (DIŞ_SATIŞ)", "İç Satış Miktarı (İÇ_SATIŞ)" , "Stok Miktarı (STOK)" , "Üretim Miktarı (UM)" 2005/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği 107

Şekil 5.2. "Sanayi Ciro Endeksi (SANAYI_CIRO)", "Üretici Fiyat Endeksi (UFE_ÇIMENTO)", "Sanayi Üretim Endeksi (SANAYI_URETIM)", "İnşaat Maaş Endeksi (İNSAAT_MAAŞ)" , "İnşaat Çalışılan Saat Endeksi (İNSAAT_SAAT)" , "İnşaat Ciro Endeksi (İNSAAT_CİRO)" ve "İnşaat İstihdam Endeksi (İNSAAT_İSTİHDAM)" 2005/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği 108

Şekil 5.3. "Yapı Kullanma İzin Sayısı Endeksi (YAPI_KULLANIM)" , "Yapı Ruhsatı Sayısı Endeksi (YAPI RUHSATI)", Sanayi Maaş Endeksi (SANAYİ_MAAŞ)", "Sanayi Çalışılan Saat Endeksi (SANAYİ_SAAT)", "Sanayi İstihdam Endeksi (SANAYİ_İSTİHDAM)" ve "Bina İnşaat Maliyet Endeksi (BİME)" 2005/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği 109

Şekil 5.4. Akdeniz bölgesi özel modeline ait tahmin edilen değerler, gerçek değerler ve 115

Şekil 5.5. Akdeniz bölgesi için Etki-Tepki fonksiyonları 119

Şekil 5.6. Yapay sinir ağ modeli yapısı 123

Şekil 5.7. Akdeniz Bölgesi YSA Modeli Uyum Göstergesi 124

Şekil 5.8. Akdeniz Bölgesi CHAID Karar Ağacı Yapısı 125

Şekil 5.9. Akdeniz Bölgesi C&R Karar Ağacı Yapısı 127

Şekil 5.10. Marmara Bölgesi (MAR) Çimento "Stok Miktarı (STOK)", "Üretim Miktarı (UM)", "İç Satış Miktarı (IC_SAT)" ve "Dış Satış Miktarı (DIS_SAT)"' 2005/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği 129

Şekil 5.11. Marmara Bölgesi (MAR) "İç Satış Miktarı (IC_SAT)" ve "Dış Satış Miktarı (DIS_SAT)"' 2005/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği 130

Şekil 5.12. Marmara Bölgesi özel modele ait tahmin edilen değerler, gerçek değerler ve artıklar 135

Şekil 5.13. Marmara Bölgesi için Etki-Tepki fonksiyonları 138

Şekil 5.14. Marmara Bölgesi için Etki-Tepki fonksiyonları (İnşaat Ciro Endeksi-Stok Miktarı Tepkisi) 139

Şekil 5.15. Marmara Bölgesi YSA modeli yapısı 141

Şekil 5.16. Marmara Bölgesi YSA modeli uyum göstergesi 142

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.17. Marmara Bölgesi CHAID Karar ağacı yapısı 145

Şekil 5.18. Marmara Bölgesi C&R Karar ağacı yapısı 147

Şekil 5.19.Amasra Müessesesi (AMS) Taş kömürü "Tuvenan Üretim Miktarı (TUVENAN_ÜRETİM)", "Fiili Üretim Miktarı (AMS_ÜRETİM)" 2010/01-2015/12 Zaman Serisi Grafiği 154

Şekil 5.20. Amasra Müessesesi (AMS) Taş kömürü "Fiili Satış Miktarı (AMS_SATIŞ)" ,"İç Tüketim Miktarı (AMS_İÇ_TÜKETİM)", "Stok (AMS_STOK)," "İstihdam (AMS_İSTİHDAM)" ve "Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Taş kömürüne Ait Payı" 2010/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği 154

Şekil 5.21. Amasra Müessesesi özel modele ait tahmin edilen ve gerçek değerler 160

Şekil 5.22 Amasra Müessesesi için Etki-Tepki fonksiyonları 164

Şekil 5.23. Amasra Müessesesi için Etki-Tepki fonksiyonları (Üretim Miktarı, Satış Miktarı, Stok Miktarı) 164

Şekil 5.24.Amasra Müessesesi YSA modeli yapısı 167

Şekil 5.25. Amasra Müessesesi YSA modeli uyum göstergesi 168

Şekil 5.26. Amasra MüessesesiC&R karar ağacı yapısı 172

Şekil 5.27. Armutçuk Müessesesi (ARM) Taş kömürü "Tuvenan Üretim Miktarı (ARM_TUVENAN_URETİM)", "Fiili Üretim Miktarı (ARM_FİİLİ-ÜRETİM)" , "Fiili Satış Miktarı (ARM_FİİLİ_SATIŞ)" , Armutçuk Müessesesi (ARM) Taş kömürü "Stok Miktarı (ARM_STOK)", "İstihdam (ARM_CAL_SAY)" 2010/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği 174

Şekil 5.28. Armutçuk Müessesesi özel modele ait tahmin edilen değerler, gerçek değerler ve artıklar 179

Şekil 5.29. Armutçuk Müessesesi için Etki-Tepki fonksiyonları 181

Şekil 5.30. Yapay sinir ağ modeli yapısı 185

Şekil 5.31. Armutçuk Müessesesi YSA modeli uyum göstergesi 186

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 3.1. Çimento üretimindeki süreç basamaklarının birbiri ile bağlantısı 18

Resim 3.2. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) Üyesi Fabrikalar ve Öğütme Tesisleri Haritası 32

Resim 3.3. Taş kömürünün karbon/enerji ve nem bakımından sınıflaması 43

Resim 3.4. 1965-2014 Yılları TTK ve Özel Sektör Üretimleri 64

Resim 4.1. Bilgi Keşfi Süreci 70

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltma	Açıklama
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACI	Amerika Çimento Beton Enstitüsü
ADF	Genişletilmiş Dickey-Fuller
AIC	Akaike Bilgi Kriteri
ART	Adaptif Rezonans Teori
BDT	Bağımsız Devletler Topluluğu
BIME	Bina İnşaat Maliyet Endeksi
BP	İngiliz Petrolleri
BSTB	Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
CART	Sınıflama ve Regresyon Ağaçları
CEMBUREAU	Avrupa Çimento Birliği
CHAID	Ki-Kare Otomatik Etkileşim Dedektörü
C&R	Sınıflama ve Regresyon Ağaçları
CIS	Sırbistan Çimento Sanayi Birliği
CRISP-DM	Veri Madenciliği için Sektörlerarası Standart Süreç
CRM	Müşteri İlişkileri Yönetimi
CT	Sınıflama Ağaçları
DF	Dickey Fuller
DIE	Devlet İstatistik Enstitüsü
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
EKK	En Küçük Kareler
FIFO	İlk Giren İlk Çıkar Maliyet Yöntemi
FPE	Son Tahmin Hatası Bilgi Kriteri
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HQ	Hannan Quin Bilgi Kriteri
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
ISIC	Uluslararası Standart SanayiSınıflaması
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
LR	Olabilirlik Oran İstatistiği
LSD	En Küçük Kareli Sapma
LVQ	Doğrusal Vektör Parçalama
MAE	Ortalama Mutlak Sapma
MAPE	Ortalama Mutlak Yüzde Hata

Kısaltma	Açıklama
MIGS	Ana Sanayi Grupları
MLP	Çok Katmanlı Algılayıcı
MSE	Ortalama Hata Kare
MT	Milyon Ton
MTEP	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
NACE	Avrupa Topluluğu'nda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması
PCA	Temel Bileşenler Analizi
QUEST	Hızlı, Tarafsız, Verimli İstatistiksel Ağaç
RT	Regresyon Ağaçları
SCM	Tedarik Zinciri Yönetimi
SOM	Özdüzenleyici Haritalar
TÇMB	Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği
TİM	Türkiye İhracatçılar Meclisi
TL	Türk Lirası
TMS	Türkiye Muhasebe Standartları
TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TOKİ	Toplu Konut İdaresi
TTK	Türkiye Taş Kömürü Kurumu
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UFE	Üretici Fiyat Endeksi
OECD	Uluslararası Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OLAP	Çevrimiçi Analitik İşleme
USD	ABD Doları
VAR	Vektör Otoregresif
VUK	Vergi Usul Kanunu
WCA	Dünya Kömür Birliği
YSA	Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

Girişimlerin rekabet ortamında faaliyetlerine devam edebilmeleri için birçok faktör kısıtlaması ile mücadele etmeleri gerekmektedir. Bu faktörler, girişimlerin kontrolü altındaki fiyat, kalite veya zaman gibi ürünün niteliğinden kaynaklanan faktörler olabileceği gibi piyasa ve müşteri talebindeki belirsizlikler gibi girişimin kontrolü dışında gerçekleşen dışsal faktörler de olabilir. Girişimlerin yönetimleri için ihtiyaç duydukları bazı temel fonksiyonlar bulunmaktadır. Bunlar arasında üretim planlaması, kalite ve stok kontrolü bulunmaktadır (Sulak, 2008:14). Burada konu olan stok, tedarik veya üretim yoluyla elde edilen, kullanılmadan belirli bir süre bekletilen mal miktarıdır ve bir girişimin sahip olduğu mevcut mallar olarak tanımlanabilir. Stok, literatürde "envanter" sözcüğü ile aynı anlamda kullanılmakta olup; İngilizcedeki "inventory" kelimesinin karşılığı olarak Türkçeye çevrilmiştir. Kullanım yerleri açısından değerlendirildiğinde "stok kavramı", daha çok üretim aşamasındaki fiziksel ve parasal unsurlar için kullanılırken, "envanter" kavramı muhasebede yıl sonlarında fiziksel sayımı yapılan mal stoğunu ifade için kullanılmaktadır. Diğer taraftan, stok kavramı sadece fiziksel varlıkları değil, bir üretim sisteminde üretilen mal ve hizmete dolaylı veya dolaysız olarak katılan bütün fiziksel varlıkların parasal tutarı olarak da tanımlanabilmektedir.

Stok yönetimi, girişim yönetiminin bir dalı olarak tanımlanmış olup, tüm şirketler (büyük şirketler, orta ölçekli şirketler ve küçük şirketler) için kritik bir yönetim konusudur. Stok yönetimi "Tedarik Zinciri Yönetimi'nin (Supply Chain Management, SCM)" önemli bir parçasıdır. Tedarik Zinciri Yönetimi müşteriye, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyatta tüm tedarik zinciri için mümkün olan en düşük maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışının bütünleşmiş yönetimidir ve son yıllarda şirketlerin rekabet gücünü artırmak için başvurdukları önemli bir alandır. Lojistik alanı da tamamen stok yönetimi ile içiçedir ve Tedarik Zinciri Yönetiminin bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Goldsby ve Martichenko, 2005: 9).

Girişimlerin başarılı olabilmesi için Tedarik Zinciri Yönetimlerinde stok yönetimine ayrıca önem vermeleri gerekmektedir. Şirketlerin temel olarak stok yönetiminde karşılaştıkları zorluk, stok arzının taleple dengelenmesidir. Şirketler müşterilerinin

taleplerini karşılamak için yeterli stoklara sahip olmak istemektedirler. Ancak diğer taraftan stok tutma maliyeti de göz önüne alınarak çok fazla stok tutmak istememektedirler ve nihai hedef, stokların yeterli olması fakat çok fazla olmamasıdır.

Stok yönetimine vurgu yapmak amacıyla bu çalışmada Türkiye'de İmalat ve Madencilik Sektöründe önemli paya sahip Çimento ve Taş kömürü Sektörleri incelenmiş ve önemli bir maliyet unsuru olan stok miktarının tahmin modelleri üzerine denemeler gerçekleştirilmiştir. Bu sektörlerin seçilmesindeki ana neden ilgili sektörlerin ülke ekonomisinde hem ihracat bakımından hem de diğer sektörlerde kullanımı bakımından önemli etkiye sahip olmalarıdır. Diğer bir neden de ilgili sektörlerdeki üretim, satış ve stok bilgilerindeki değişimlerin diğer sektörlerde kullanılmasından dolayı domino etkisi yaratarak ülkemizin ekonomik büyümesini etkilemesidir.

Günümüzde teknolojiye bağlı gelişmelerle verinin önemi giderek artmakta olup, "veri madenciliği yöntemleri" daha çok dikkat çekmektedir. Özel ve kamusal alanlarda yapılan araştırmalarda genellikle büyük veri kümelerini sınıflandırarak önemli veri sınıflarını tespit eden veya gelecek veri eğilimlerini tahmin etmede bu yöntemler tercih edilmektedir. Veri madenciliği yöntemlerinden olan sınıflama tipi modeller ile ve çoklu regresyon modelleri bilimsel araştırmalarda da kullanılmaktadır. Özellikle herhangi bir istatistiksel varsayım içermeyen Yapay Sinir Ağları ile Karar Ağaçları en çok tercih edilen modellerdir. Bu çalışmada da yöntem olarak Çimento ve Taş Kömürü sektörlerinde stok miktarlarının tahmini için öncelikle regresyon modeli elde edilecek daha sonra sınıflama tipi modellerden Yapay Sinir Ağları ve Karar Ağaçları yöntemleri ile model performansları değerlendirilecektir.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Genel açıklamanın yapıldığı bu bölümün ardından çalışmanın ikinci bölümünde stok kavramı ile genel bilgiler verilmekte ve girişimlerin stok bulundurma nedenleri, stok değerlendirme yöntemleri ile olası stok hatalarının sebeplerinden ve daha önce konuyla ilgili yapılan çalışmalardan bahsedilmektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünde; stok miktarının tahmini için belirlenen çimento ve taş kömürü sektörlerinin incelenmesi amacıyla; Türkiye'de ve Dünya'da inşaat sektörü, enerji kaynakları ve kullanım alanları, çimento ve taş kömürü ürünlerine ait üretim ve satış düzeyleri hakkında genel bilgiler verilmektedir. Çalışmanın dördüncü bölümünde

kullanılan yöntem olarak öncelikle veri madenciliği'nin tanımı, süreci, uygulama alanları ele alınarak, veri madenciliğinde tahmin edici modellerden sınıflama modellerinin kullanımına ilişkin detaylı bilgiler verilmiştir. Ayrıca bu bölümde stok miktarı ve stok miktarını etkilediği önsel olarak belirlenen değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için kullanılacak Hendry'nin Genelden-Özele Modelleme yöntemi açıklanmıştır. Daha sonra özel modelde yer alan değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek için kullanılacak olan VAR analizi, etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırma yöntemi incelenmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümü olan bulgular bölümünde Çimento ve Taş Kömürü sektörlerine ait mevcut verilerle stok miktarının tahminine ilişkin karar ağaçları, yapay sinir ağları, sınıflama ve regresyon modelleri ile çoklu regresyon modellerinin karşılaştırmalı analizleri gerçekleştirilmiştir. Her bir sektöre ait iki farklı coğrafi bölge/müessese seçilerek stok miktarının tahmini için en iyi tahmin modellerine karar verilmiştir. Bu çalışmanın Türkiye'nin büyümesinde katkısı olan diğer üretim, hizmet, inşaat ve perakende ticaret gibi sektörlere de uygulanması ve tahmin modellerinin girişimlerin üretim ve stok yönetiminde yol gösterici olması beklenmektedir. Altıncı bölüm olan sonuç ve tartışma bölümünde ise coğrafi bölgeler ve müesseseler bazında elde edilen sonuçlar ortaya konmuş ve modellerin karşılaştırılması değerlendirilmiştir.

2. STOK TANIMI VE STOKLA İLGİLİ GENEL KAVRAMLAR

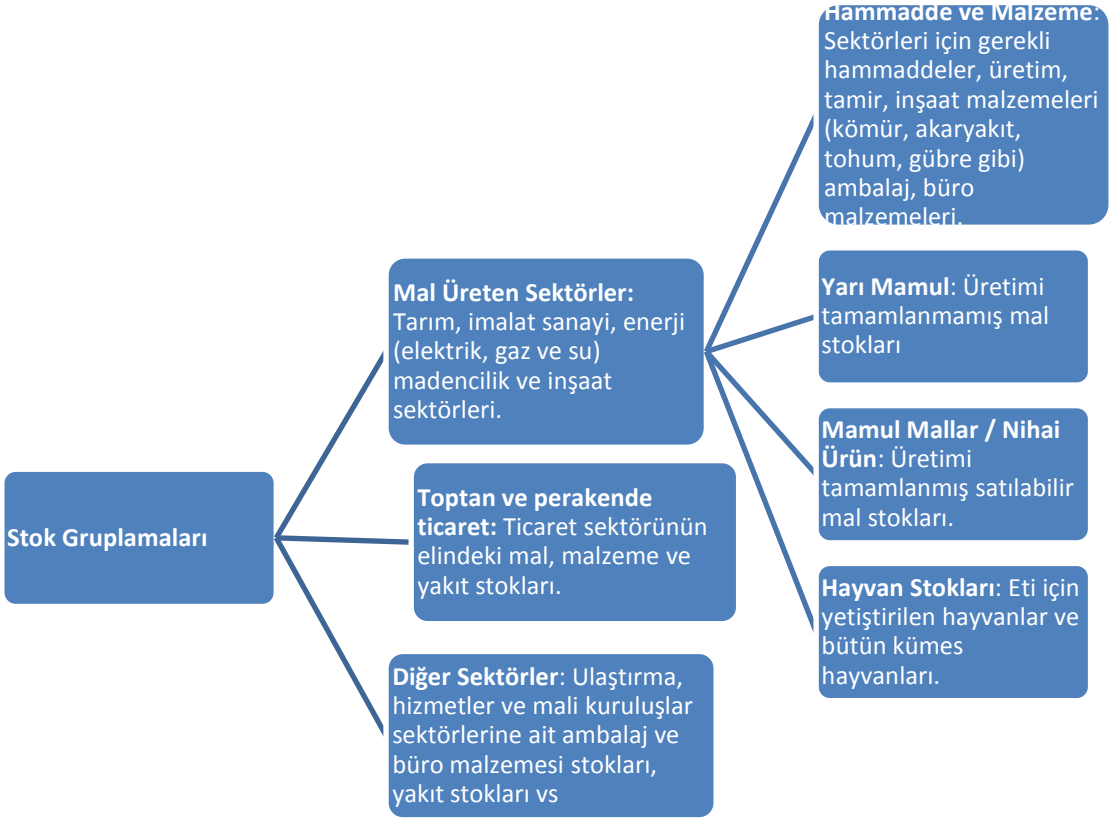
Stok, bir firmanın ortaya çıkabilecek ani ihtiyaçları karşılamak ve üretimin kesintiye uğramadan sürdürülmesini sağlamak amacıyla her an el altında bulundurduğu mamul mal, ham madde ve ara malları miktarı olarak tanımlanmaktadır. İlk stok kaydına, Mısır'daki Abu Sir'de 19.yy'da yapılan kazılarda bulunan papirüs 1'de rastlanmıştır. Bu papirüs, MÖ 2500'lerde malzemelerin ve kutsal parçaların kim tarafından tutulduğu, kime verildiği, parçalar hakkında bilgiler (sağlam, kırık, adet, malzemesi vs.) gibi bilgilerin kaydını göstermektedir (Tanyaş,2015).

Stok, üretim sürecindeki aksaklıklara karşı alınan bir önlemdir ve nihai ürün aşamasında talep belirsizlikleri karşısında ürünlerin depoda belli bir süre bekletilmesi ile oluşmaktadır. Diğer bir ifadeyle stok, henüz satılmamış ya da üretim için hazırda bekletilen ve istenilen zaman nakde çevrilebilen tüm değerlerdir (Kaya, 2004: 4). İşletmeler, faaliyetlerini aksatmadan kesintisiz olarak sürdürülebilmeleri için stok tutmayı tercih ederler ve girişimlerin stoklarında birkaç kalem malzeme olabileceği gibi binlerce kalem malzeme de bulunabilir.

Girişimlerde olduğu gibi ülkelerin de ekonomilerini makro düzeyde analiz edebilmeleri için; üretim, gelir ve harcamaları arasındaki ilişkileri tutarlı bir çerçeve içerisinde sunan Milli Muhasebe Sistemine ihtiyaçları vardır. Ülkemizde ilk kez Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) tarafından 1970'li yılların başlarında Birleşmiş Milletlerin belirlediği kurallara göre Milli Muhasebe Sisteminin kurulması ve geliştirilmesi çalışmaları başlamıştır. "Stok Değişmeleri" kavramı da Milli Muhasebe Sisteminin bir bölümünü oluşturmaktadır. 1963-1971 dönemini kapsayan Cari ve Sabit Fiyatlarla, "Kamu Kesimi" ve "Özel Kesim" için sektörel ayrıntıda yapılan çalışmaların sonuçları 1983 yılında kullanıma sunulmuştur (DİE,1983:3). Burada bahsi geçen "Stok değişmeleri" kavramı en geniş anlamda bir yılın yılbaşı, yılsonu stok düzeyleri arasındaki fark veya birbirini takip eden iki yılın yılbaşları veya yılsonları arasındaki fark olarak tanımlanır ve gelişmiş ekonomilerde oldukça önem taşımaktadır. İlke olarak Milli Muhasebe Sisteminin stok hesapları resmi kayıtlara göre üreticinin sahip olduğu fiziki varlıklara dayanır. Bu varlıkların ithal ya da ihraç malı oluşu hesaplamalarda bir farklılık yaratmamaktadır (DİE,1983:7).

2.1. Stok Sınıflamaları

Birleşmiş Milletler Milli Muhasebe Sisteminde yer alan tanıma göre; stoklar, en geniş anlamı ile üretime konu olan "hammadde ve malzeme", "mamul (nihai ürün)" ve "yarı mamul"lerden meydana gelmektedir. Üretime doğrudan katılmayan ve nihai mal içinde yer almayan bazı stok kalemleri ise bu üç stok çeşidinin içinde sayılmazlar. Mal üretmeyen sektörler için "ticari mal stokları" ve "diğer stoklar" (hazır parçalar ve yardımcı malzemeler) kavramları kullanılmaktadır. İktisadi faaliyet kollarına göre Şekil 2.1'deki gibi stoklar gruplandırılmaktadırlar.



Şekil 2.1. Birleşmiş Milletler Milli Muhasebe Sisteminde yer alan stok gruplanması (DİE,1983:1-2).

Muhasebe kodları açısından stok gruplamaları yedi sınıfa ayrılmıştır. Bunlar; belirli bir dönem içinde stoklardaki mal miktarı ve değerler "Hammadde ve Malzemeler (150 hesap); Yarı Mamuller (151 hesap); Mamul Mallar (Nihai Ürün) (152 hesap); Ticari Mallar (153 hesap); Diğer Stoklar (157 hesap); Stok değer düşüklüğü karşılığı (158 hesap), Verilen sipariş avansları (159 hesap) olmak üzere takip edilirler. Bu hesaplara ait detaylı bilgiler aşağıda verilmiştir.

Hammadde ve Malzemeler (150 hesap); nihai üretimi yapılacak malın üretiminde girdi olarak kullanılan ve üretime esas olan maddelerdir. İşletmenin üretimde kullanmak üzere satın aldığı hammadde, ambalaj malzemesi gibi varlıkları kapsamaktadır.

Yarı Mamul (151 hesap); üretim sürecinde kullanılmakta olan, kullanılabilir ve satılabilir mamul haline gelmemiş maddelerdir.

Nihai ürün ya da mamul mal (152 hesap); üretim aşamalarını tamamlayarak son halini alan, başka bir işlem gerektirmeyen nihai kullanıma ya da tüketime hazır hale gelen üretilmiş maldır. Nihai ürün, üreticisi tarafından stok olarak değerlendirilebileceği gibi başka girişimlere / hanehalklarına tüketim için satılabilir.

Girişimlerde muhasebe kayıtlarında nihai ürün "Beklenen Stok Miktarı" aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$Nihai\ ürün\ Stok\ Miktarı_t = Nihai\ ürün\ Stok\ Miktarı_{t-1} + Nihai\ ürün\ Üretim\ Miktarı_t - Nihai\ ürün\ Satış\ Miktarı_t \quad (2.1)$$

Nihai ürün stoku sadece cari aydaki üretim ve satış faaliyeti sonucu oluşan stok olmayıp önceki aylardan devreden stok miktarını da içermektedir. Ancak satışlardan iadeler, kayıplar nedeniyle eşitlik bozulabilmektedir. Muhasebe kodları ile bakıldığında ise “Nihai Ürün (Mamuller)(152 hesap)” ile girişimlerce takip edilirler.

Ticari mallar; herhangi bir değişikliğe tabi tutulmadan sadece satış amacıyla alınan malları kapsar ve girişimlerce “Ticari Mallar (153 hesap)” da değerlendirilirler.

Diğer stoklar (157 hesap); 150 ~ 153 nolu hesapların konusu olmayan modasının geçmesi sebebiyle kesin olarak değer düşüklüğüne uğrayan, hurda ya da atık hâline gelen, tedarik aşamasında olan, satılmak üzere komisyoncuya gönderilen, müşterilere promosyon olarak verilmek üzere alınan mallar, üretim sırasında ortaya çıkan artıklar ve temizlik malzemesi gibi sebeplerle alınan, duran varlık olmayan ürünler bu hesapta izlenir.

Stok değer düşüklüğü karşılığı (158 hesap); tahminî olarak değer düşüklüğüne uğrayan, modası geçen ya da piyasa fiyatı düşen, yangın, su basması, deprem gibi sebeplerle ekonomik değerlerinde önemli azalmalar olan stoklara ayrılan karşılıklar için kullanılır.

Verilen sipariş avansları (159 hesap); yurtiçindeki veya yurtdışındaki bir firmaya ticarî mal satın alınmak için gönderilen avanslar için ve akreditif açtırılmasında kullanılır.

2.2. Stok Değerleme Yöntemleri

Ülkemizde stokların maliyetinin tespiti ve değerlemesinin yapılması vergi politikaları ve girişimlerin mali yapısını gözden geçirmesi için bir zorunluluktur. Ayrıca girişimler, dönem sonlarında mevcut ürünlerini değerlendirmek ve karlılıklarını artırmak amacıyla bir stok yönetimi planı uygulayarak kendi yapılarını ortaya koyabilmektedirler. İşletme yönetiminin stok miktarlarını, stok bulundurmanın marjinal maliyeti ile stok bulundurmak nedeniyle beklenen marjinal faydanın eşit olduğu noktada belirlemesi beklenmektedir. Böylece optimal stok miktarına ulaşılabilinecektir (Bilgin, 2013: 29).

İşletmelerin, stok hareketlerini değerlendirmeleri için farklı yöntemler bulunmaktadır. Ülkemizde 3475 Sayılı Vergi Usul Kanunu (VUK)'nun 275'nci maddesine göre, mükellefler fiili maliyetlerin saptanmasında diledikleri usulü uygulamada serbest bulunmaktadırlar ancak stok değerleme yöntemleri oldukça önemli olduğu için uluslararası muhasebe sisteminde bazı standartlar geliştirilmiştir. Söz konusu standartlara uyum sağlamak için Türkiye Muhasebe Standartları (TMS) uygulaması bulunmaktadır. AB, ABD ve uluslararası muhasebe kuruluşlarının belirlediği standartlara en uygun mali kriterleri belirlemek, bu uygulamanın başlıca amacıdır. Buna göre girişimlerin stok değerleme yöntemleri; ticaret, üretim ve hizmet girişimlerinde satın alınan ilk madde malzeme veya malların dönem sonunda ya da satıldığında muhasebe açısından değerinin ifade edilmesine yardımcı olan araçlardır (Yılmaz, 2011: 5).

Türkiye Muhasebe Standartları (TMS) uygulamasında TMS 2 Stoklar bölümünde stokların bir varlık olarak muhasebeleştirilmesinde, kullanılmasında ve elden çıkarılmasında gerçekleşen gelirler ile karşılaştırılacak olan ilgili maliyetin belirlenmesi ele

alınmaktadır. Buna göre girişimler stok hareketlerini aşağıdaki ilk üç yöntemden birisiyle değerlendirmek zorundadır. Bu yöntemler:

- İlk Giren İlk Çıkar Maliyet Yöntemi (First In First Out-FIFO)
- Ağırlıklı Ortalama Maliyet Yöntemi
- Gerçek Parti Maliyeti Yöntemi

Bu yöntemlerden *FİFO yönteminde* ilk satın alınan veya üretilen stok kaleminin ilk satıldığı ve dönem sonunda stokta kalan kalemlerin en son satın alınanlar veya üretilenlerden olduğu varsayılır. *Ağırlıklı ortalama maliyet yönteminde* her bir stok kaleminin maliyeti, dönem başındaki benzer varlıkların ağırlıklı ortalama maliyeti ile dönem içinde satın alınan veya üretilen benzer varlıkların maliyetinin ağırlıklı ortalamasının alınması yoluyla tespit edilir. Ortalama, girişimin iş akışına bağlı olarak, periyodik bazda (dönem sonu ağırlıklı ortalama maliyet yöntemi) veya her bir ek alım/üretim sonrasında (hareketli ağırlıklı ortalama maliyet yöntemi) hesaplanabilir. *Gerçek Parti Maliyeti Yönteminde* ise; normal şartlarda birbirleri ile ikame edilemeyen stok kalemleri ile özel projeler için üretilen veya satın alınan mal veya hizmetlerin maliyeti, her bir varlığa ilişkin özel maliyeti dikkate alınarak belirlenir.

2.3. Stok Bulundurma Nedenleri

Günümüzde birçok girişim, rekabet üstünlüğü elde etmek için hem tedarikçilerle hem de müşterilerle olan ilişkileri yapılandırmada Tedarik Zinciri Yönetimini (Supply Chain Management, SCM) benimsemişlerdir. Burada bahsedilen Tedarik Zinciri Yönetimi, hammaddelerin satın alınmasından son ürünlerin müşteriye satılmasına kadar tüm faaliyetlerin süreç yönlü tasarım denetimi ve geliştirilmesi olarak bilinmektedir (Agahanov, 2007: 12). Stok Yönetimi de Tedarik Zinciri Yönetiminin en önemli dallarından biridir. Girişimler, ileriye yönelik işletme planlarını yaparken "Stok Yönetimine" ihtiyaç duymaktadırlar ve bu yöntem sayesinde üretim/stok seviyesini belirleme, depolama süresi, stok yapılması gereken ürünlerin belirlenmesi ve ileriye yönelik tahmini, lojistik masrafları gibi sorunları çözebilmektedirler.

Özellikle girişimler;

- Piyasada talep ile arz arasındaki uyumu sağlamak,
- Üretim sürecini planlamak,
- Üretimdeki gecikmelerden dolayı ortaya çıkabilecek aksaklıkları gidermek,
- Maliyetlerini azaltarak karlılıklarını artırmak,
- Sipariş maliyetlerini azaltmak,
- Stok ihtiyacının piyasa hareketlerine uygun bir şekilde düzenlenmek,
- Aşırı stok yatırımlarını önlemek,
- Depolama maliyetini azaltmak,
- Gelecekte doğabilecek taleplerden dolayı doğru ve etkin bir üretim planlaması yapmak,
- Beklenmeyen zorluklardan doğabilecek aksaklıkları gidermek

için stok bulundurmaya ihtiyaç duyarlar.

Girişimlerin stok tutma kararını etkileyen başlıca faktörler, hammadde, yarı mamul ve mamul Çizelge 2.1'deki gibi sınıflandırılabilir.

Çizelge 2.1. Girişimlerde stok tutarını belirleyen faktörler

Hammadde Stokunu Etkileyen Faktörler	Yarı Mamul Stokunu Belirleyen Faktörler	Mamul Stokunu Etkileyen Faktörler
✓ Gelecek dönemde üretimi planlanan mamul miktarı ✓ Üretimin mevsimlik oluşu ✓ Hammadde yokluğu nedeniyle üretimin kesintiye uğramasını engellemek için bulundurulması gereken emniyet stoku ✓ Büyük alımlardan sağlanacak tasarruf ✓ Hammadde fiyatlarındaki gelişmelere yönelik beklentiler ✓ Tedarik ve stok kontrolünde etkinlik ✓ Hammaddenin dayanma süresi ✓ Stok tutma maliyeti ✓ Firmanın depolama kapasitesi	✓ İmalat sürecinin teknik niteliği ve uzunluğu ✓ İmalat sürecinde yaratılan katma değer ✓ Üretim faaliyetlerinin sürekliliği ✓ Üretim miktarı ✓ Yarı mamullerin girişim bünyesinde üretilmesi ya da başka firmalardan temin edilmesi	✓ Satış hacmi ✓ Talebin mevsimlik oluşu ✓ Hammadde alımının mevsimlik oluşu ✓ Piyasadaki rekabet koşulları ✓ Satış bölgelerinin çeşitliliği ✓ Dağıtım kanallarının işleyişi ✓ Üretimim sipariş üzerine ya da piyasa için yapılması ✓ Mamulün fiziki özellikleri ✓ Üretimin çeşitliliği ✓ Dayanma süresi ✓ Stok maliyeti ✓ Firmanın depolama olanakları ✓ İşlenmiş stok bulundurmanın taşıdığı risk

Kaynak: http://huseyinust.com/konu-stok-kontrolu-ve-stok-kontrol-yontemleri-nedir.html (Erişim tarihi: 4.12.2016)

Girişimler, içinde bulundukları ekonominin büyüme ve küçülme dönemlerine göre stok politikalarını gözden geçirmektedirler. Örneğin; ülkelerin büyüme döneminde düşük faiz oranlarının yatırımları teşvik etmesi, işsizliğin azalması, girişimlerin üretimlerini artırması beklenmektedir. Bu süreçte talebin üretimdeki bu gelişmeye hemen cevap verememesinden dolayı ekonomideki toplam üretim, bir süreliğine toplam satışların üstüne çıkmakta ve bu durum, satılamayan ürünlerin fabrika depolarında ve satış ofislerinde birikmesine ve stoklamaya neden olması beklenmektedir. Diğer taraftan ülkelerin küçülme döneminde yüksek faizler yatırım yapmayı engeller, işsizlik artar, girişimler üretimlerini kısmayı ve faaliyetlerini yavaşlatmayı tercih ederler ve girişimler üretim seviyelerini düşürmektedirler. Bu süreçte talep, ekonomideki bu daralmaya hemen cevap veremediğinden düşük üretim kapasitesinde bulunan girişimlerin yüksek talebe stoklarını

kullanarak cevap vermesi, dolayısıyla yüksek faizin ve yüksek talebin karşısında stokların erimeye başlaması beklenmektedir.

Ekonominin büyüme ve gerileme döngülerinde olduğu gibi enflasyon oranı stokları etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Enflasyon oranı ile yatırım kararları arasındaki ters ilişki dolaylı olarak stokları etkilemektedir ve girişimler enflasyonist ortamlarda stok yatırımından kaçınırlar. Yüksek faiz ortamının olduğu durumlarda da girişimler stoklara yatırım yapmaktan ziyade yatırımlarını mevduatlara dönüştürmeyi tercih etmektedirler. Tüm bunlar dikkate alındığında girişimlerin, ülkenin ekonomik durumunu ve kendi üretim süreçlerini analiz ederek, stok yönetimini gerçekleştirmeleri gerektiği söylenebilir.

2.4. İmalat ve Madencilik Sektöründe Olası Stok Hataları Sebepleri

Bu çalışmada stok değişmeleri sınıflandırılırken İmalat ve Madencilik sektörlerinden Çimento ve Taş kömürü Sektörlerine ait "nihai ürün" grubuna ait stok bilgileri kullanılacaktır. Genel olarak imalat ve madencilik sektörlerindeki girişimlerin stok kayıtlarında bazı hatalar ortaya çıkabilmektedir. Bu hatalar "Kayıtdışılık", "Satıştan İadeler", "Satış İskontoları", "Dönem Sonu Stok Hataları Envanter Sayımı" ve "Stok Değer Düşüklüğü Karşılığı"ndan kaynaklanabilmektedir (Yılmaz, 2011: 7).

2.4.1. Kayıt Dışılık

Mali denetimlerin yetersiz olduğu az gelişmiş ülkelerde ve gelişmekte olan ülkelerde kayıt dışılık fazladır. Bu kayıt dışılık, satılan nihai ürünlerin ve stokların eksik kaydı, bilançoda stokların düşük kaydedilmesine ve gelir çizelgesinde satış değerinin eksik kaydına neden olmaktadır.

2.4.2. Satıştan İadeler

Girişimlerin muhasebe kayıtlarının "Satıştan İadeler- 610" hesabında, satılan malların girişime iade edilen bölümü takip edilmektedir. Satışın yapıldığı dönemden farklı bir dönemde yapılması, stok kayıtlarında ve geçmiş dönem satış değerlerinde düzeltilme

yapılmasını gerektirmektedir, düzeltme yapılmadığı takdirde stok dönemi ve kayıtları yanlış olacaktır.

2.4.3. Satış İskontoları

Girişimlerin muhasebe kayıtlarının "Satış İskontoları - 611" hesabında, satışla ilgili faturanın düzenlenip satışın gerçekleşmesinden sonra yapılan her türlü kasa ve miktar iskontoları izlenmektedir. Kasa iskontosu, kredili satışlarda alıcının mal bedelini vadesinden önce ödemesi nedeniyle, peşin ödeme karşılığında alıcıya belirli oranda iskonto (indirim) yapılmasıdır. Miktar iskontosu ise alıcının belli tutarlar üzerinde alışlarda bulunarak satıcının mal sürümüne katkıda bulunmasından dolayı kendisine belli oran ya da tutarlarda yapılan indirimdir. İskontolardan dolayı düzeltme yapılmadığında satış ve stok kayıtları yanlış kaydedilecektir.

2.4.4. Dönem Sonu Stok Hataları Envanter Sayımı

İşletmeler, dönem sonlarında stoklarının fiili envanterini ve kaydi envanterini tespit ederler. Farklılık bulunması halinde kaydi envanter fiili envanter seviyesine getirilmelidir. Değerlemede fiili envanter sonuçları dikkate alınmalıdır. Değerleme sonucu ortaya çıkan stok sayım noksanlıkları ve fazlalıkları doğrudan gelir gider hesaplarına yansıtılmak yerine sebebi bulunana kadar 197 Sayım ve Tesellim Noksanları Hesabı ve 397 Sayım ve Tesellim Fazlaları Hesabı hesaplarda takip edilmelidir.

2.4.5. Stok Değer Düşüklüğü Karşılığı

Girişimlerin muhasebe kayıtlarının "Stok Değer Düşüklüğü Karşılığı - 158" hesabında stokların fiziki ve ekonomik değerlerinde azalışların ortaya çıkması, stokların piyasa fiyatlarında düşmelerin meydana gelmesi nedeniyle ortaya çıkan bu kayıpları karşılamak üzere ayrılan karşılıkların izlendiği hesaptır. Bu hesapta da yanlışlık yapılması durumunda stok kayıtları hatalı olmaktadır.

2.5. Stok Kavramı Literatür Taraması

İşletmelerin mevcut durumlarını analiz etmek ve ileriye yönelik planlarını yapabilmeleri için etkili bir stok yönetimine ihtiyaç duymaktadırlar. Mevcut çalışmalara bakıldığında daha çok girişimlerin stok yönetimine yönelik çalışmalar olduğu görülmektedir. Örneğin, Sulak (2008), doktora çalışmasında stok kontrolü ve ekonomik sipariş miktarı modellerine yeni açılımları ele almış ve bir iktisadi model önerisinde bulunmuştur. "Önerilen iktisadi modelde klasik ekonomik sipariş miktarı modellerinde geçerli olan varsayımlardan bazıları gevşetilerek, gelen siparişlerin belli bir oranda kusurlu ürün içerdiği, stoksuzluğa ve ödemelerde belli bir süre gecikmeye izin verildiği durum için yeni bir ekonomik sipariş miktarı modeli elde edilmiştir (Sulak, 2008: 16)".

Stok yönetimi literatüründeki birçok çalışmada ürünlerin sınırsız ömürleri olduğu ve talebin ürün yaşından bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Kaya (2016) ise farklı olarak çalışmasında kısa ömürlü ürünlerin stok ve fiyat yönetimi için bir model geliştirmiş ve bu modelin analizi ile en iyi çözümü araştırmıştır. Oluşturulan modelin en iyi çözümünün bulunmasının mümkün olmadığı durumlar için bir yaklaşım algoritması geliştirmiştir. Ayrıca çalışmasında kısa ömürlü ürünlerin stok yönetimine ilişkin geniş bir literatür taraması mevcuttur. Çalışmasında kısa ömürlü ürünlerin stok yönetimi üzerine yapılan ilk araştırmaların 1950'lere dayandığını ve bu ürünler ile ilgili yapılan araştırmalarda, ilk günden bugüne birçok farklı yöntem ile incelemelerin daha kapsamlı hale geldiğini vurgulamıştır.

İşletmelerin optimum stok kontrolü yönetimi ve kapasite planlaması için diğer bir çalışma Güneçıkan (2008) tarafından hazırlanmış ve iyi bir stok ve kapasite planlaması ile girişimin nasıl daha başarılı ve karlı olacağı bu çalışmada incelenmiştir. Bilgin ve Esengün (2014) de çalışmasında stok kontrol yöntemlerini, modern stok yönetim sistemlerini inceleyerek, KOBİ'lerde modern stok kontrol ve yönetim sistemlerinin etkinliğini araştırmıştır.

Kaya (2004) "Etkin Stok Yönetimi" üzerine doktora çalışmasında stok kavramını ve yönetimini detaylı bir şekilde incelemiş, Türkiye'de ilk 500'e girmiş sanayi firmalarından

100 firmada stok yönetiminin nasıl uygulandığının ortaya çıkarılması amacıyla anket uygulamıştır ve bu anket sonuçlarını değerlendirmiştir.

Türkiye'de imalat sanayisinde nihai ürün stok endeksine yönelik bir çalışma Yılmaz (2011) tarafından gerçekleştirilmiş ve ilk defa oluşturulmuş bir stok endeksinin karşılaştırılabilirliğini en iyi şekilde yapabilmek için 2007 yılı baz alınarak 2008, 2009 ve 2010 yılları için stok endeksinin yanında üretim, satış, stokların satışlara oranı (rasyo) endeksleri de oluşturulmuştur. Bu çalışmada Laspeyres Endeks yöntemi ile MIGs (Ana Sanayi Grupları) sınıflamasına göre ara malı, dayanıklı ve dayanıksız tüketim malı, enerji ve sermaye malı grupları; NACE Rev.1.1 (Avrupa Birliği İktisadi Faaliyet Sınıflaması) sınıflamasına göre imalat sanayinde dörtlü, üçlü ve ikili ekonomik faaliyet bazı ayrıntısında hesaplanmıştır.

Birçok şirket, karlarını artırmak için matematiksel modelleme kullanmaktadır. Bu matematiksel modeller ile ürünleri üretmek veya sipariş etmek için en uygun süreleri saptanabilmekte ve maliyetleri düşürmek için üretilmesi veya sipariş edilmesi gereken ürünün miktarı da belirlenebilmektedir. Bu modellerden biri olan stok modellerinin sipariş veya üretim, tutma veya depolama maliyetleri, tatminsiz talep veya kıtlık ceza maliyetleri, gelirler, kurtarma maliyetleri ve iskonto oranları şeklinde birçok bileşeni vardır. Bu gibi bileşenler ve diğerleri, şirketin gelirini ve genel performansını optimize etmek için kullanılan denklemleri oluşturmaya yardımcı olur. Ancak, şirket tüm bu etkenlere sahip olabilir veya olmayabilir. Baty (2008) de çalışmasında stok modelleme sayesinde maliyetleri nasıl azaltacağını ve şirket parasını nasıl tasarruf edebileceğini incelemiştir. Genel olarak uluslararası çalışmalara bakıldığında da araştırmaların genellikle tedarik zinciri yönetimi, stok yönetimi ve stok modellemesi üzerinde toplandığı dikkat çekmektedir.

Sermaye maliyeti ve stok yatırımı değişkenleri arasındaki ilişki de birçok araştırmanın konusu olmuştur. Bunlardan Jones ve Tuzel (2012) üretim sektörlerinde risk priminin reel faiz oranlarından ziyade gelecek stok büyümesiyle ilişkili olduğunu ve bu ilişkinin negatif yönlü olduğu sonucuna varmışlardır. Bu etki dayanıklı mal üreten sektörler için daha güçlüdür. Çünkü bu ürünler daha uzun teslim süreleri ile satışlarda daha fazla döngüsellik göstermektedirler. Bu nedenle Jones ve Tuzel çalışmalarında iki tip

sermaye, sabit sermaye ve stoklar ile üretim bazlı fiyatlandırma modeli oluşturmuşlardır. Çalışmanın sonucunda Konveks ayarlama maliyetleri ve bir karşı fiyat riskinin, negatif zaman serilerine ve beklenen getiriler ile stok büyümesi arasındaki kesitsel ilişkilere yol açtığı tespit edilmiştir. Stok yatırımı ve reel faiz oranı arasındaki ilişki Sadaquat ve Hashmat (2009) tarafından da incelenmiştir ve çalışmalarında aslında bu iki değişken arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinin zor olduğuna ve reel faiz oranının stok yatırımları üzerindeki etkisinin marjinal üretim maliyetinin belirlediğine vurgu yapmışlardır. Blanchard (1982) çalışmasında Amerikan otomobil sektöründe stok ve üretim davranışlarını incelemiş ve firmaların iş döngüsünü anlamanın stok hareketlerini anlamaya bağlı olduğunu vurgulamıştır.

Copeland, Hall ve Maccini (2015) de çalışmalarında yeni hafif ticari vasıtalar için arz ve talep dengesinde faiz oranlarının etkisini incelerken, üretimin ve stokların dinamik ilişkisini girişimlerin stok bilgileri ve hanehalkı tüketim harcamalarını dikkate alarak incelemişlerdir.

Sermaye maliyeti ve stok yatırımına yönelik diğer çalışmalara bakıldığında Belo ve Lin (2011), Gomes, Kogan ve Yogo (2009) ve Wu, Zhang ve Zhang (2010) tarafından stokların bir üretim faktörü olarak ele alındığı görülebilir. Belo ve Lin (2011) çalışmalarında firma büyüklüğünü kontrol ettikten sonra Jones ve Tuzel'in çalışmasına benzer olarak konveks ve konveks olmayan ayarlama maliyetlerine sahip kısmi denge modelinde yüksek stok büyümesinin daha düşük getiri kazandırdığı sonucuna varmışlardır. Kesavan, Gaur ve Raman (2010) da çalışmalarında ileriye yönelik satış tahminleri için düzgün stok verilerinin olması gerektiğini; satılan malların, stokların ve brüt kar marjının (satışların satılan malların maliyetine oranı) üç içsel değişken olarak dahil edilmesi durumunda, perakendeciler için firma düzeyinde satış tahminleri geliştirilebileceğini belirtmişlerdir. Bai ve Zhong (2008) da çalışmalarında Tedarik Zinciri Yönetimi ve küçük girişimlerde stok yönetimi konusunu inceleyerek örnek bir girişim üzerinden kapsamlı bir araştırma yapmışlardır. Çalışmalarında seçilen girişim için stok yönetiminin arkasındaki nedenler araştırılmış ve girişimdeki verimsizlik ve sorunlar ele alınarak yönetimsel önerilerde bulunmuşlardır.

3. ÇİMENTO VE TAŞ KÖMÜRÜ SEKTÖRÜ

Çalışmanın bu bölümünde stok miktarının tahmini için belirlenen ülkemizin kalkınmasında önemli rol alan Çimento ve Taş Kömürü sektörlerinin sırasıyla detaylı bir şekilde incelenmesi amaçlanmaktadır.

3.1 Çimento Sektörü

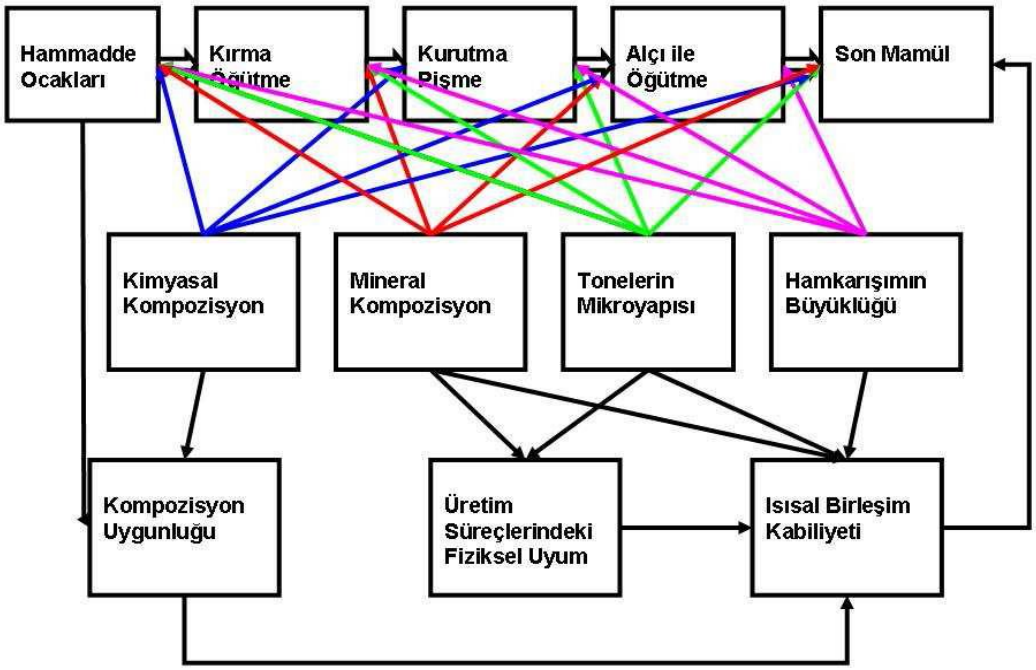
Bu bölümde Çimento sektörünü temsil eden çimento hammaddesine, konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalara, Dünya'da ve Türkiye'de inşaat sektörüne ve Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB)'ne ait bilgiler paylaşılacaktır.

3.1.1 Çimento'nun Yapısı ve Üretimi

İlkçağlar'dan günümüze kadar insanoğlunun en temel ihtiyaçlarından birisi "barınma" olmuştur. İlk zamanlarda bu ihtiyaç taş, toprak, ahşap gibi malzemelerden karşılanabiliyorken günümüzde dayanıklı bir inşaat malzemesi olan çimento tercih edilmektedir. "Çimento" kelimesi, Latince "caementum" sözcüğünden türemiş ve "yontulmuş taş kırıntısı" anlamına gelmektedir. Sonraları "bağlayıcı" anlamında kullanılmaya başlamıştır. Dünyada ilk çimento üretimi 1824 yılında İngiltere'de Joseph Aspdin tarafından ince taneli kalker ve kil karışımının pişirilmesinin ardından öğütülerek gerçekleştirilmiştir. Üretilen çimentonun özellikleri ve rengi Portland isimli adadan getirilen doğal yapı taşına benzediği için adına "Portland çimentosu" denilmiştir.

Çimento esas olarak, doğal kalker taşları ve kil karışımının yüksek sıcaklıkta ısıtıldıktan sonra öğütülmesi ile elde edilen hidrolik bir bağlayıcı malzeme olarak tanımlanmaktadır. Hidrolik bağlayıcı maddeler, su ile reaksiyonu sonucu sert bir kütle oluşturduktan sonra su içerisinde dağılmayan, sertliğini ve mukavemetini muhafaza eden veya artıran bağlayıcı maddelerdir. Diğer bağlayıcı maddeler gibi çimentolar da, CaO, MgO gibi alkalin öğeler ve SiO_2, Al_2O_3 ve Fe_2O_3 gibi hidrolik öğelerden oluşur. Alkalin ve hidrolik öğelerin oranları da bağlayıcı maddenin niteliğini belirler. Başlıca kullanılan çimento hammaddeleri kireçtaşı, marn, kil, kiltaşı, şeyl, killi şist'tir ve bunların dışında hammaddelerin karışımını düzenlemek için demir cevheri, pirit külü, silisli kum, kumtaşı,

boksit, diyasporit, alüvyon kili gibi maddeler kullanılmaktadır. Bu hammaddelerin kimyasal ve mineralojik özelliklerinin önemi büyüktür. Çimento üretiminde kullanılan hammaddeler için aranılan temel nitelikler kompozisyonların uygunluğu, üretim süreçlerindeki fiziksel uyum (kırma, öğütme, harmanlama vs.), ısısal birleşebilme yetenekleridir. Hammaddelere ilişkin özellikleri süreç basamaklarında ve son ürünle olan ilgisi, şematik olarak Resim 3.1'de gösterilmiştir (Karabulut,2008: 70-71).



Resim 3.1. Çimento üretimindeki süreç basamaklarının birbiri ile bağlantısı

Kaynak: Karabulut, 2008: 70-71.

Çimento imalatı üç ana aşamadan oluşur. Hammaddeler önce madenli topraktan homojen hale getirilir. Daha sonra yüksek sıcaklıklarda yanarak kireçleştirme ve klinkerleşme işlemi gerçekleşir. Son olarak, klinker öğütülür veya karıştırılır ve çimento üretmek için ilave malzemeler eklenir.

Klinkerizasyon için gerekli olan kalsiyum oksitler, kalker, kil veya tebeşir gibi kireçli çökeltilerle sağlanır. Bu malzemeler en çok kullanılan hammaddelerdir. Hammaddelerin gereken inceliğe kavuşması için homojen hale getirilmesi, öğütülmesi ve ezilmesi gerekir. Klinkerleştirme işlemi için bazı diğer malzemeler gereklidir. Kum, kil, demir oksit gibi

çeşitli cevher ve minerallerde bulunan silika, alümin ve demir cevheri örnek olarak verilebilir. Bir ton klinker üretimi için yaklaşık iki ton hammadde ve 25-30 kWh enerji (çoğunlukla elektrik) gerekmektedir. Kalsiyum karbonatın kalsinasyonu, 900°C'nin üzerinde bir sıcaklık, klinkerizasyon adımı için gerekli olan kalsiyum oksit üretir. Sadece yakıt yanmasından değil aynı zamanda prosesin kendisinden de CO_2 emisyonu vardır. CO_2 emisyonları nedeniyle, hammaddelerin ağırlığının üçte birinden fazlası kaybolur. Çimento haline getirilmeden önce klinker, ağırlıkça %2-6 oranında alçıtaşı ile karıştırılır ve iyice öğütülür. Çimentonun öğütülmesi ve paketlenmesi ile üretim süreci sonlanmaktadır. Çimento üretim sonrasında rutubetsiz ve kapalı bir ortamda zemin ile temas etmeyecek şekilde depolanmalıdır ve genel olarak üretiminden 3 ay içerisinde tüketilmesi gerekmektedir. Bu nedenle stoklama kuralı olarak "ilk gelen ilk gider" ilkesi uygulanmaktadır.

3.1.2. Çimento Sektörü Literatür Taraması

Bu çalışmada ele alınmak istenen İmalat ve Madencilik sektörlerinden Çimento Sektörlerine ilişkin yapılan çalışmalara ve uygulanan politikalara bağlı yayınlara bakıldığında ulusal ve uluslararası literatürde birçok çalışmanın olduğu görülmüştür.

Çimento sektörünün öncü üretim sektörlerinden biri olması dolayısıyla ekonomideki etkisini ölçmek için birçok kurum ve kuruluş yıllık olarak bazı raporlar hazırlamaktadırlar. Bunlardan başlıcaları Avrupa Çimento Birliği, Çimento ve Beton Araştırması Dergisi, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Yatırım Menkul Değerler, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknolojileri Bakanlığı, Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası, T.C. Kalkınma Bakanlığı ve Kalkınma Ajansları'dır.

Çimento sektörüne ilişkin ilk çalışmalardan biri Clark Deichler (1936) tarafından ele alınmıştır. Tez çalışmasında portland çimento harcının keşfini araştırmış ve hammaddeler üzerinde geniş çapta bilgiler vermiştir. McCanless (1938) çimento sektörünün sorunlarına dikkat çekmek için araştırmalar yapmış ve çalışmasında çimento üreten şirketlerin kar paylarını artırmalarına yönelik önerilerde bulunmuştur. Bohannon (1958) da ele aldığı çalışmasında üretim ve stok kontrolünün önemine değinerek, Portland çimento fabrikaları için üretim ve stok kontrolüne yönelik bir yaklaşımda bulunmuştur. Bu yaklaşımında

Çoklu Doğrusal Regresyon modellerinden yararlanarak aylık ve üç aylık çimento satış tahminlerinde bulunmuştur. Çimento Endüstrisinin Sürdürülebilir Tasarımı üzerine bir çalışma Hakob G. Avetisyan (2008) tarafından ele alınmıştır ve çalışmasında üreticilerin bilinçli kararlar alabilmelerine yönelik malzeme ve enerji dengesini korumaları için bir matematiksel model önerisi bulunmaktadır.

Çimento sektörü doğrudan inşaat sektörüyle bağlantılı olduğu için çalışmaların bazıları çimentonun basınç gücünü test etmeye yöneliktir. Örneğin; James Rimmer (1938) çalışmasında Portland çimento ve magnolia karışımının betonların basınç gücüne etkisini değerlendirmiştir. Çelik ve Durmaz (2012) da çalışmalarında beton yapımında kullanılan iki tip çimentoyu ele alıp, basınçlarını test etmişlerdir (%60 Pomza ve %40 Perlit Kullanımı). Test sonuçlarına gore portland çimentosu ile dökülen karışımların portland kompozit mukavemeti ile dökülenlerden daha yüksek sıkıştırma mukavemetine sahip olduğu belirtilmiştir. Bir diğer çalışma Ülker (2010) tarafından hazırlanmıştır ve çalışmasında harmanlanmış çimentolar, harmanlanmış çimentoların basınç dayanımını karşılaştırmış ve her iki yöntemle hazırlanan çimento harçlarının basınç dayanıklığı sonuçları arasında önemli bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır.

Diğer bir çalışma konusu ise çimento üretimi ve çevre sorunlarına yöneliktir. Dünya çapında yayılan toplam CO_2'nin yaklaşık %5'i çimento fabrikalarına aittir. Günümüzde çevre sorunları artık daha dikkat çekicidir ve küresel ısınma üzerine hükümetler bazı kararlar almaktadır. Çimento fabrikalarının CO_2 emisyonlarının azaltılması üzerine bir çalışma Hernane G. Caruso (2006) tarafından hazırlanmıştır ve çalışmasında çimento üretim sürecini ele alarak, CO_2 emisyonlarının azaltılmasına yönelik bir matematiksel model önermiştir. Jiao Zhang (2013) da çalışmasında çimento üreticilerinin fosil kaynaklardan ziyade alternatif kaynaklara yönelmesi gerektiğine değinmiştir. Biri ABD'de biri Meksika'da olmak üzere iki çimento fabrikasının yakıt kullanımını ve ürettikleri sera gazı emisyonlarını karşılaştırmıştır. Çimento sektöründe kullanılan alternatif yakıtlardan biri de geri dönüştürülmemiş plastik ve kâğıt parçalar olarak belirtilmiş ve bu ürünler biyojenik malzemeler içerdiğinden, kullanımının CO_2'yi azaltmaya yardımcı olduğu belirtilmiştir.

Ülkemizde yapılan ilk çalışmalara bakıldığında Çimento Sanayi Özel İhtisas Komisyonu raporları adıyla Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından yıllık olarak hazırlanan raporlara rastlanmaktadır ve bu çalışmalarda çimentonun hammaddeleri ve yapı malzemeleri incelenmiştir. İlerleyen dönemlerde yine DPT tarafından Çimento sanayisine ilişkin değerlendirme raporları yayınlanmıştır. Diğer kurum ve kuruluşlar da bazı araştırmalarda bulunmuştur. Örneğin; 1978 yılında Milli Prodüktivite Merkezi tarafından Türkiye Çimento Endüstrilerinde verimlilik ve firmalararası karşılaştırma konulu araştırmalar yapılmıştır. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği de çimento hammaddeleri, üretim süreci gibi temel konuları anlatan yayınlarının dışında aylık olarak bünyesinde bulundurduğu fabrikalara ilişkin raporlar sunmaktadır.

Tez çalışmalarına bakıldığında Yüksel (1986) tarafından ele alınan araştırma dikkat çekicidir. Çalışmasında çimento sektörü ve talebi üzerine talep analizi yapmıştır. Özgür (1996) de çalışmasında Türkiye çimento sanayi ve üretilen çimento türleri üzerine yoğunlaşmıştır. Çalışmasında çimentonun bulunuşu, gelişmesi, hammaddeleri ve işlenmeleri hakkında genel bilgiler verilmiş ve Türkiye'nin Dünya ülkeleri arasındaki yeri tartışılmıştır. Diğer bir çalışma Karabulut (2008) tarafından hazırlanmış ve çalışmasında Çimento sektörünün bölgesel olarak dağılımını incelemiş, etkinlik performansını analiz etmiştir ve bölgelerin etkinlik oranlarını yükseltmeleri için önerilerde bulunmuştur. Çalışmasında daha çok verimsiz bölgelerin gelişmesi için benchmark konumundaki etkin bölgelerin örnek alınması gerektiği sonucuna varmıştır. Çimento sektörüne ait diğer bir çalışma Kuru (2008) tarafından yapılmıştır ve çalışmasında Türk Çimento Sektörüne ilişkin üretim maliyetleri ve maliyet sistemlerini incelenmiştir. Çalışmasının sonucunda çimento sektörünün kullanması gereken en uygun maliyet sisteminin " Safha Maliyet Sistemi " olduğu sonucuna ulaşmıştır. Özen (2013) ise çalışmasında Türkiye'de çimento sektörünü ve Elazığ ilinde Altınova fabrikası örneği ile sektör hakkında bilgiler vererek Türkiye ve Elazığ ilinde çimento sektörünün durumunu, Elazığ ili Altınova çimento fabrikasının kuruluşunu, fiziki yapısını, hammadde teminini, enerji ve su tüketimlerini, personel durumunu, ulaşım, üretim ve pazarlama durumlarını incelemiştir.

3.1.3. Dünya'da ve Türkiye'de İnşaat Sektörü

Çimento sektörü, nüfus artışıyla paralel olarak büyümeye ve gelişmeye devam edecek önemli bir sektördür. Betonun temel hammaddesi olan çimento, sürdürülebilir bir yapının en önemli unsurudur ve bu nedenle çimento sanayi, inşaat sanayinde önemli rol oynamaktadır. İnşaat sektöründeki gelişmelere bağlı olarak çimento kullanımı da artmaktadır.

Dünya ve Türkiye ekonomisi ile inşaat sektörüne ilişkin 2014-2015 yıllarına ait bazı temel ekonomik göstergeler Çizelge 3.1.'deki gibidir.

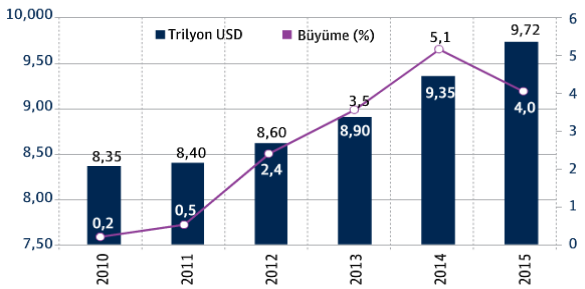
Çizelge 3.1. Dünya ve Türkiye ekonomisine ve inşaat sektörüne ilişkin 2014 ve 2015 yılı için bazı temel ekonomik göstergeler

Gösterge	Dönem	2014	2015	Değişim(%)
Dünya				
Ekonomik Büyüme (%)	Yıllık	2.7	2.5	-7.41
Gelişmiş Ülkeler Büyüme(%)	Yıllık	1.8	1.9	5.56
Gelişen Ülkeler büyüme(%)	Yıllık	4.6	4.0	-13.04
Dünya İnşaat Malzemesi Ticaret Milyar USD	Yıllık	18427	16650	-9.64
Dünya İnşaat Harcamaları Büyüme (%)	Yıllık	5.1	4.0	-21.57
Türkiye				
GSYH Büyüme (%)	Yıllık	3	4	33.33
GSYH Değeri Milyar TL	Yıllık	1301.4	1445.6	11.08
Toplam İnşaat Harcamaları Milyar TL	Yıllık	126.2	131.3	4.04
İnşaat Sektörü Büyüme (%)	Yıllık	2.2	1.7	-22.72
Gayrimenkul Sektörü Büyüme(%)	Yıllık	2.8	2.7	-3.57
Bina İnşaat Maliyetleri Artışı (%)	Yıllık	10.7	5.9	-44.85
Konut Satışları	Yıllık	1165381	1289320	10.6
Yabancılara Konut Satışı	Yıllık	18959	22830	20.4
Konut Kredileri Milyar TL	Yıllık	124.8	143.7	15.1

Kaynak: Türk Yapı Sektörü Raporu,2015; TÜİK,2015

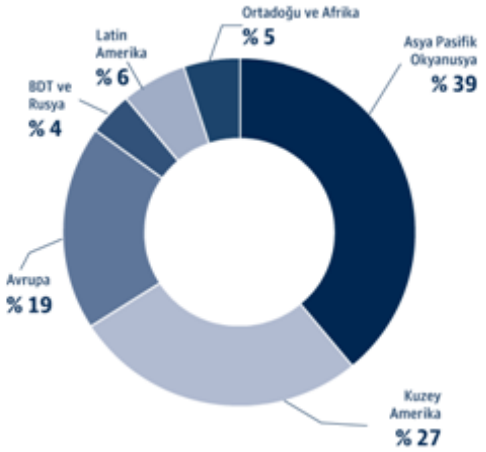
İnşaat sektörüne bakıldığında dünya inşaat harcamalarındaki büyüme 2015 yılında %4 olarak gerçekleşmiştir ve bir önceki yıla göre %21.57 azaldığı görülmektedir. İnşaat sektöründeki bu düşüş, ekonomik büyümeye de yansımış ve 2015 yılı için dünya ekonomik değerlerine bakıldığında ekonomik büyümenin %7.41 seviyelerinde azaldığı, özellikle gelişmekte olan ülkelerde düşüş yaşandığı dikkat çekmektedir.

Dünya inşaat harcamaları 2010-2015 yılları bölgesel dağılımı Şekil 3.1'deki gibidir.



Şekil 3.1. Dünya İnşaat Harcamaları (2010-2015) ve 2015 yılı Bölgesel Dağılımı

İnşaat sektöründe dünyadaki bölgesel dağılıma bakıldığında Şekil 3.2'de belirtildiği gibi gelişmekte olan ülkelerde, gelişmiş ülkelere oranla inşaat sektörüne daha çok ağırlık verilmektedir. Türkiye'nin de gelişmekte olan bir ülke olmasından dolayı inşaat sektörü milli gelirimizde önemli bir paya sahiptir.



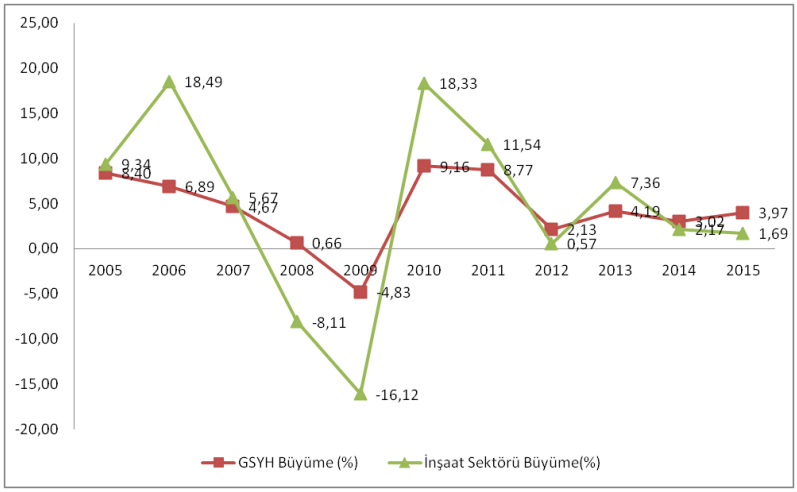
Şekil 3.2. Dünya İnşaat Sektörü bölgesel dağılımı

Kaynak: Türk Yapı Sektörü Raporu, 2015

Ülkemiz gelişen, buna bağlı olarak ihtiyaçları artan bir ülke konumundadır. İnşaat sektörü kendisine bağlı onlarca alt sektörde yapılan üretim ve sağladığı istihdamla ülke ekonomisinin lokomotif sektörlerinden biridir. Hem yurtiçi hem de yurtdışı faaliyetler sayesinde inşaat sektörü ülkemizin kalkınmasında önemli bir yer tutmaktadır (Özorhon, 2012:16). Barajlar, enerji üretim tesisleri, yollar, havaalanları, kentsel mekânlar, fabrikalar,

hastaneler ve diğer tüm yaşamsal mekânlar gibi bu mekanları yaşanılır kılabilecek tüm altyapının ilk adımı "inşaat"la atılmaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından açıklanan İktisadi faaliyet kollarına göre sabit fiyatlarla Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (İktisadi faaliyet kollarına ve 1998 temel fiyatlarına göre) istatistiklerine göre Türkiye ekonomisi 2015'in son çeyreğinde %5.7, inşaat sektörü %5.4 büyüme kaydetmiştir. Ülke ekonomisi 2015'te %4 büyürken Türkiye ekonomisinin önemli sektörlerinden inşaat sektörü 2015'te %1.7'lik büyüme gerçekleştirmiştir. Şekil 3.3.'den de görüleceği üzere inşaat sektöründeki artışının ekonomik büyümede etkisi aynı yönde olmaktadır.



Şekil 3.3. Türkiye'nin GSYH ve İnşaat Sektörü Yıllık Büyüme Hızları (%)

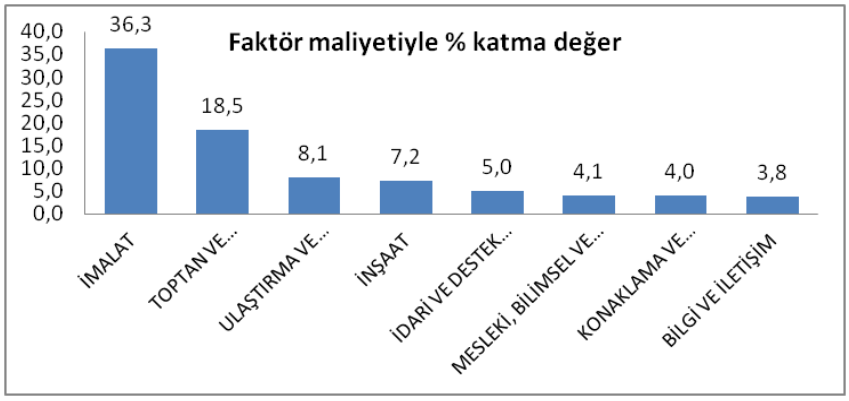
Kaynak: TÜİK

2001 krizinin ardından 2002-2007 yıllarını kapsayan dönemde Türkiye ekonomisi, yılda ortalama %6,8 oranında büyümüştür. Ancak, 2007 yılının Ağustos ayında ABD'de konut piyasasındaki dalgalanma ile başlayan finans krizi, 2008 yılı Eylül ayından itibaren küresel ekonomik krize dönüşerek, gelişmiş ve diğer gelişmekte olan ekonomileri etkilediği gibi, Türkiye ekonomisini de olumsuz şekilde etkilemiştir. Reel sektöre yansıyan krizin en önemli etkileri, üretimdeki daralmayla bağlantılı olarak ekonomik büyümede yavaşlama, istihdam oranında ve dış ticaret hacminde azalma şeklinde sayılabilir (Öcal, 2011:1). 2008 krizlerinin ardından tekrar ülkenin inşaat sektöründe ve GSYH'da toparlanma yaşanmıştır. 2015 yılına kadar devam eden büyüme üzerinde jeopolitik gelişmeler, artan terör olayları, yaşanan iki genel seçim ve dışarda yaşanan küresel mali

dalgalanmalar etkili olmuştur. İnşaat harcamaları 2015 yılında 131 milyar TL ile %1.7 büyümüştür ancak inşaat sektöründe %22.72 küçülme yaşanmıştır (Türk Yapı Sektörü Raporu, 2015). Gayrimenkul sektörüne de bu durum yansımış ve 2015 yılında %2.7 lik büyüme gerçekleşmiş, bir önceki yıla göre de sektörde yaklaşık %4'lük bir küçülme gerçekleşmiştir. 2015 yılında toplam 1 289 320 konut satılmış olup bir önceki yıla göre %10.6 artış yaşanmıştır.

Konut satışlarının artmasının banka kredi kullanım oranının artması, nüfusun artması ve kentsel dönüşüm projelerinin gerçekleştirilmesi gibi birçok nedeni bulunmaktadır. Özellikle konut talebini destekleyen konut kredilerinde büyüme 2015 yılında 15.1 olmuş ve konut kredileri stoğu 143.7 TL'ye ulaşmıştır. Yabancılara 22830 konut satışı gerçekleşerek yaşanan %20'lik artışın büyümeye katkısı bulunmaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2015 yılı verilerine bakıldığında da kentsel dönüşüm kapsamındaki konut sayısı 700 bini geçmiştir ve kentsel dönüşümle ilgili düzenlemenin yürürlüğe girdiği 2012 yılından beri Bakanlar Kurulu kararı ile 47 farklı ilde toplam 7750 hektar büyüklüğünde 177 riskli alan ilan edilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, belediyeler ve Toplu Konut İdaresinin (TOKİ) işbirliği ile devam eden kentsel dönüşüm projelerinden faydalanacak kişi sayısı ise 2.220.000 olduğunu belirtmiştir. Bu durumda gelişme olan inşaat sektörü için önemli miktarda hazır beton talebi oluşmaktadır.

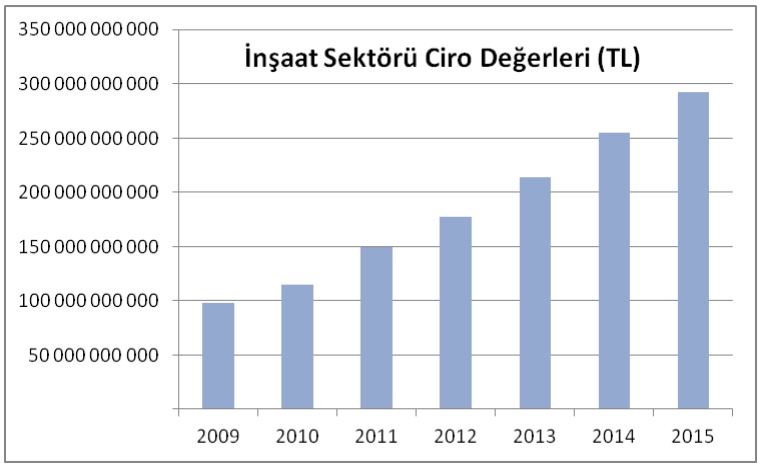
Türkiye genelinde sektörlere ilişkin daha geniş bilgi elde edebilmek amacıyla TÜİK tarafından yıllık olarak Yıllık Sanayi ve Hizmet Araştırması hazırlanmaktadır. 2015 yılı araştırmasına göre en yüksek katma değere sahip sektör %36,3 ile İmalat sektörüdür (Bkz. Şekil 3.4). İkinci sırada %18.5 ile Toptan ve Perakende Ticaret, Motorlu Kara Taşıtlarının ve Motosikletlerin Onarımı, Üçüncü sırada %8.1 ile Ulaştırma ve Depolama Sektörü yer almaktadır. İnşaat sektörü ise %7.2 ile dördüncü sırada yer almaktadır.



Şekil 3.4. Faktör maliyetiyle % katma değer

Kaynak: TÜİK

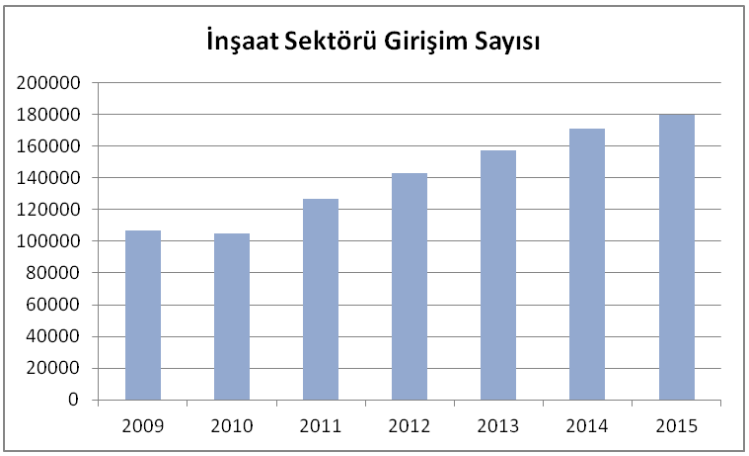
Aynı araştırmanın 2009-2015 yılları arasında İnşaat Sektörüne ait ciro değerlerine bakıldığında ciro değerlerinin giderek arttığı görülebilir (Bkz. Şekil 3.5.). 2015 yılında toplam 292 milyar TL ciro elde edilerek 2014 yılına göre %14.33 ciroda artış elde edilmiştir.



Şekil 3.5. İnşaat Sektörü Ciro Değerleri (TL)

Kaynak: TÜİK

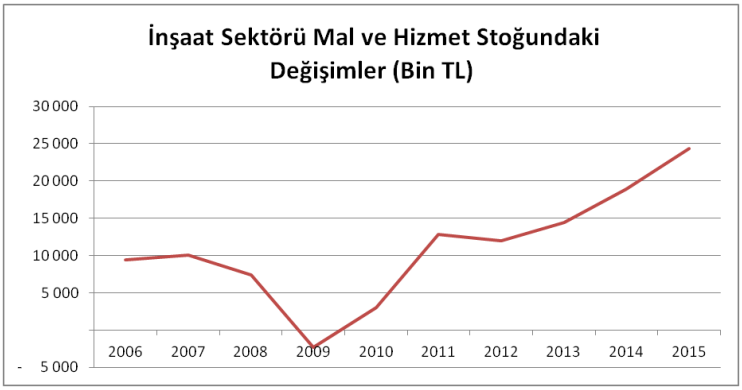
TÜİK Yıllık Sanayi ve Hizmet Araştırmasının girişim sayısına ait verilerine bakıldığında 2015 yılında inşaat sektöründe faaliyet gösteren 179669 girişim olduğu belirtilmiştir ve bir önceki seneye göre %5 artış göstermiştir (Bkz. Şekil 3.6).



Şekil 3.6. İnşaat sektörü girişim sayısı

Kaynak: TÜİK

Aynı çalışmanın 2009-2015 yılları arasındaki İnşaat Sektörüne ilişkin stok değişim zaman serisine bakıldığında 2006 yılında 10 000 Bin TL civarında olan stok değişimlerinin 2009 krizinden etkilenerek düştüğü ve daha sonra tekrar artışa geçtiği görülmektedir (Bkz. Şekil 3.7). 2015 yılında İnşaat Sektöründe 24 356 Bin TL stok değişimi ile en yüksek seviyelerine ulaşmıştır.



Şekil 3.7. İnşaat Sektörü Mal ve Hizmet Stoğundaki Değişimler (Bin TL)

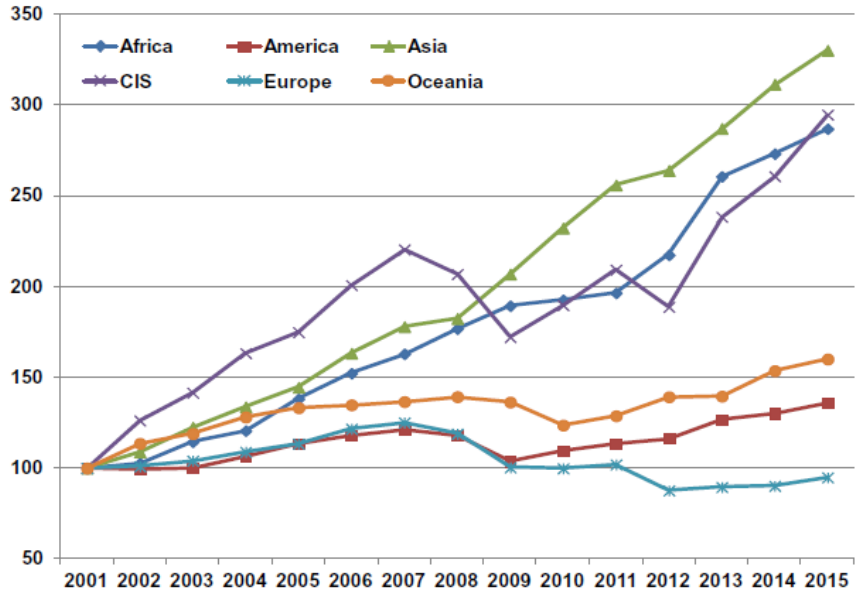
Kaynak: TÜİK

3.1.4. Dünya'da Çimento Sektörü

Dünya'da ilk çimento fabrikası, İngiltere'de 1848 yılında kurulmuştur. Üretimde belirli standartları belirlemek için ilk adımlar Almanlar tarafından 1860 yılında atılmıştır. Çimento sektöründe diğer bir adım ise Amerikalılar tarafından atılmıştır. Amerika Çimento

Beton Enstitüsü'nün (ACI) kuruluşu ve ilk Amerikan Yönetmeliklerinin oluşturulması ise 1913 yılına rastlamaktadır (TÇMB, 2016).

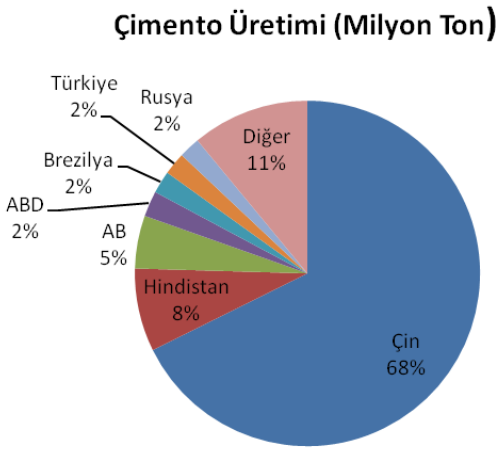
Diğer önemli bir kuruluş olan Avrupa Çimento Birliği (CEMBUREAU) her yıl Çimento Sektörüne yönelik çalışmalar yapmaktadır. 2015 yılı raporuna göre dünya ekonomisi pozitif trendle devam etmiştir ve dünyada 2015 yılı toplam çimento üretimi 2014 yılına göre %6,3'lük bir artış göstererek 4.6 milyar ton olarak tahmin edilmiştir. Bölgelere göre 2001-2015 yılları arasındaki çimento üretim çizelgesine bakıldığında Asya kıtasındaki yükseliş dikkat çekmektedir. İkinci olarak en yüksek üretim Afrika kıtasında gerçekleşmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Bölgelere göre dünya çimento üretimi (2001-2015) (2001=100) (Africa=Afrika, America= Amerika, Asia=Asya, CIS=Bağımsız Devletler Topluluğu, Europe= Avrupa,Oceania= Okyanusya)

Kaynak**:** CEMBUREAU

Bölgelere ve ülkelere göre dünya çimento üretimi Şekil 3.9'da verilmektedir. Ülkelere göre çimento üretim seviyelerine bakıldığında 2015 yılında Çin en çok çimento üreten ülke olarak toplam üretimin %67.6'sına sahiptir. Hindistan %8 ve Avrupa Birliği ülkeleri %5 ile en çok çimento üretim payına sahip diğer ülkelerdir. Brezilya, Türkiye ve Rusya %2'lik üretimle sıralamada yer almışlardır. Diğer ülkelerin üretimleri ise toplamda %11'lik paya sahiptir.



Şekil 3.9. Bölgelere ve ülkelere göre dünya çimento üretimi 2015 , %

Kaynak**:** CEMBUREAU

G20 ülkelerinin 2001-2015 yıllarına ait üretim serisine bakıldığında gelişen ülkelerden en yüksek çimento üretim artış oranları Arjantin ve Suudi Arabistan'da gerçekleşmiştir. G7 ülkelerinin durumuna bakıldığında ise çimento üretimindeki toparlanma tüm ülkelere yayılmıştır, özellikle Güney Kore'deki pozitif kısmi artış bu toparlanmada dikkat çekmektedir. G7 Avrupa ülkelerinde karma bir performans izlenmiştir (CEMBUREAU, 2015). Türk çimento sanayisi üretimi ile Çin, Hindistan, Avrupa Birliği üyesi ülkeler, ABD ve Brezilya'dan sonraki dünyanın en büyük altıncı üreticisi konumundadır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. En çok çimento üreten ülkeler, mt (G20 ülkeleri)

Çimento Üretim (milyon ton)										
Ülke	**2001**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Çin	661.0	1361.2	1388.4	1644.0	1881.9	2063.2	2137.0	2359.0	2438.0	2350.0
Hindistan	102.9	170.5	185.0	205.0	220.0	270.0	239.0	272.0	280.0	270.0
AB	225.6	269.1	250.8	209.0	192.1	191.6	170.5	157.5	165.8	172.0
ABD	88.9	95.5	86.3	63.9	65.2	68.6	74.0	77.2	83.2	83.4
Brezilya	39.4	45.9	51.6	51.7	59.1	63.0	68.0	71.9	72.0	73.0
Türkiye	**30.0**	**49.3**	**51.4**	**54.0**	**62.7**	**63.4**	**63.8**	**70.8**	**72.6**	**72.8**
Rusya	28.7	59.9	53.5	44.3	50.4	56.1	53.0	55.6	68.4	69.0
Japonya	79.5	71.4	67.6	59.6	56.6	56.4	59.3	61.7	61.9	59.5
Kore	52.0	52.2	51.7	50.1	47.4	48.2	46.9	47.3	47.0	49.1
Suudi Arabistan	20.0	30.3	37.4	37.8	42.5	48.0	43.0	48.0	51.8	54.0
Endonezya	31.1	35.0	38.5	36.9	39.5	45.2	53.5	52.0	54.2	54.4
Meksika	33.2	38.8	37.1	35.1	34.5	35.4	36.8	37.0	39.4	40.0
Almanya	32.1	33.4	33.6	30.4	29.9	33.5	32.4	31.9	32.5	32.0
İtalya	39.8	47.5	43.0	36.3	34.4	33.1	26.2	23.1	21.4	20.8
Fransa	19.1	22.1	21.2	18.1	18.0	19.4	18.0	17.5	16.4	15.6
Kanada	12.1	15.1	13.1	11.0	12.4	12.0	12.5	12.1	12.8	12.5
Arjantin	5.5	9.6	9.7	9.4	10.4	11.6	10.7	11.9	11.8	12.2
Güney Afrika	8.4	13.7	13.4	11.8	10.9	11.2	13.8	14.9	13.8	14.0
Avustralya	6.8	9.2	9.4	9.2	8.3	8.6	8.8	8.6	9.0	9.1
Birleşik Krallık	11.9	12.6	10.5	7.8	7.9	8.5	7.9	8.5	9.2	9.6

Kaynak: CEMBUREAU

Çimento sektörüne ait dış ticaret verilerine bakıldığında toplamda üretilen ürünlerin çok azının dış ticarete konu olduğu, büyük çoğunluğunun iç pazarda tüketildiği görülmektedir. Çizelge 3.3.'de belirtildiği gibi 2015 yılında dünyada toplamda yaklaşık 10 milyar dolar değerinde toplam 171 milyon ton çimento ihracatı oluşmuştur. Dünyanın en çok ihracat yapan ülkelerine bakıldığında Çin, Birleşik Arap Emirlikleri, Tayland ve Türkiye'nin ilk 4 sırayı paylaştığı görülmektedir. Çin ilk sırada yer almasına rağmen ihraç ettiği çimento, ürettiğinin ancak %0,67'sine denk gelmektedir. 2015 yılında en çok ithalat yapan ülkelerin başında ise ABD, Sri Lanka ve Cezayir gelmektedir.

Çizelge 3.3. Çimento sektörüne ait dış ticaret verileri (2015)

Ülkeler	İhraç Değeri (2015%)	İhraç Değeri (2015 bindolar)	İhraç Miktarı (ton)	Ülkeler	İthal Değeri (2015%)	İthal Değeri (2015 bindolar)	İthal Miktarı (ton)
Dünya (Toplam)	100	10657267	171908999	Dünya (Toplam)	100	11699786	belli değil
Çin	7.28	776189	15766287	ABD	8.04	940540	11231912
Birleşik Arap Emirlikleri	6.49	692022	9969784	Sri Lanka	4.16	486719	6973645
Tayland	6.18	658893	12647797	Cezayir	4.06	474971	6607360
Türkiye	**5.16**	**549590**	**10688112**	Singapur	2.93	343296	5968280
Almanya	4.79	510579	6569343	Bangladesh	1.69	197308	5748103
Vietnam	4.71	502247	7808644	Oman	3.05	356444	5408844
İspanya	4.59	489164	8878566	Myanmar	2.32	271548	4479149
Japonya	3.71	395713	10195615	Kuveyt	1.76	206212	3972288
Kanada	3.45	367382	4503945	Australya	1.38	161845	3681027
Pakistan	3.24	345245	6218872	Fransa	3	350916	3648565
Kore	2.62	279382	7393034	Endonezya	1.64	191759	3357265
Fransa	2.45	261134	1331180	Gana	1.09	127558	3264659
Yunanistan	2.35	250446	5194204	Malezya	1.55	181304	3239235
ABD	2.34	249351	1586362	Hong Kong.Çin	1.53	179436	3026073
Portekiz	2.09	2222332	4623236				
Hindistan	2	212965	4370315				
Iran	1.86	198695	4026524				
Senegal	1.66	177283	2348041				

Kaynak: BM Ticaret Verileri

3.1.5. Türkiye'de Çimento Sektörü

Türkiye'deki çimento sanayi ülkemizdeki endüstriyel hammaddelere dayalı olarak kurulan önemli sanayi dallarından biridir. Çimento sanayi yurtiçi madenciliğe dayalı olarak kurulmuştur ve çimento üretiminde kireçtaşı, kil, marn, alçıtaşı ve katkılı çimentoda tras kullanılmaktadır. Ülkemizin çeşitli bölgelerinde bol miktarda çimento hammaddesi potansiyeli bulunmakta olup çimento sektörü açısından, ülkemizde herhangi bir hammadde sorunu mevcut değildir (T.C.Kalkınma Bakanlığı,2015:105-106).

Ülkemizin portland çimentosu ile tanışması 1912 yılına rastlamaktadır. İlk yerli üretimler "Aslan Osmanlı Anonim Şirketi"nin Eskihisar ve Darıca fabrikalarında gerçekleşmiştir. Günümüzde TÇMB'ne üye 49 adet entegre tesis, 18 adet öğütme-paketleme tesisi olmak üzere toplam 67 çimento fabrika bulunmaktadır (Resim 3.2). Yaklaşık 2.9 milyar ciro ve hem doğrudan hem de dolaylı olarak yaklaşık 17 000 kişiye istihdam yaratarak Türk Çimento Sektörü üretimini sürdürmekte ve Türkiye ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır (TÇMB,2016).

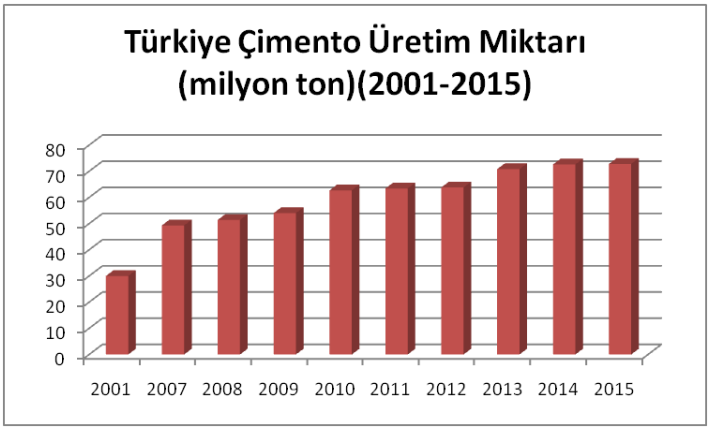


Resim 3.2. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) Üyesi Fabrikalar ve Öğütme Tesisleri Haritası

Sektörün genel yapısına bakıldığında en önemli yapı maddesi olarak kullanılması, oligopolistik piyasaya sahip olması, ihracat potansiyelinin yüksek olması ve kentsel dönüşüm ve altyapı gereksinimlerinden dolayı güçlü bir sektör olduğu söylenebilir. Diğer yandan yüksek ulaşım maliyeti ve hava koşullarından etkilenen bir sektördür. İnşaat sektörüne bağlı olarak gelişmekte olan çimento üretimi inşaat sezonunun genellikle yaz ayları olması sebebiyle genellikle kış aylarında gerçekleşmekte olup Mayıs Ekim aylarında yoğun olarak satılmaktadır. Enerji ve yakıt çimento üretim maliyetlerinin yaklaşık

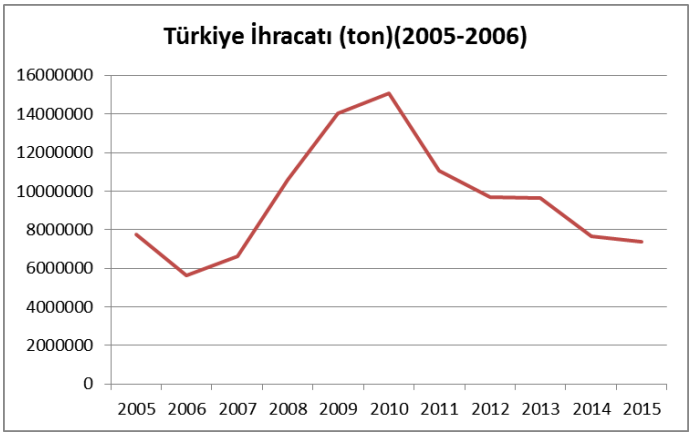
%50'sinden fazlasını oluşturmakla birlikte Türkiye'nin enerji yönünden dışa bağımlı bir ülke olması ve yüksek enerji fiyatları, çimento üretiminin maliyetini arttıran en önemli unsurlardır.

Türkiye'nin 2001-2015 yılları arasındaki çimento üretim serisine bakıldığında 2001 yılından beri üretim miktarında ciddi oranda bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 3.10). Bu artışta en önemli etken artan konut ihtiyacıdır. Seriye bakıldığında en düşük üretim seviyesinin 2001 yılında olduğu daha sonra giderek arttığı ve 2013 yılından sonra bu artışın durduğu söylenebilir. Örneğin, 2015 yılında toplam 72.8 milyon ton çimento üretilmiş olup, 2014 yılına göre sadece %0.27 'lik bir artış yaşanmıştır.



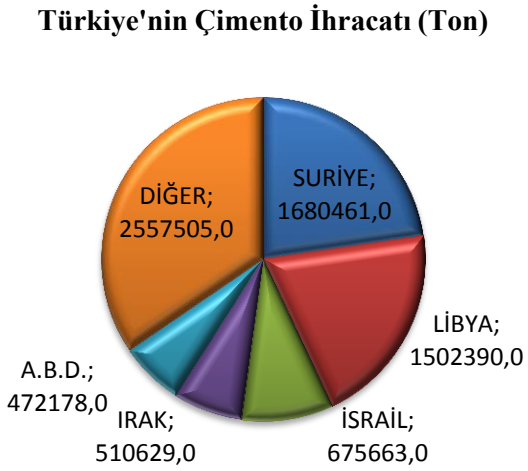
Şekil 3.10. Türkiye çimento üretim miktarı (mt)
Kaynak: CEMBUREAU

Çimento ihracatının 2005-2015 yılları için Şekil 3.11'deki zaman serisine bakıldığında ihracat miktarının çok dalgalı olduğu söylenebilir. 2005 yılında yaklaşık 8 milyon ton çimento ihraç edilirken 2006 yılında ani bir düşüşle 6 milyon tonun altında çimento ihraç edilmiştir. 2006 yılından sonra tekrar toparlanan sektör, en yüksek ihracat seviyesine 2010 yılında ulaşmıştır. Ancak daha sonra tekrar düşüşe geçtiği görülmektedir.



Şekil 3.11. 2005-2015 yılları için ülkelere göre çimento ihracatı miktarı dağılımı (ton)

2015 yılı incelendiğinde 549.6 milyon ABD Doları değerinde ihracat ve toplam ihracattan aldığı %5.16'lık pay ile Türkiye dünya pazarında Çin, Birleşik Arap Emirlikleri ve Tayland'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Ülkelere göre ihracatımızın dağılımı Şekil 3.12'deki gibidir.



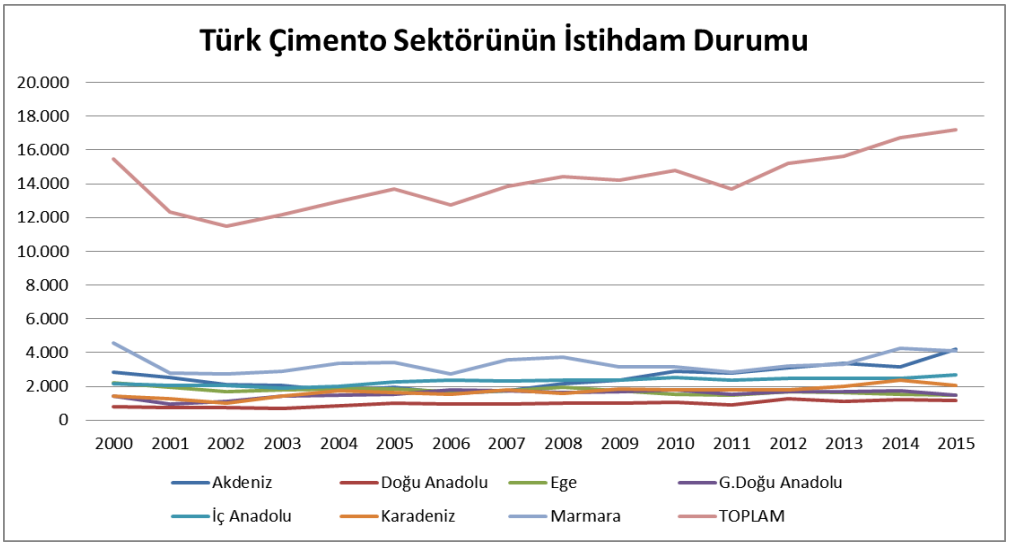
Şekil 3.12. Türkiye'nin ülkelere göre çimento ihracatı dağılımı (ton)
Kaynak: TÇMB istatistikleri

3.1.5.1. Coğrafi bölgelere göre Türkiye'deki çimento sektörü

TÇMB, bünyesinde bulundurduğu çimento ve öğütme fabrikalarının bulunduğu coğrafi bölgelere göre toplam çimento üretimi, satışı, fabrikalara ilişkin istihdam gibi bilgileri içeren istatistik raporları yayınlamaktadır. Bu kısımda öncelikle bölgesel olarak

çimento sektörünün istihdam durumu, fabrikaların kapasiteleri, kapasite kullanım oranları incelenmiştir.

Çimento sektörü doğrudan ve dolaylı olarak inşaat sektörüne girdi sağlayan bir sektördür. Türk Çimento Sektörünün, girişimlerde çalışan personelin haricinde müteahhit elemanlarına da çalışma olanağı sağladığı için ülkenin kalkınmasında çok önemli etkisi bulunmaktadır. Sektörün bölgelere göre istihdam durumu incelendiğinde Şekil 3.13'den de görülebileceği gibi 2015 yılında toplam 17190 kişiye istihdam sağlanmış olup 2014 yılına göre istihdam olanağı %2.71 artmıştır. 2000-2015 yılları arasında Türk Çimento sektöründeki toplam istihdama bakıldığında 2000 yılında 15479 kişi çalışmaktadır. Çalışan sayısı 2002 yılında 11488 kişiye düşmüştür. Bu azalma daha çok Marmara Bölgesindeki işçi ve müteahhit sayısındaki azalmadan kaynaklanmıştır. 2002 yılından sonra sektör toparlanmaya başlamış, inşaat sektörüne olan taleple birlikte istihdam giderek artmıştır.



Şekil 3.13. Türk çimento sektörünün coğrafi bölgelere göre istihdam durumu (2000-2015)
Kaynak: TÇMB İstatistikleri

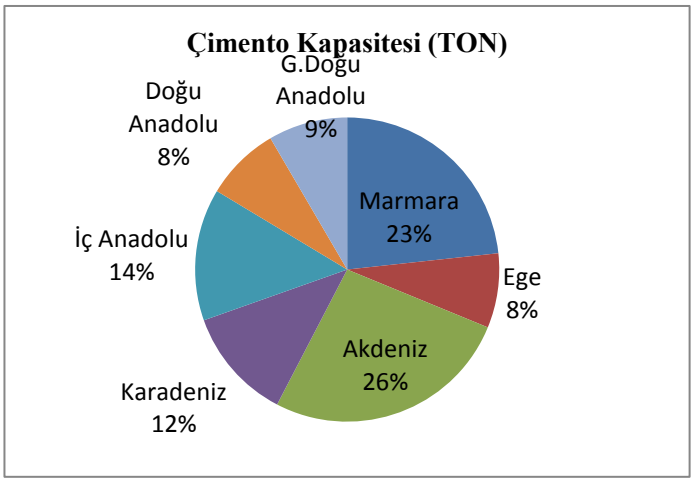
2015 yılına ait bölgelerin istihdam dağılımı daha detaylı olarak Çizelge 3.4'de bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi 4213 kişiye istihdam sağlayarak bölgeler arasında birinci sıradadır. Marmara Bölgesi ikinci sırada olup toplam 4109 kişiye istihdam sağlamaktadır. En son sırada ise Doğu Anadolu Bölgesi olup 1149 kişiye istihdam sağlamaktadır.

Çizelge 3.4. Türkiye'deki çimento fabrikalarının bölgeler bazında 2015 yılı istihdam durumu

TOPLAM	Yönetici		Mühendis	Teknisyen	Tekniker	Memur	İşci		Toplam	Müteahhit Elemanları
	Teknik	İdari					Düz	Kalifiye		
Marmara	119	91	131	128	3	278	857	879	2.486	1.623
Ege	44	77	73	30	0	180	24	712	1.140	341
Akdeniz	85	83	119	114	5	372	888	938	2.604	1.609
Karadeniz	61	58	65	66	21	198	343	685	1.497	551
İç Anadolu	111	63	62	92	23	157	303	806	1.617	1.086
Doğu Anadolu	37	19	44	29	4	90	411	373	1.007	142
G.Doğu Anadolu	45	36	68	43	4	222	216	582	1.216	271
TOPLAM	**502**	**427**	**562**	**502**	**60**	**1.497**	**3.042**	**4.975**	**11.567**	**5.623**

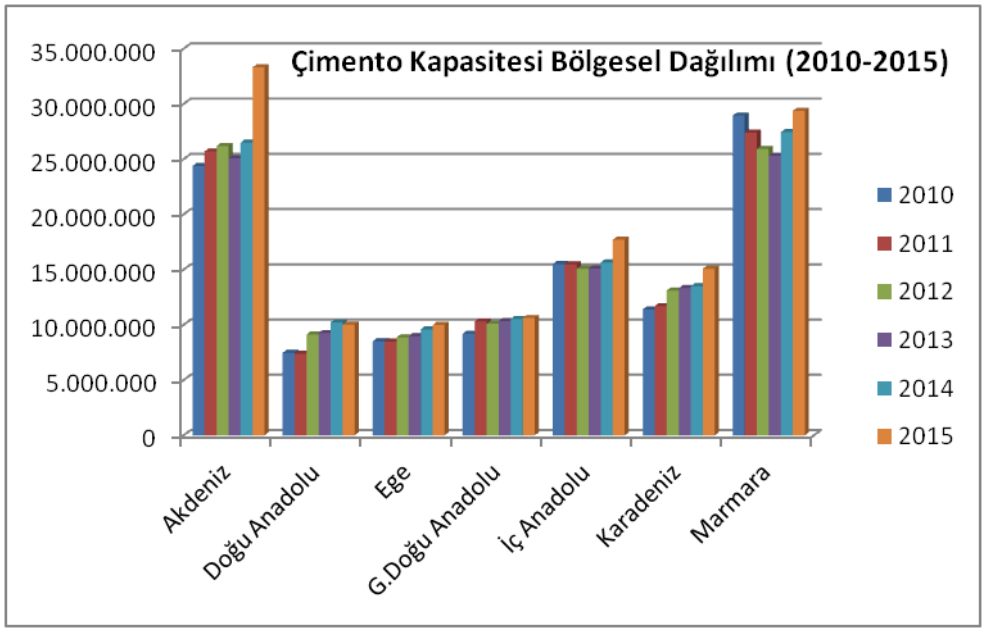
3.1.5.1.1.Coğrafi bölgelere göre çimento kapasite miktarları ve kullanım oranları (%)

Coğrafi Bölgelere göre kapasite miktarı oranları dağılımına bakıldığında Türkiye'de 2015 yılında çimento üretiminin %49.70'i Marmara ve Akdeniz Bölgesi'nde gerçekleşmektedir (Şekil 3.14). Akdeniz Bölgesinin %26'lık pay ile ilk sırada (33 milyon ton), Marmara bölgesinin %23'lük pay ile ikinci sırada (29 milyon ton) yer aldığı görülmektedir. Üretim bakımından üçüncü önemli bölge ise toplam üretimin %14,04'ünü oluşturan İç Anadolu Bölgesidir (17 milyon ton). Karadeniz %11.96 (15 milyon ton), Güneydoğu Anadolu %8.42 (10 milyon ton), Ege %7.92 (10 milyon ton) ve Doğu Anadolu %7,95 (10 milyon ton) olarak gerçekleşmiştir.



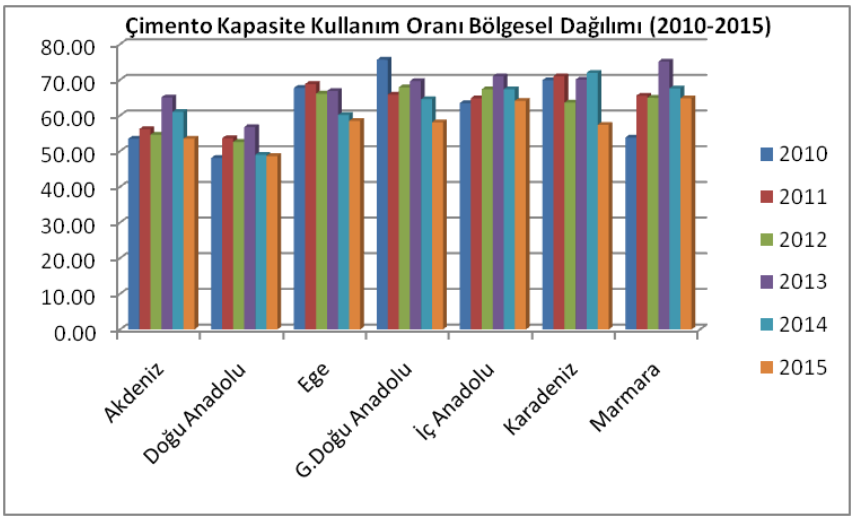
Şekil 3.14. Coğrafi bölgelere göre çimento kapasite miktarı oranları dağılımı (%) (2015)
Kaynak: TÇMB

2010-2015 yılları için Çimento kapasitesinin bölgesel dağılımına bakıldığında Akdeniz Bölgesindeki 2015 yılına ait artış dikkat çekmektedir (Şekil 3.15). Bu artış bir önceki yıla göre %25,74 olup, Akdeniz Bölgesini 2015 yılında birinci sıraya taşımıştır. Çimento kapasitesi olarak ikinci sırada yer alan Marmara Bölgesi 2015 yılında bir önceki yıla göre %6.99'luk bir artış yaşamıştır. Bu iki bölgeyi İç Anadolu Bölgesi takip etmektedir ve 2015 yılında %13.14'lük bir artış gerçekleşmiştir. Karadeniz Bölgesi'nde çimento üretimi klinker üretimine göre daha yoğundur ve 2015 yılında %11.66'lık bir artış yaşanmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi 2014 yılında en yüksek çimento kapasitesine sahip olup, 2015 yılında %1.84'lük bir düşüş ile kapasitesi azalan tek bölgedir. Ege, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesinde fabrika sayısının az olmasından dolayı kapasiteleri diğer bölgelere göre düşük kalmaktadır.



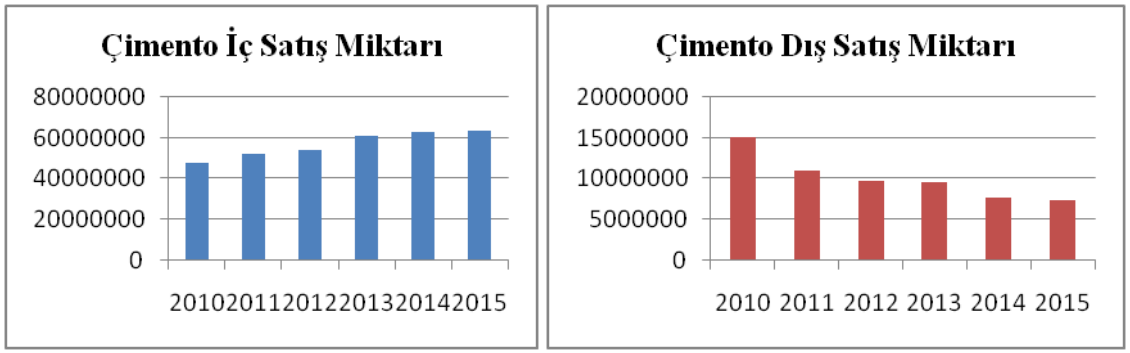
Şekil 3.15. Coğrafi bölgelere göre çimento kapasitesinin bölgesel dağılımı (ton) (2010-2015)

TÇMB'nin verilerine göre çimento sektörüne ait 2015 yılı toplam çimento kapasitesi 126 milyon ton civarında olup çimento üretiminde kapasite fazlalığı bulunmaktadır. Bölgelere göre dağılıma bakıldığında çimento kapasite kullanım oranı bölgeler bazında ortalama %58.47 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 3.16). 2015 yılında en yüksek çimento kapasite kullanım oranına sahip bölgeler Marmara Bölgesi (%64.83) ve İç Anadolu Bölgesi (%64.13)'dir. Genel olarak bakıldığında 2015 yılında çimento kapasite kullanım oranlarının 2014 yılına göre azaldığı görülmektedir. En yüksek düşüş Karadeniz Bölgesinde yaşanmıştır (%20.24).



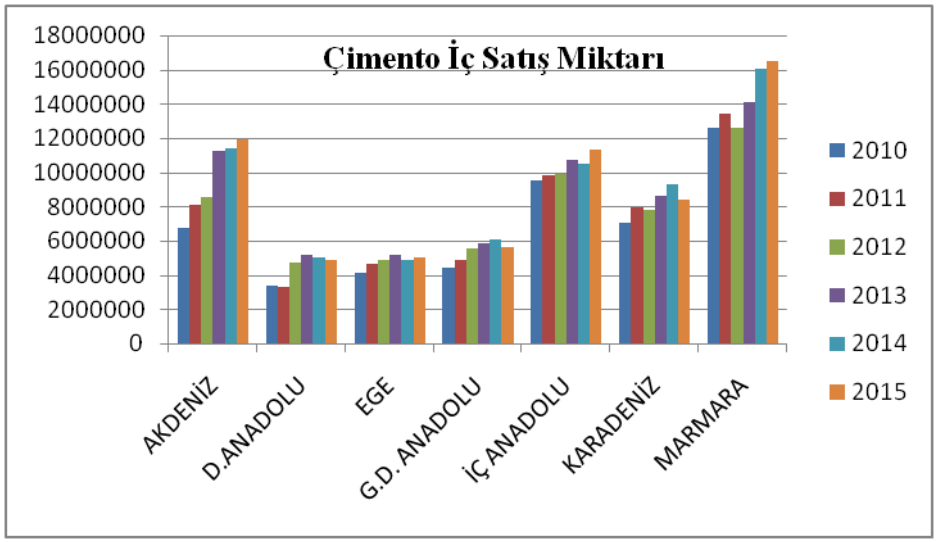
Şekil 3.16. Coğrafi bölgelere göre çimento kapasitesinin kullanım oranı bölgesel dağılımı (%) (2010-2015)

Coğrafi bölgelere göre 2010-2015 yılları arasında iç satış ve dış satış hacim verileri incelendiğinde, iç satış miktarının giderek arttığı ancak dış satış miktarının azaldığı görülmektedir (Şekil 3.17). 2010 yılında toplam 47 milyon ton çimento iç piyasada satılmışken, 2015 yılında 63 milyon ton çimento satılmıştır. Bununla birlikte 2010 yılında toplam 16 milyon ton çimento dış piyasada satılmışken, 2015 yılında bu satış miktarı %50.8 azalarak yaklaşık 7 milyon tona düşmüştür.



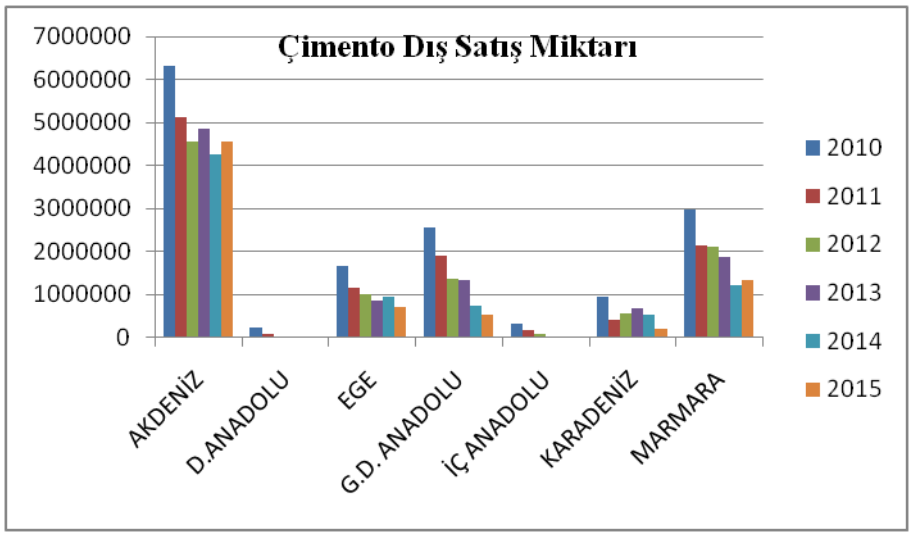
Şekil 3.17. Yıllara göre çimento iç ve dış satış miktarı (ton)

Coğrafi bölgelerin çimento kapasiteleriyle de orantılı olarak iç satış hacimleri yıllara göre değişkenlik göstermektedir. 2010-2015 yıllarında bölgelerin toplam iç satış hacminin giderek arttığı görülmektedir (Şekil 3.18). 2015 yılı için değerlendirme yapıldığında en yüksek iç satış hacmi 16 milyon ton ile Marmara Bölgesine aitken, en düşük iç satış hacmi Doğu Anadolu Bölgesine aittir (4 milyon ton).



Şekil 3.18. Coğrafi bölgelere ve yıllara göre çimento iç satış miktarı

Coğrafi bölgelere göre çimento sektörünün dış satış hacmi incelendiğinde 2015 yılında toplam satılan 7 milyon ton çimentonun %61'inin Akdeniz Bölgesine ait olduğu görülmektedir (Şekil 3.19). Akdeniz Bölgesi en yüksek dış satış hacmine 2010 yılında sahipken, Doğu Anadolu Bölgesi 2010-2011 yılları arasında gerçekleştirdiği dış satışını son yıllarda gerçekleştirememiştir. Diğer dış satış miktarı düşük olan bir diğer bölge İç Anadolu bölgesidir.



Şekil 3.19. Coğrafi bölgelere ve yıllara göre çimento dış satış miktarı (ton)

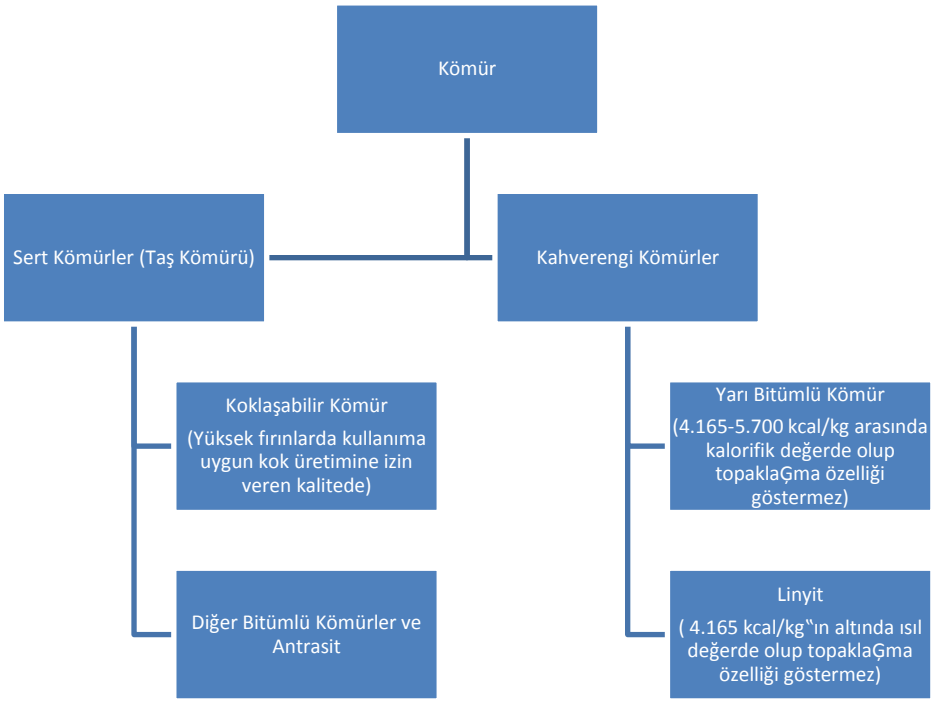
3.2. Taş Kömürü Sektörü

Çalışmanın bu bölümünde taşkömürü sektörünü temsilen kömür madenine, sektörle ilgili daha önce ele alınan çalışmalara, Dünya'da ve Türkiye'de enerji kaynakları ve kömürün yerine ve Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ)'ne ait bilgiler paylaşılacaktır.

3.2.1. Kömürün Tanımı ve Sınıflandırılması

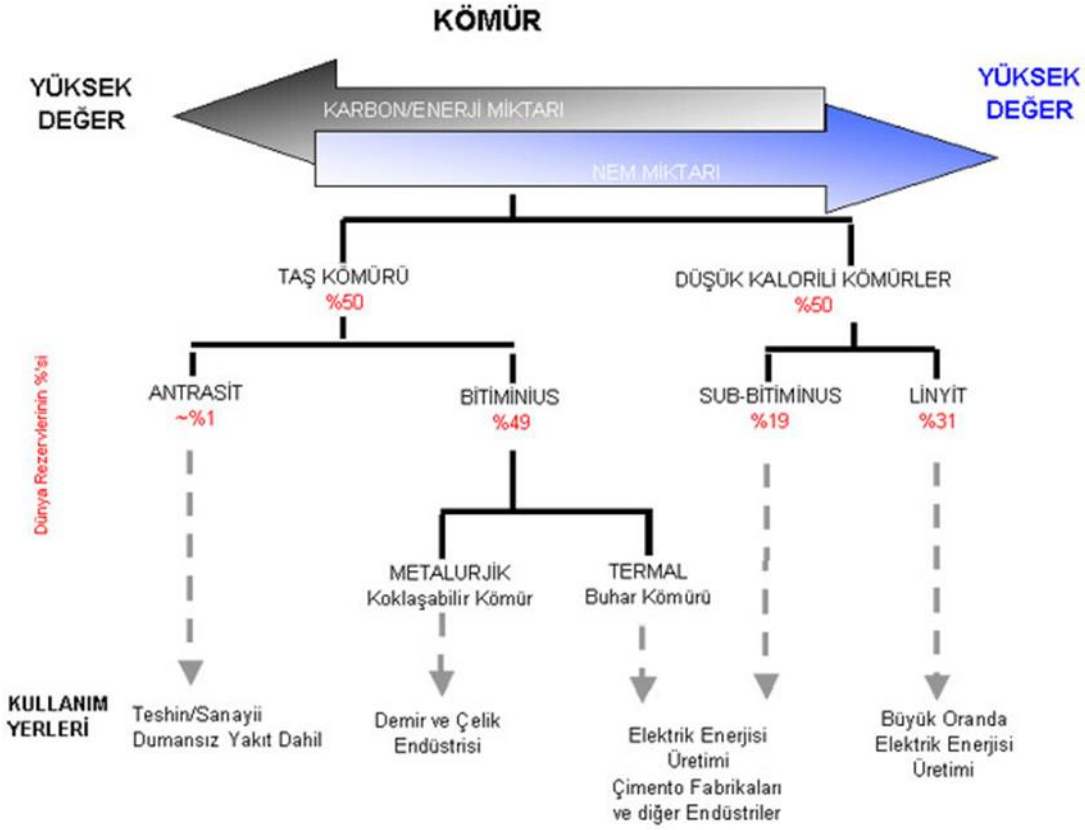
Taş Kömürü, sanayiden elektrik enerji üretimine kadar aktif rol alan en önemli yer altı zenginliklerinden biridir. Kömür başlıca karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bileşiminden oluşmuş olup, az miktarda kükürt ve nitrojen içeren, kimyasal ve fiziksel olarak farklı yapıya sahip madendir. Diğer kaya tabakalarının arasında damar halinde milyonlarca yıl ısı, basınç ve mikrobiyolojik etkilerin sonucunda meydana gelmiş, yanabilen sedimanter (çökel) organik bir kayadır.

Kömürler fiziksel, kimyasal, jeolojik ve termik özellikler yönünden çeşitlilik gösterirler, bu nedenle kömürlerin sınıflandırılması ihtiyacı doğmuştur. Uluslararası ilk sınıflama 1957 yılında yapılmış olup, kömür kalorifik değer, uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, koklaşma ve kekleşme özellikleri temel alınarak sert (taş kömürü) ve kahverengi (alt-bitümlü ve linyit) kömürler olarak Şekil 3.20'deki gibi iki ayrı sınıfa ayrılmıştır (TTK, 2016:1). Bu sınıflardan Taş kömürü yüksek kalorili kömür çeşitlerinden olup "Maden Kömürü" olarak bilinmektedir. Kömürleşme derecesi açısından değerlendirildiğinde linyit ile antrasit arasında yer almaktadır. Karbon ve uçucu maddeler açısından zengin olup, ısı, ışık ve güç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Kauçuk, yağlama yağı, akaryakıt, yapay reçine, naylon ve perlon gibi maddeler de taş kömüründen elde edilmektedir.



Şekil 3.20. Taş kömürünün sınıflaması (DPT, 2001:6)

Taş kömürünün karbon/enerji ve nem bakımından sınıflaması Resim 3.3'de belirtildiği gibidir. Buna göre dünya rezervlerinin %50'si taş kömüründen, diğer %50'si düşük kalorili kömürlerden oluşmaktadır. Taş kömürü'nün genel olarak kullanım alanları elektrik enerjisi üretimi, dumansız sanayi dahil demir çelik endüstrisi, çimento fabrikaları ve diğer endüstrilerdir. 2016 yılı Dünya Enerji raporunda bu sektörlerde yaklaşık 7700 milyon ton kömür kullanıldığı belirtilmiştir.



Resim 3.3. Taş kömürünün karbon/enerji ve nem bakımından sınıflaması

Kaynak: https://www.worldcoal.org/coal/what-coal

Avrupa Topluluğu'nda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması (NACE)'na göre de kömürler "05- Kömür ve linyit çıkartılması" sektörü kapsamında yer almaktadır ve 05- Kömür ve linyit çıkartılması sektörü, Türkiye'deki yapıya uygun olarak "05.10- Taş kömürü madenciliği" ve "05.20- Linyit madenciliği" olarak iki alt sektöre ayrılmaktadır. NACE sınıflamasında sektörün kapsamı "yer altı veya yer üstü madenciliği yoluyla katı mineral yakıtların çıkarımını ve pazarlanabilir ürün haline getirilmesi işlemleri"'dir. Buna karşılık, kapsam ile ilgili açıklamada kok kömürü ve briket kömürü üretiminin sektör kapsamında yeralmadığı ifade edilmektedir. Türkiye'de linyit ve taş kömürü ayrımı net olmakla birlikte, dünyada istatistiklerde linyit taş kömürü ayrımı her zaman çok net değildir ve genel olarak kömür başlığı altında yayınlanmaktadır.

3.2.2. Taş Kömürü Sektörü Literatür Taraması

Bu çalışmada ele alınmak istenen İmalat ve Madencilik sektörlerinden Taş kömürü sektörlerine ilişkin yapılan çalışmalara ve uygulanan politikalara bağlı hazırlanan yayınlara bakıldığında ulusal ve uluslararası literatürde birçok çalışmanın olduğu görülmüştür.

Kömür üretimine ilişkin ilk tahmin çalışması Griffith ve Clarke (1979) tarafından gerçekleştirilmiştir. İlgili çalışmada ikinci dünya savaşından sonra artan petrol kullanımına bağlı olarak kömür üretimi değerlendirilmiş ve 1985 yılından 2000 yılına kadar ekonomik büyüme, enerji fiyatları ve hükümet politikaları gibi çeşitli varsayımlara göre kömür üretimi tahmini yapılmıştır. Kulshreshtha ve Parikh (2000)'e ait çalışmada ise Hindistan'da kömür talebi için bir model belirlenmiş ve kömür talebinin fiyat ve gelir değişkenleri ile uzun vadeli yapısal ilişki VAR yöntemi ile incelenmiştir.

Uzun vadede dünya kömür üretimi için elde edilecek bir tahmin, enerji kaynakları ve iklim değişikliği için alternatif politikalar geliştirmedede yararlı olacaktır. Bu nedenle Dünya Enerji konseyi, Uluslararası Enerji Ajansı, BP başta olmak üzere birçok kurum/kuruluş tarafından enerji sektörüne ve temiz kömür teknolojilerine ilişkin çalışmalar yapılmakta olup, bu çalışmalarda taş kömürü ile iklim değişikliğine neden olan emisyonların ilişkisi incelenmektedir. Bu ilişkinin belirlenmesinin yanında çalışmalarda taşkömürü üretimiyle ilgili de tahminler de elde edilmektedir. Örneğin, Patzek ve Croft (2010) çalışmalarında 2047 yılına ilişkin dünya toplam kömür üretimi tahminlerde bulunmuştur. Bu tahmini gerçekleştirken tarihsel üretim verilerinden yararlanarak çok döngülü Hubbert analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarında bir diğer amaç kömür üretiminin sebep olduğu CO_2 emisyonlarını da tahmin edebilmektir. Elde edilen sonuçlara göre mevcut kömür alanlarından küresel kömür üretimi devam edecektir ve bu bölgelerden gelen kömür üretimi gelecek 40 yılda %50 azalacaktır. Bu kömürün yakılmasından kaynaklanan CO_2 emisyonlarının da %50 azalacağı belirtilmiştir.

Wang ve diğerleri (2011) tarafından da benzer bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarında Çin'de kömür üretimi tahmini ve düşük karbon elde etmeye ilişkin politikara değinilmiştir. Rutledge (2011) de çalışmasında ülkeler için lojit ve probit regresyon yöntemleri ile uzun dönem kömür üretimini tahmin etmiştir. Mohr ve Evans

(2009) da 2100 yılına kadar dünya kömür üretimi tahminine ilişkin senaryolar geliştirmişlerdir. Diğer bir çalışma Babbitt ve Lindner (2005) tarafından hazırlanmıştır ve çalışmalarında kömürle çalışan enerji santrallerinin emisyona katkılarını incelemişlerdir. Kömür madenciliği ve hazırlanması dahil enerji girdileri, malzemeleri ve emisyonlara ait dört kömür yakma tesisinden toplanan veriler kullanılarak emisyona ait bir envanter ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kömür yanmasının hava emisyonlarına olan büyük katkıları doğrulanmaktadır.

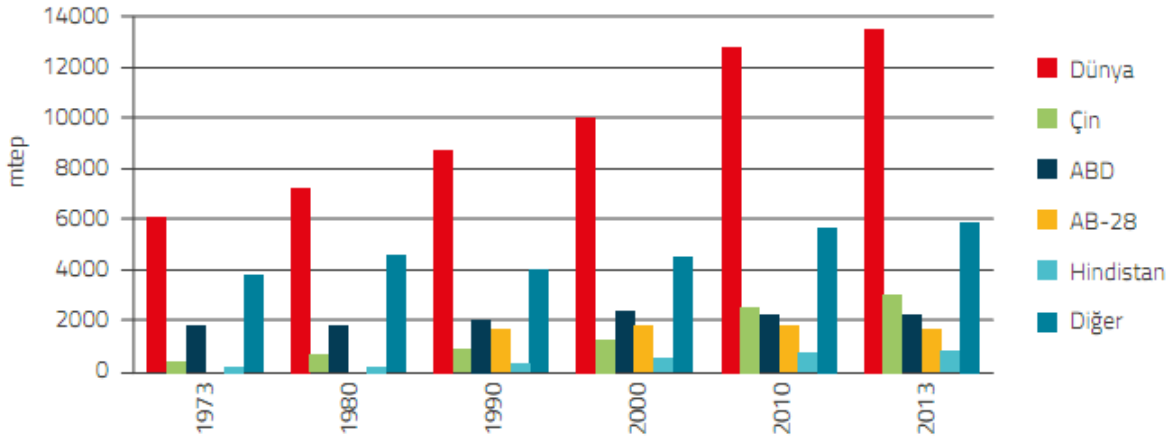
Ülkemizde de enerji sektöründe kullanılması nedeniyle çok büyük öneme sahip olan Taş kömürüne ilişkin Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, T.C.Kalkınma Bakanlığı, Türkiye Taş Kömürü Kurumu Genel Müdürlüğü tarafından faaliyet raporları düzenlenmekte ve bu raporlarda taş kömürü sektörüne ilişkin bilgiler düzenli olarak yayınlanmaktadır. Özellikle T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından 5 yıllık kalkınma planları için sektörün önemini anlatan Madencilik özel ihtisas komisyonu enerji hammaddeleri (linyit - taş kömürü - jeotermal) çalışma grubu raporları hazırlanmaktadır. Sektörle ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında Elibüyük ve Güler (2015) tarafından hazırlanan "Türkiye Taş Kömürü Kurumu'nun Zonguldak İli Ekonomisine etkisi" konulu çalışma dikkat çekmektedir. Çalışmada Zonguldak ilinde gerçekleşen tarım, hayvancılık, ormancılık, sanayi ve ticari faaliyetlerin Türkiye Taş Kömürü Kurumunun etkisinde kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca kamu yatırımlarında da en büyük payın madencilikte olduğu görülmektedir.

Zonguldak ilinde taş kömürü üretiminin ekonomik etki analizi üzerine diğer bir çalışma Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, Bülent Ecevit Üniversitesi işbirliği ile Vergil v.d. (2015) tarafından hazırlanmıştır. Projede sektörün üretim seviyelerinin belirlenmesi ve sektörün üretim faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan toplam üretim etkilerinin hesaplanması amacıyla NACE'nin ikili kod sınıflamasından hareketle 19 sektörde yer alan 1.101 firma ile anket çalışması yapılmış ve taş kömürü üretiminin il ekonomisi içerisindeki yeri ve diğer sektörler ile bağlantı yapısı ortaya konulmuştur.

3.2.3.Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Kömürün Yeri

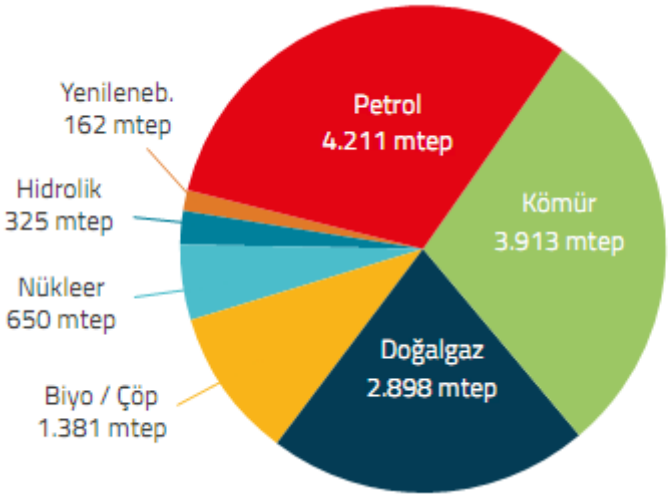
Kömür, bilinen en karbon yoğun fosil yakıt olması nedeniyle dünya elektrikifasyonunda kömür kullanımının önemi büyüktür. Gelişmiş ülkelerde arzın güvencesi olarak "Kömür" önemli bir rol oynamakta, ülkelerin ekonomik büyümesi ve kalkınmasına imkan tanırken, gelişmekte olan ülkelerde kömür kaynakları elektrik ihtiyacı için ayrıca önemli bir rol oynamaktadır. Ülkelerin, sanayilerin enerji kaynaklarına olan ihtiyaçları ile bağlantılı olarak Taş kömürüne ilgi gittikçe artmaktadır. Dünya enerji konseyinin 2016 yılı enerji kaynakları raporuna göre Elektrik enerjisi üretiminde ucuz ve rekabetçi bir yakıt olması nedeniyle Dünya elektrik üretiminin yaklaşık %40'ı kömürden karşılanmaktadır (World Energy Council, 2016:6).

Uluslararası Enerji Ajansının yayınlamış olduğu 2015 yılı raporunda; dünya birincil enerji arzı 1973 ve 2013 yılları arasında değerlendirilmiştir (Şekil 3.21). Bu 40 yıllık süreçte enerji arzı iki kattan fazla artarak 2013 yılı itibariyle 13.541 mtep (milyon ton eşdeğer petrol) düzeyine ulaşmıştır. 2013 yılındaki artış oranı 2010 yılına göre %1.3 düzeyinde tespit edilmiştir. Raporda ayrıca Çin, ABD, AB-28, Hindistan ve diğer ülkelere ait enerji arzları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre 1973 yılında ABD'nin enerji arzı Çin'den fazlayken, 2013 yılında artan nüfusunun ve sanayisinin de etkisiyle Çin, ABD'yi geçmiştir. Aynı şekilde AB ve diğer ülkelerin de enerji arzları yıllar itibariyle artmıştır. 2000-2012 yılları arasında enerji arzı %35 oranında büyürken, artışın yaklaşık dörtte üçü Asya kıtasından kaynaklanmıştır. Söz konusu 12 yılda, enerji arzı Çin'de %159 ve Hindistan'da ise %76 oranında büyümüş, buna karşılık Avrupa Birliği'nde (AB28) %4 ve ABD'de ise %2,9 oranında azalmıştır (IEA, 2015b:20; IEA, 2015c: 48; TKİ, 2016: 3).



Şekil 3.21. Dünya birincil enerji arzı

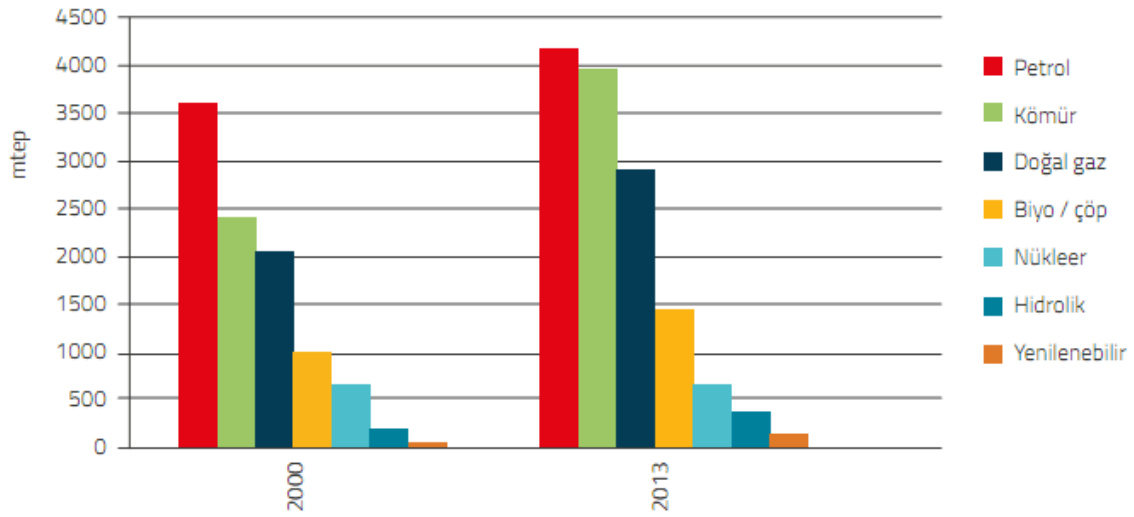
Bahsi geçen raporda ayrıca birincil enerji arzının kaynaklarına göre dağılımı değerlendirilmiştir. Buna göre 1973-2013 yılları arasındaki dönemde; Dünya'da petrolün payı %46.2'den %31,1'e düşerken, doğal gazın payı %16'dan %21.4'e, nükleer enerjinin payı %0.9'dan %4.8'e ve hidrolik dâhil yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ise %1,9'dan %3.6'ya yükselmiştir (IEA, 2015a:.6; TKİ, 2016: 3). Aynı dönemde kömürün payı 4,4 puan artışla %24.5'den %28.9 düzeyine ulaşmıştır. 2013 yılı için mtep cinsinden kaynakların dağılımı Şekil 3.22'de belirtilmiştir.



Şekil 3.22. Dünya birincil enerji arzının kaynaklara göre dağılımı, 2013

Mevcut enerji kaynaklarının 2000-2013 yılları arasındaki kullanımı incelendiğinde ise en dikkat çekici gelişme, kömürün toplam enerji arzı içerisindeki payına ilişkindir (Şekil 3.23). Söz konusu 13 yılda petrolün payı %36.5'den %31.1'e, nükleerin payı %6.7'den %4.8'e düşerken, doğal gazın payı sadece 0.9 puanlık artışla %20'den %21.4'e

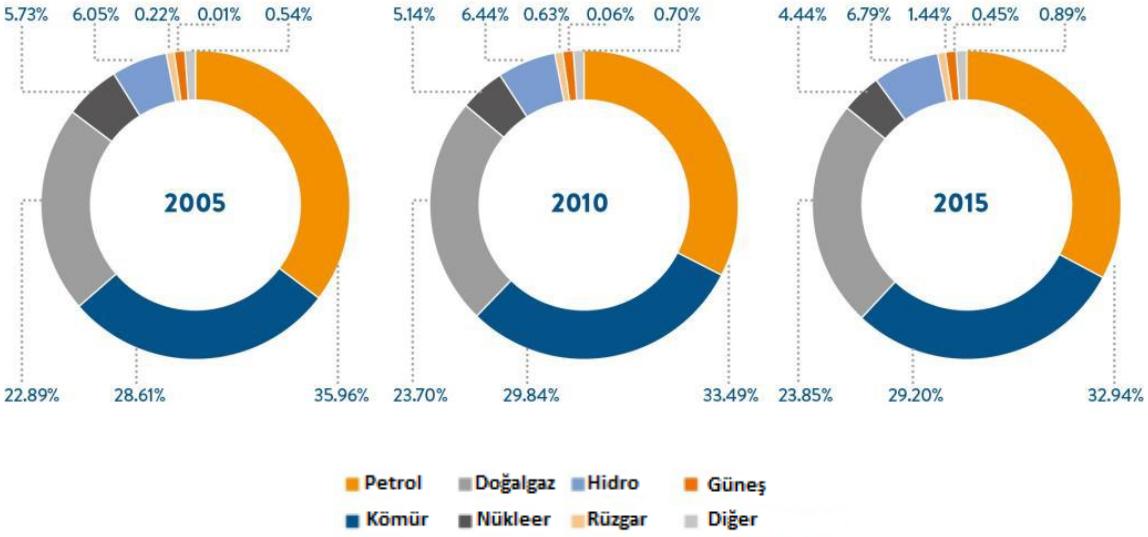
yükselmiştir. Buna karşın kömürün toplam içindeki payı 5.7 puan artışla %23.3'den %29 düzeyine gelmiştir (IEA, 2015d:57; TKİ, 2016: 4).



Şekil 3.23. 2000-2013 yılları arasında kaynaklara göre birincil enerji arz

Kaynak: IEA, 2015a: 6; TKİ, 2016:4

Enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin BP' nin 2016 yılı enerji raporuna bakıldığında da; Kömür'ün payının 2005 yılında %28.61 iken 2015 yılında %29.20'a yükseldiği ve petrolden sonra gelen ikinci enerji kaynağı olduğu görülmektedir (Şekil 3.24).

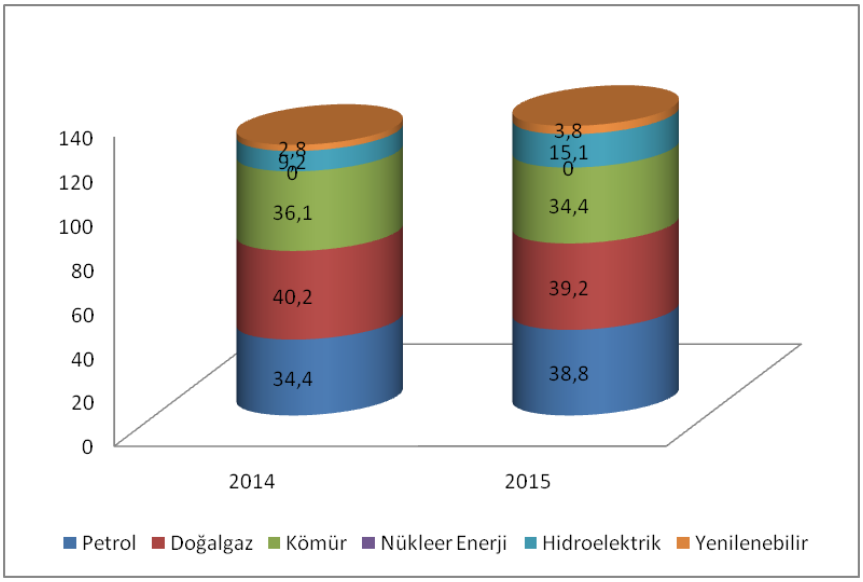


Şekil 3.24. Enerji kaynaklarının kullanımı karşılaştırması (2005/10/15 yılları)

Kaynak: (BP,2016)

2016 yılı dünya enerji raporuna göre de dünyada kömür üretimi 2014 yılında %0.6, 2015 yılında %2.8 düşmüştür ve bu düşüş 1990'lardan beri kömür üretimindeki büyümedeki ilk düşüşlerdir. Diğer enerji kaynakları ile olan rekabetin artması, daha temiz enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulması, iklim değişikliğini azaltma talepleri sektör için zorluklara neden olmaktadır (World Energy Council, 2016: 4).

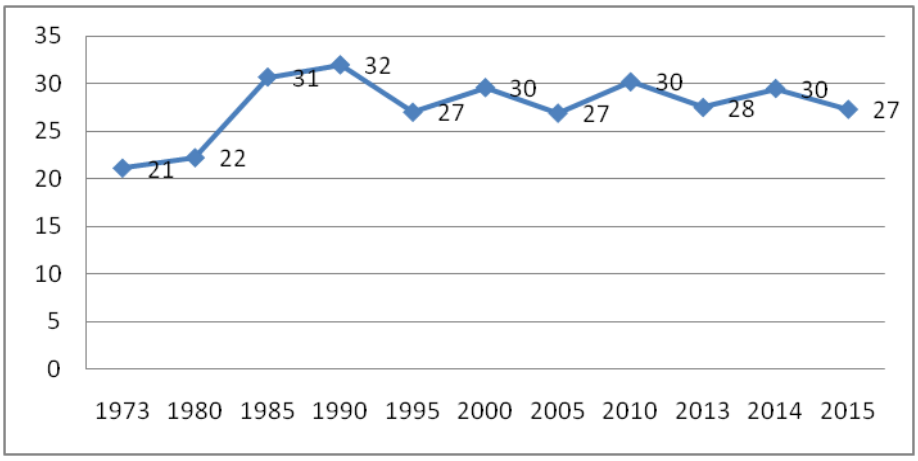
Ülkemiz açısından birincil enerji kaynaklarının tüketim dağılımı incelendiğinde 2014 yılında toplam 122,8 mtep kaynak tüketilmişken, 2015 yılında toplam 131.3 mtep kaynak tüketilmiştir. Petrol'ün payı 2015 yılında 38.8 mtep olup, 2014 yılına göre %12.79 artmıştır. Kömür'ün payı ise 2015 yılında 34.4 mtep olup, 2014 yılına göre %4.70 azalmıştır. Dikkat çekici olan Hidroelektrik enerjisindeki artış olmuştur. 2015 yılında 15.1 mtep kullanılmış olup, 2014 yılına göre %64 artmıştır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Türkiye'nin birincil enerji kaynakların tüketim dağılımı (mtep) (2014-2015)

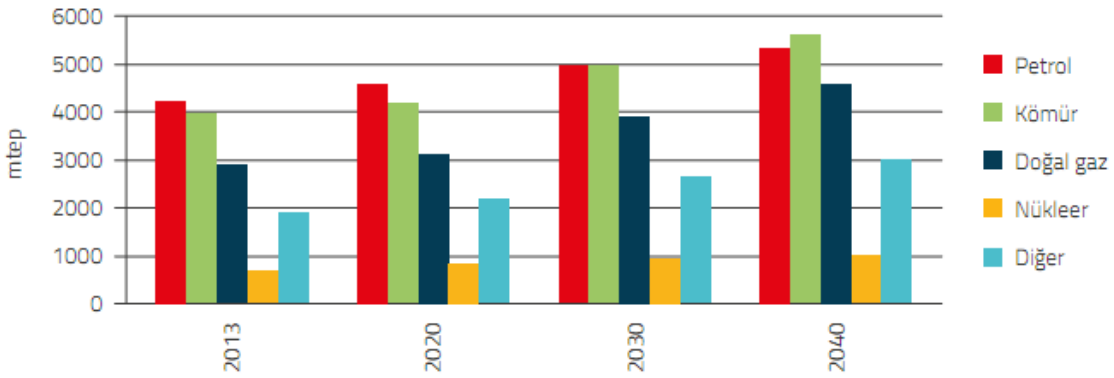
Kaynak: BP, 2016

1973-2015 yılları arasında birincil enerji arzında sadece kömürün payı incelendiğinde Türkiye'de kömür'ün payının 1973 yılında %21 civarında iken 2015 yılında %27'ye yükseldiği görülmektedir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Türkiye'nin birincil enerji arzında kömürü tercih etme payı (%) (1973-2015)

Uluslararası Enerji Ajansı tarafından, günümüzde mevcut enerji politikalarının gelecekte de çok fazla değişmeden sürdürülebileceği varsayımına göre çeşitli tahminler yapılmıştır (Şekil 3.27). Bu tahminlere göre; dünya birincil enerji talebinin 2013 yılına göre yaklaşık %45 oranında artış göstererek 2040 yılında 19.643 mtep cinsinden seviyesine yükseleceği ifade ediliyor. Bu miktarın kaynaklara dağılımında önemli farklılıkların olmayacağı, bununla beraber 2030 yılından sonra petrolün birinciliği kaybedeceği öngörülmektedir. Buna göre; 2040 yılında en büyük pay %29 ile kömürün olacaktır. Kömürü %27 ile petrol ve %23 ile doğal gaz izleyecektir. Söz konusu yılda; nükleer enerjinin payı %5 ve diğer kaynakların payı ise %16 olacaktır (IEA, 2015d:.585;TKİ, 2016: 4).



Şekil 3.27. Dünya birincil enerji talebi tahminleri (2013- 2040)

Kaynak: BP, Dünya Enerjisinin İstatistiksel Gözden Geçirilmesi, 2016

Diğer taraftan kömürün üretiminden tüketimine kadar olan aşamalarda (kömür zinciri) çevresel hususların dikkate alınması yönünde dünyada artan bir politik talep vardır. Dünyanın önemli bir çoğunluğu kömür tüketiminden vazgeçmemekte, yakın bir gelecekte de vazgeçecek gibi görünmemektedir. Bu nedenle elektrik üretiminde ortaya çıkan CO_2 emisyonunun iklim değişikliği üzerindeki etkisini azaltmak için ülkeler "Temiz Kömür Teknoloji"lerini tercih etmeye başlamışlardır. Burada CO_2 emisyonu; karbon içerikli yakıtların (fosil yakıtlar: petrol, doğal gaz, kömür vb) yanması sonucu oluşan karbondioksitin atmosfere karışmasıdır. Hava kalitesini olumsuz etkilemesinin yanında en çok üzerinde durulan önemi, atmosferde yükselerek sera gazı etkisine yol açmasıdır. Temiz Kömür Teknolojileri kullanılarak günümüzde kömür, tüm dünyada doğayı kirletmeden kullanılmaktadır. “Temiz Kömür Teknolojileri” kavramı, genel olarak kömür üretimi, hazırlanması ve kullanımı süreçlerinde verimlilik ve çevre boyutlarını bir arada kapsayan bir tanımlamadır. Söz konusu teknolojiler; bir taraftan emisyon ve atıkların azaltılmasını diğer taraftan birim kömürden elde edilecek enerjinin arttırılmasını hedeflemektedir. Küresel bazda kömür endüstrisinin son yıllarda odaklandığı temel alanlar ise; kömüre dayalı termik santrallerin veriminin arttırılması ve bu santrallerden CO_2 emisyonlarının azaltılmasıdır (Tamzok, 2011: 17).

3.2.4.Dünya’da Kömür Sektörü

3.2.4.1. Dünya'da kömür rezervi

Dünya’da kömür rezervleri yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Bir trilyon ton civarında olduğu tahmin edilen kömür rezervlerinin yaklaşık %45'i (403,199 milyar ton) taş kömürü rezervidir. Bununla birlikte Kömür, 50'den fazla ülkede üretilmekte ve dünyada en yaşlı bir şekilde bulunan, kullanımı, depolanması ve nakliyesi açısından en emniyetli, düşük maliyetlerle elde edilebilen temiz fosil yakıttır (Taş kömürü Sektör Raporu, 2015).

2015 yılı BP istatistik dünya enerji değerlendirmesi raporunda belirtildiği üzere dünyada toplam antrasit-bitümlü, alt-bitümlü kömürler ve linyit rezervleri 891 milyar tondur ve bu rezerv toplamının 403 milyar tonunu antrasit-bitümlü kömür (taş kömürü) rezervleri oluşturmaktadır (Çizelge 3.5). Kömür rezervlerinin 100'den fazla ülkede bulunmasına rağmen dünya kömür rezervlerinin %75'i dört ülkede bulunmaktadır. En fazla

rezerve %29.1 payla ABD sahiptir (Kuzey Amerika (%27.5), Güney Amerika (%1.6)). Bunu %17.6 payla Rusya, %12.8 ile Çin, %8.6 ile Avustralya ve %6.8 payla Hindistan izlemektedir.

Çizelge 3.5.Dünya görünür kömür rezervinin ülkelere göre dağılımı ve tükenme ömürleri (2014 sonu)

Ülke/Bölge	Antrasit ve Bitümlü (Mt)	Subbitümlü ve Linyit (Mt)	Toplam (Mt)	%	Ömür R/P (yıl)
ABD	108.501	128.794	237.295	26,6	262
Kanada	3.474	3.108	6.582	0,7	96
Meksika	860	351	1.211	0,1	87
Toplam Kuzey Amerika	**112.835**	**132.253**	**245.088**	**27,5**	**248**
Brezilya	-	6.630	6.630	0,7	*
Kolombiya	6.746	-	6.746	0,8	76
Venezüella	479	-	479	0,1	189
Diğer Güney ve Orta Amerika	57	729	786	0,1	234
Toplam Güney &Orta Amerika	**7.282**	**7.359**	**14.641**	**1,6**	**142**
Bulgaristan	2	2.364	2.366	0,3	76
Çek Cumhuriyeti	181	871	1.052	0,1	22
Almanya	48	40.500	40.548	4,5	218
Yunanistan	-	3.020	3.020	0,3	61
Macaristan	13	1.647	1.660	0,2	174
Kazakistan	21.500	12.100	33.600	3,8	309
Polonya	4.178	1.287	5.465	0,6	40
Romanya	10	281	291	♦	12
Rusya Federasyonu	49.088	107.922	157.010	17,6	441
İspanya	200	330	530	0,1	136
Türkiye	322	8.380	8.702	1	125
Ukrayna	15.351	18.522	33.873	3,8	*
Ingiltere	228	-	228	♦	20
Özbekistan	47	1.853	1.900	0,2	432
Diğer Avrupa & Avrasya	1.389	18.904	20.293	2,3	337
Total Avrupa & Avrasya	**92.557**	**217.981**	**310.538**	**34,8**	**268**
Güney Afrika Cum.	30.156	-	30.156	3,4	116
Zimbabve	502	-	502	0,1	120
Diğer Afrika	942	214	1.156	0,1	379
Ortadoğu	1.122	-	1.122	0,1	*
Toplam Ortadoğu ve Afrika	**32.722**	**214**	**32.936**	**3,7**	**122**
Avustralya	37.100	39.300	76.400	8,6	155
Çin	62.200	52.300	114.500	12,8	30
Hindistan	56.100	4.500	60.600	6,8	94
Endonezya	-	28.017	28.017	3,1	61
Japonya	337	10	347	♦	265
Yeni Zelanda	33	538	571	0,1	143
Kuzey Kore	300	300	600	0,1	19
Pakistan	-	2.070	2.070	0,2	*
Güney Kore	-	126	126	♦	72
Tayland	-	1239	1.239	0,1	69
Vietnam	150	-	150	♦	4
Diğer Asya Pasifik	1.583	2.125	3.708	0,4	97
Toplam Asya Pasifik	**157.803**	**130.525**	**288.328**	**32,3**	**51**
Dünya	**403.199**	**488.332**	**891.531**	**100,0**	**110**
of which: OECD	155.494	229.321	**384.815**	43,2	191
Non-OECD	247.705	259.011	**506.716**	56,8	83
Avrupa Birliği	4.883	51.199	**56.082**	6,3	111
Eski Sovyetler Birliği	86.725	141.309	**228.034**	25,6	428

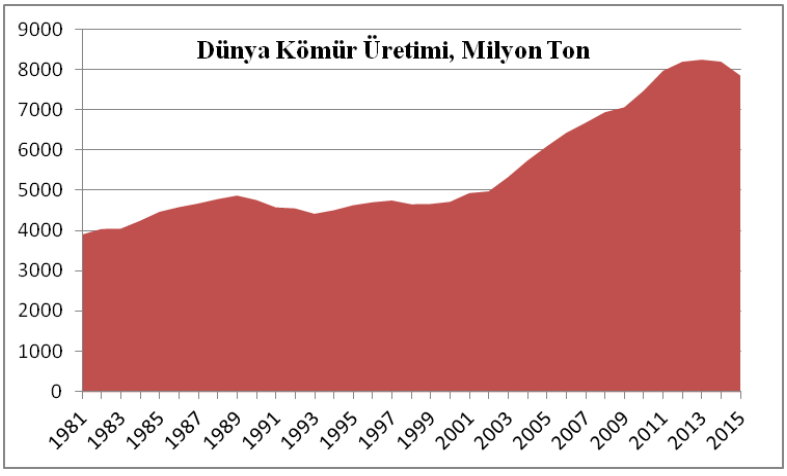
*500 yıldan fazla . ♦%0.05'ten küçük

Kaynak: TTK, 2016: 4

Bölgelere göre değerlendirildiğinde de dünya kömür rezervlerinin %32.3 ile en çok Asya-Pasifik'te, %27.5'inin Kuzey Amerika'da, %3.7'sinin Ortadoğu ve Afrika'da, %17,6'sının Rusya'da bulunduğu görülmektedir. Rezerv miktarının çokluğu, kömürün uzun vadeli yeterliliğini beraberinde getirmektedir. Mevcut üretim seviyeleri ile dünya görünür kömür rezervlerinin ortalama 110 yıllık bir sürede tüketileceği tahmin edilmektedir. Ülkemizde de kömür rezervi 8702 milyon ton olmakla birlikte dünya kömür rezervinin %1'ini oluşturmaktadır ve tahminen 125 yıllık bir ömrü bulunmaktadır (TTK, 2016:4).

3.2.4.2. Dünya'da kömür üretimi ve tüketimi

Dünya'da en önemli ikinci enerji kaynağı kömür olup kömüre olan talep giderek artmaktadır. 1981-2015 yılları arasında dünyadaki toplam kömür üretimi serisine bakıldığında üretimdeki %100 artış dikkat çekicidir ve bu artışın sebebi başta Çin olmak üzere Asya kıtasındaki elektrik enerjisi talebidir. Çin'in elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık %81'i kömüre dayalı termik santrallerden elde edilmektedir (WCA, 2014: 2; TKİ 2015 Kömür Sektör Raporu: 26-27). Şekil 3.28'den de görüleceği üzere 2013 yılına kadar artan kömür üretimi 2014 yılında düşmeye başlamıştır. Bunun sebebi doğal gazdaki üretim fazlalığı ve fiyatlandırma olarak belirtilebilir.

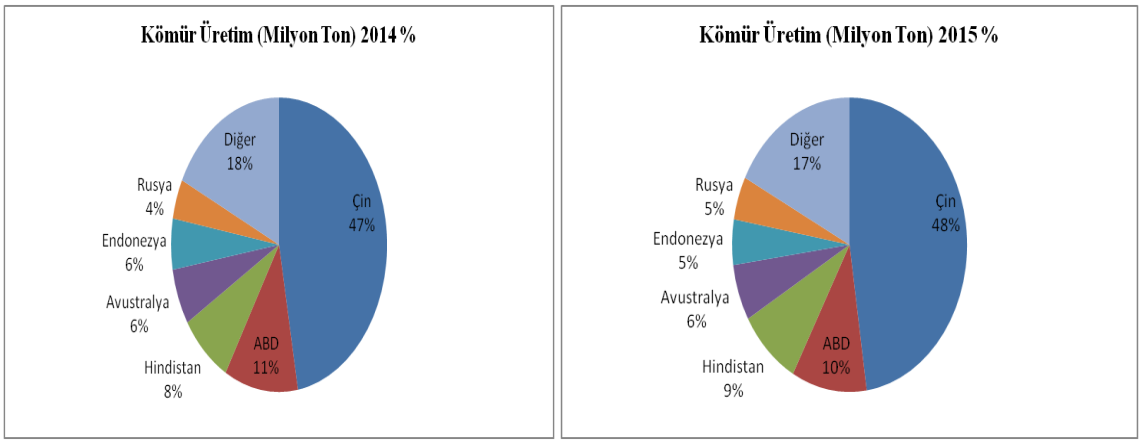


Şekil 3.28. Dünya kömür üretimi (mt) (1981- 2015)

Kaynak: BP istatistikleri, 2016

2014 yılında toplam kömür üretimin yaklaşık %90'ı taş kömürü ve %10'u ise linyit olarak gerçekleşmiştir. BP'nin 2016 yılı raporuna göre; 2014 yılı için toplam 8206 milyon

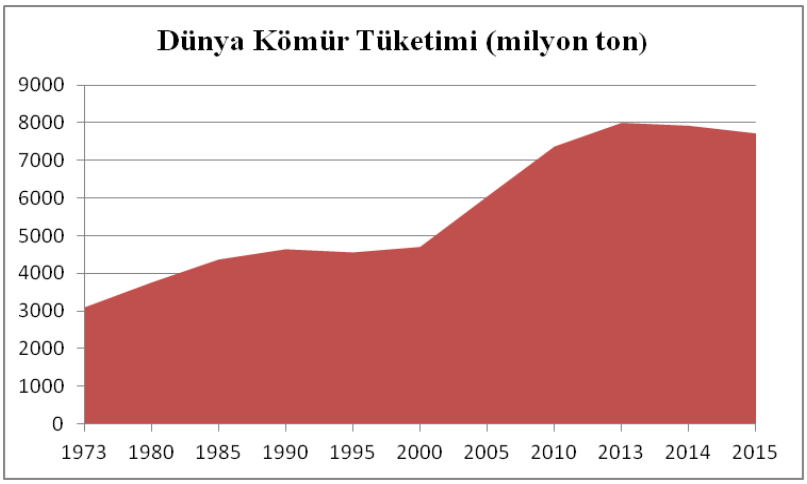
ton kömür üretilmiş olup, kömür üretiminin %47'sini (3873 milyon ton) tek başına Çin gerçekleştirmiştir. ABD'nin payı %11 (907 milyon ton) , Hindistan'ın payı %8 (648 milyon ton), Avustralya'nın payı %6 (503 milyon ton), Endonezya'nın payı %6 (458 milyon ton), Rusya'nın payı %4 (357 milyon ton) oranlarındadır (Şekil 3.29). İlgili ülkelerin toplam payı %82 oranındadır (6389 milyon ton). 2015 yılında ise 2014 yılına göre kömür üretimi %4,20 azalarak toplamda 7861 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Yine üretimde lider ülke Çin olup, toplam üretimin %48'ine sahiptir. ABD'nin payı %10 (813 milyon ton)'a düşerken, Hindistan'ın payı %9'a (677 milyon ton) çıkmıştır. Avusturya'nın payı değişmemiştir (485 milyon ton). Endonezya'nın payı %5'e (392 milyon ton) ve geriye kalan diğer ülkelerin payı %17'ye (1374 milyon ton) düşerken; Rusya'nın payı %5'e çıkmıştır (373 milyon ton).



Şekil 3.29. Ülkelerin toplam kömür üretimi (2014 ve 2015 yılı)

Kaynak: BP istatistikleri, 2016

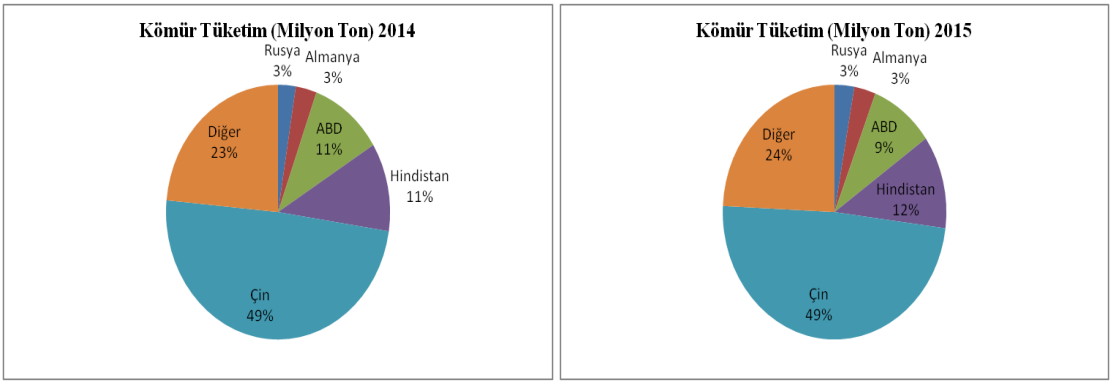
Dünya kömür tüketimi 1973'den 2015 yılına kadar %149 artmıştır ve bu dönemde en çok tüketimi artan yakıttır. Özellikle 2000'li yıllardan sonra artış hızlanmış ve kömür üretiminde olduğu gibi 2013 yılından sonra düşüşe geçmiştir (Şekil 3.30). Bunun en önemli sebebi Çin'de kömür talebinin azalmasıdır. Çin'de 2014 yılında kömür talebi ilk defa %2.9 düşmüş ve 3,9 milyar ton olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte dünya'da kömür tüketiminin %50'si Çin'e aittir (TKİ, 2016: 11-12).



Şekil 3.30. Dünya kömür tüketimi (mt) (1973- 2015)

Kaynak: IEA, 2016, Kömür İstatistikleri

Şekil 3.31'de ülkelerin 2014 ve 2015 yılındaki kömür tüketimleri ele alınmıştır. 2014 yılında toplam 7911 milyon ton kömür tüketilmiş olup, kömür tüketiminin %49'unu (3883 milyon ton) tek başına Çin gerçekleştirmiştir. ABD'nin payı %11 (839 milyon ton), Hindistan'ın payı %11 (889 milyon ton), Almanya'nın payı %3 (239 milyon ton), Rusya'nın payı %3 (201 milyon ton) oranlarındadır. 2015 yılında ise 2014 yılına göre kömür tüketimi %2,59 azalarak toplamda 7706 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Yine tüketimde lider ülke Çin olup, toplam üretimin %49'una sahiptir. ABD'nin payı %9 (713 milyon ton)'a düşerken, Hindistan'ın payı %12'ye (912 milyon ton) yükselmiştir. Almanya ve Rusya'nın payı değişmemişken, geriye kalan diğer ülkelerin payı %24'e (1867 milyon ton) yükselmiştir (BP, 2016).



Şekil 3.31. Ülkelerin toplam kömür tüketimi(mt) (2014 ve 2015 yılı)

Kaynak: IEA, 2016, Kömür İstatistikleri

3.2.4.3. Dünya'da kömür ticareti

Dünya kömür ticareti ile ilgili dokümanlara ve verilere bakıldığında kömür ticaretinin tamamının taş kömürüne ait olduğu görülmektedir. Linyit kömürünün ülkeler arasında taşınması ya da ticareti günümüzde ekonomik bulunmamaktadır. Küresel ölçekte ticareti yapılan taş kömürünün elektrik üretimi (buhar kömürü) ve demir çelik endüstrisinin kullanımı için kok üretimi (koklaşabilir kömür) olmak üzere iki ana kullanım amacı bulunmaktadır.

1975-2014 yıllarına ait toplam üretilen ve ithal edilen kömürün sektörlere ilişkin dağılımı Çizelge 3.6'da belirtilmiştir. Üretimdeki artışa bağlı olarak ülkelerin, ithalat ve ihracat hacimlerinde de artış olduğu görülmektedir. Üretim açısından bakıldığında 2015 yılında 1975 yılına göre %130 artış yaşanmıştır. İthalat açısından bakıldığında sektör kullanımında özellikle güç ve ısı tesislerindeki ihtiyaca bağlı olarak ithalat miktarının arttığı görülmektedir. 1975 yılında 211 milyon tonluk kömür ithal edilip, 216 milyon ton ihraç edilirken; 2015 yılında hem ithalat hem ihracatın yaklaşık 5 kat arttığı dikkat çekmektedir.

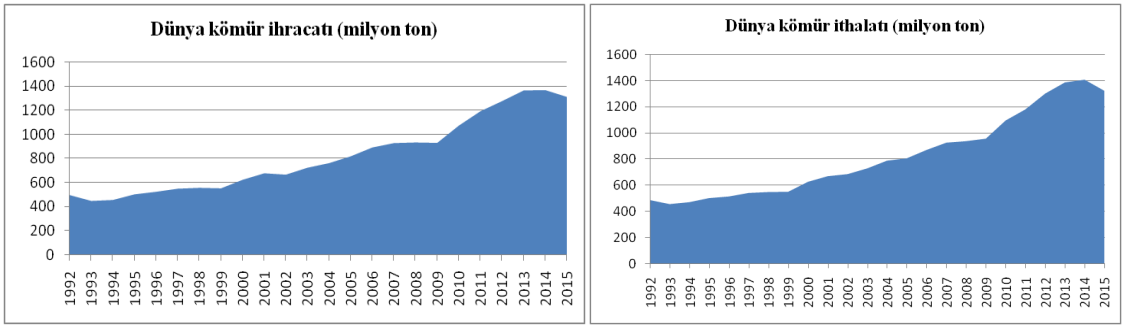
1975 yılında toplam üretilen ve ithal edilen kömürün %47'si Güç ve Isı Tesislerinde kullanılmaktayken 2014 yılında %65'i kullanılmaktadır. Bu yüksek artışın en önemli sebebi toplam üretimin yıllar içinde giderek artmasıdır. Karşılaştırılan yıllara bakıldığında 2014 yılında üretimin 1975 yılına göre %136 artması dikkat çekmektedir (Çizelge3.6). Kömürün kullanımı açısından güç ve ısı tesisleri hariç diğer sektörlerde durum biraz farklıdır. 1975 yılında toplam üretilen ve ithal edilen kömürün %17'si çelik sanayisinde; %5'i konutta; %31'i diğer sektörlerde kullanılırken, 2014 yılında Çelik Sanayisinde %16'sı; Konutta %2'si; Diğer Sektörlerde %17'si kullanılmaktadır.

Çizelge 3.6. Yıllara göre kömür ticaret verileri ve sektörlere ilişkin dağılımı (mt) (1975-2015)

				Sektör Kullanımı			
Yıl	**Üretim**	**İthalat**	**İhracat**	**Güç ve Isı Tesisleri**	**Çelik sanayii**	**Konut**	**Diğer**
1975	3366,3	211,6	216,8	1539	544,2	181,5	1001,1
1980	3821,2	271	274,6	1934,5	621,1	193,6	1051
1985	4411,3	359,2	363,7	2330,3	566,2	239,1	1213,2
1990	4699,1	511,5	520,7	2728,1	575,5	255,4	1121,1
1995	4598,1	502,9	504,4	2936,4	615,7	203,8	922,1
2000	4665,4	627,4	624,7	3332	585,8	129,8	739,8
2005	6055,3	806,4	819,4	3988,6	797,5	133,1	1225
2010	7395,4	1096,3	1073,7	4734,1	1079,9	136,2	1387,8
2011	7839	1181,6	1192,7	5012,9	1179,5	137,8	1413,6
2012	7944,3	1302,8	1276,4	5135,7	1194,6	135,5	1393,9
2013	8014,9	1388,3	1364,6	5242,7	1255,4	130,9	1398,4
2014	7966,3	1409,2	1367,5	5169,1	1283,5	132	1361,2
2015	7736,3	1323,9	1311,1	-	-	-	-

Kaynak: IEA, 2016, Kömür İstatistikleri

1992-2015 yılları için dünya kömür ihracatı ve ithalatı zaman serileri Şekil 3.32'de belirtilmiştir. Dünya kömür ticaret hacmi 2015 yılında 1311 milyon ton düzeyine ulaşmış, bu ticaretin 1002 milyon tonluk kısmı (%76.43) buhar kömürü, 299 milyon tonluk kısmı (%22.80) kok kömürü ve 9 milyon tonluk kısmı ise linyite ilişkindir. 1992 yılına göre de ticarette %163,43'lük bir artış yaşanmıştır.



Şekil 3.32. Dünya kömür ihracatı ve ithalatı (mt) (1992-2015)

Kaynak: IEA, 2016, Kömür İstatistikleri

2014 ve 2015 yıllarına ait kömür ihracatı ve ithalatı yapan ülkeler Çizelge 3.7'de belirtilmiştir. 2015 yılı Dünya kömür ihracatında ilk sıra, 2011 yılından beri olduğu gibi Endonezya'nındır. Bu ülkenin 2015 yılı ihracatı bir önceki yıla göre %9.75 oranında azalarak 368 mt düzeyinde gerçekleşmiştir. Avustralya, 392 mt ile ikinci sıradadır. Diğer önemli kömür ihracatçıları arasında, sırasıyla; Rusya (155mt), Kolombiya (82 mt), Güney Afrika Cumhuriyeti (77,3 mt) ve ABD (67 mt)bulunmaktadır. Bununla birlikte 2015 yılı dünya kömür ithalatında ilk sıra Hindistan'a aittir. Bu ülkenin 2015 yılı ithalatı bir önceki yıla göre %6.66 oranında azalarak 222 mt düzeyinde gerçekleşmiştir. Çin 2014 yılında ithalatta birinciyken, 2015 yılında ikinci sıraya düşmüştür. 2014 yılına göre ithalatı %30 azalarak, 2015 yılında 204 mt kömür ithalatı yapılmıştır. Diğer önemli kömür ithalatçıları arasında, sırasıyla; Japonya (192mt), Kore (135mt), Tayvan (66mt) ve Almanya (56mt) bulunmaktadır.

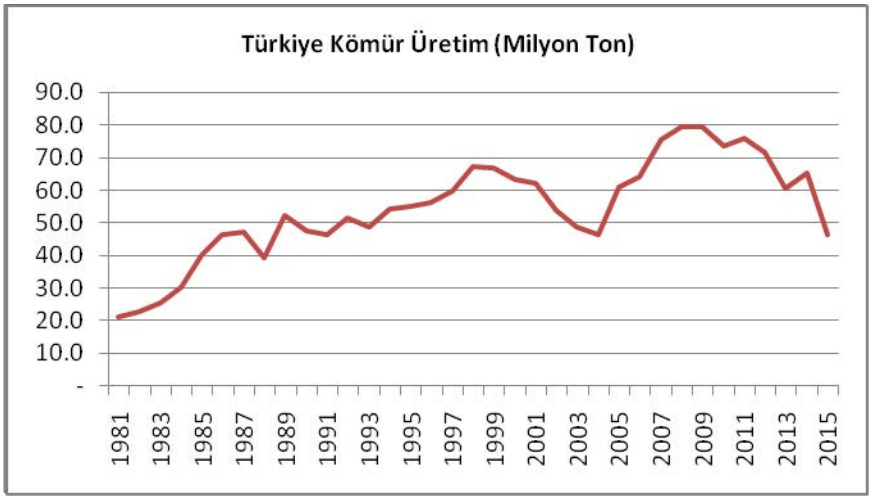
Çizelge 3.7. Seçili ülkeler kömür ihracatı ve ithalatı (mt) (2014-2015)

İhracatçı Ülkeler	2014	2015	İthalatçı Ülkeler	2014	2015
Avustralya	375	392,3	**Hindistan**	238	222
ABD	88,2	67,1	**Çin**	292	204
Diğer OECD	46,1	47,9	**Japonya**	188	192
Kanada	34,5	30,5	**Kore**	131	135
Polonya	9,3	9,4	**Tayvan**	66	66
Toplam OECD	553,1	547,2	**Almanya**	54	56
Endonezya	408,2	368,4	**Rusya**	27	26
Rusya	155,5	155,1	**Birleşik Krallık**	42	26
Kolombiya	81,2	82	**İspanya**	16	19
Güney Afrika	69	77,3	**Fransa**	13	13
OECD olmayan	62,1	48,8	**ABD**	10	10
Kazakistan	30,9	27,4	**Kanada**	8	8
Çin	7,3	5	**Belçika**	5	4

Kaynak: IEA, 2016, Kömür İstatistikleri

3.2.5. Türkiye'nin Dünya Kömür Sektöründeki Yeri

Türkiye'nin 1981-2015 yılları arasındaki kömür üretim serisine bakıldığında 1999 yılına kadar üretimin devamlı arttığı görülmektedir. Daha sonra 2001 krizinin etkisiyle ani bir düşüş yaşanmıştır. Piyasalardaki belirsizliklerin de etkisiyle üretim 2003 yılına kadar düşmüştür (Şekil 3.33). Daha sonra sektör toparlanarak 2009 yılına kadar yükselişe geçmiştir. Ancak daha sonra tekrar kömür üretiminin azaldığı görülmektedir. Bunun nedenleri arasında hükümet politikalarının ve alternatif enerji kaynaklarına yönelmenin de etkisinin olduğu söylenebilir.



Şekil 3.33. Türkiye'nin 1981-2015 yılı kömür üretim serisi

Kaynak: BP istatistikleri, 2016

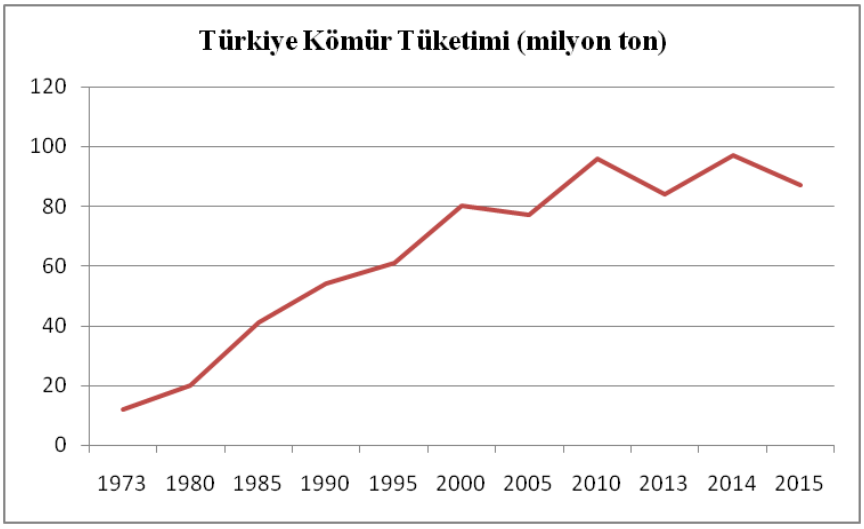
Bununla birlikte 1981-2015 yıllarına ait Türkiye'nin kömür üretimindeki payına ait seriye bakıldığında 1981 yılında %0,50 olan payın 1999 yılına kadar hızla arttığı söylenebilir Şekil 3.34). Ancak bu yıldan sonra düşüş yaşanmıştır. Kömür üretiminde 1981 yılında sahip olunan pay'a 2015 yılında tekrar geri dönülmesi dikkat çekicidir. Bunun ana sebebi Çin, Avusturalya, Hindistan gibi ülkelerin üretimdeki paylarını giderek artırmalarıdır. 2015 yılında Türkiye'de toplam 46 mt kömür üretilmiş olup, bu üretimle dünya toplam üretiminde %0.59'luk bir paya sahip olmuştur.



Şekil 3.34. Türkiye'nin toplam kömür üretimindeki payı (%) (BP, 2016)

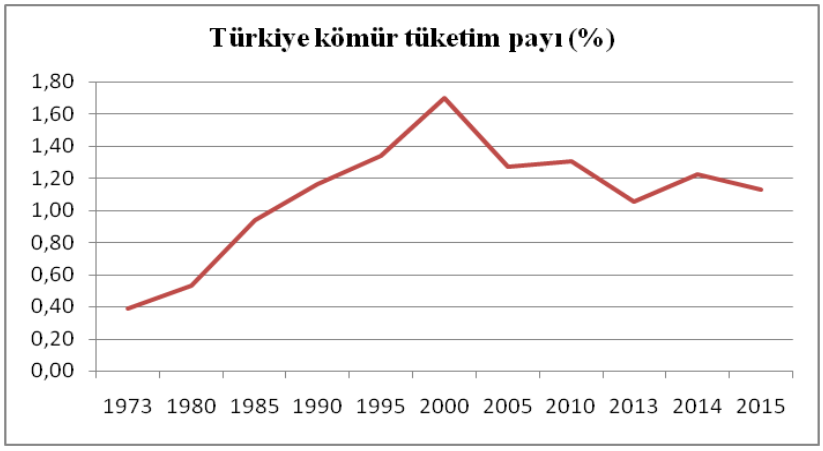
3.2.5.1. Türkiye'nin dünya kömür tüketimindeki yeri

Türkiye'nin 1973-2015 yılları arasındaki dünya kömür tüketim serisine bakıldığında 1973-2000 yılları arasında kömür tüketimi sürekli artmış, 2000 yılından sonra tüketimde azalmalar yaşanmıştır (Şekil 3.35). 2005 yılından sonra tekrar tüketimde artış gerçekleşmiş ve 2010 yılında toplam 96 mt kömür tüketilmiştir. 2010 yılından sonra ikinci bir tüketimde düşüşten sonra en çok tüketim 97 mt'la 2014 yılında gerçekleşmiştir. 2015 yılında Türkiye'de toplam 87 mt kömür tüketilmiş olup, bir önceki yıla göre %10.3'lük bir azalış yaşanmıştır. 1973 yılına göre de tüketimde %625 'lik oranda çok yüksek bir artış vardır.



Şekil 3.35. Türkiye'nin kömür tüketimi (1973-2015) (mt) (IEA, 2016)

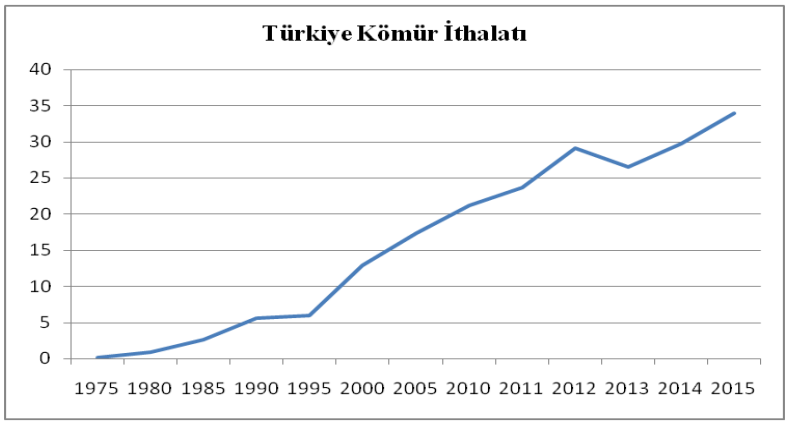
Türkiye'nin 1973-2015 yılları için dünyadaki toplam kömür tüketiminde (mt) aldığı pay Şekil 3.36'da belirtilmiştir. Toplam tüketimde aldığı pay 1973-2000 yılları arasındahızla artmıştır ve ilgili dönemde aldığı en yüksek pay %1.70 olup 2000 yılında gerçekleşmiştir. Bu dönemde sanayileşmenin etkisi oldukça fazladır. Daha sonra 2001 krizinin de etkisiyle tüketimin ani bir düşüş yaşadığı görülmektedir. 2005 yılına kadar devam eden bu düşüşün 2010 yılına kadar korunmuştur. Ancak 2009 krizinin de etkisiyle 2010 yılında tekrar dengelerin bozulduğunu ve tüketimin azaldığı görülmektedir. 2015 yılına gelindiğinde Türkiye toplamda %1.13'lük paya sahiptir ve bu pay 1973 yılına göre %191 artmıştır.



Şekil 3.36. Türkiye'nin toplam kömür tüketimindeki payı (%) (IEA, 2016)

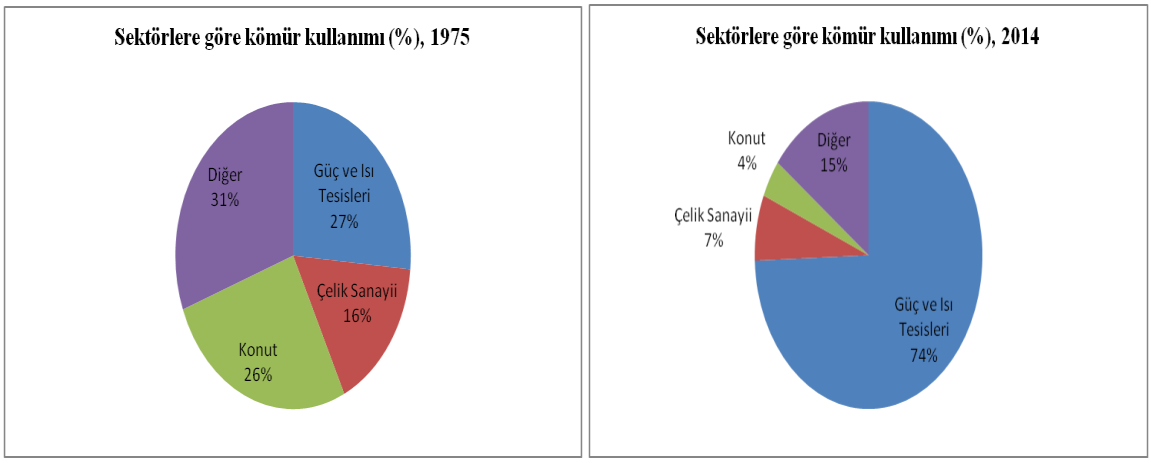
3.2.5.2. Türkiye'nin dünya kömür ticaretindeki yeri ve sektörel kullanımı

1975'li yıllarda çok düşük seviyelerde başlayan kömür ithalatı günümüzde artık 30 mt'nin üzerindedir. Bunun en önemli sebebi, elektrik üretimi amacıyla kullanılan buhar kömürüne olan talebin artmasıdır. 1975'li yıllarda 0,2 mt kömür ithal edilirken, 1995'den sonra kömür ithalatı hızlı bir şekilde artmıştır (Şekil 3.37). 1995-2005 yılları arasında bu artış oranı 1975 seviyesine göre %190 iken; 2005-2015 yılları arasında artış oranı %95'tir. Söz konusu eğilim dikkate alındığında, ithalatın önümüzdeki yıllarda da talebe bağlı artması beklenmektedir. Bununla birlikte üretilen kömür daha çok iç piyasada tüketilmektedir ve sadece 2014 yılında 0,1 mt kömür ihracatı gerçekleşmiştir.



Şekil 3.37. Türkiye kömür ithalatı (mt) (1975-2015) (IEA, 2016)

1975-2014 yıllarına ait toplam üretilen ve ithal edilen kömürün sektörlerdeki kullanımına ilişkin dağılım Şekil 3.38'de belirtilmiştir. 1975 yılında toplam üretilen ve ithal edilen kömürün %27'si Güç ve Isı Tesislerinde kullanılmaktayken 2014 yılında %74'ü kullanılmaktadır. Bu yüksek artışın en önemli sebebi toplam üretimin yıllar içerisinde giderek artmasıdır. Karşılaştırılan yıllar incelendiğinde 2014 yılında üretimin 1975 yılına göre %365 artması dikkat çekmektedir (Şekil 3.38). Kömürün kullanımı açısından güç ve ısı tesisleri hariç diğer sektörlerde durum biraz farklıdır. 1975 yılında toplam üretilen ve ithal edilen kömürün %16'sı çelik sanayisinde; %26'sı konutta; %31'i diğer sektörlerde kullanılırken, 2014 yılında Çelik Sanayisinde %6.93'ü; Konutta %4'ü; Diğer Sektörlerde %15'i kullanılmaktadır.



Şekil 3.38. Sektörlere göre Türkiye'nin kömür kullanımı (% dağılım) (1975-2014) (IEA, 2016)

Türkiye Taşkömürü Kurumu tarafından yayınlanan verilere göre taş kömürünün 2008-2014 yılları arasında sektörlere göre kullanımı Çizelge 3.8'de belirtilmiştir. 2014 yılında Türkiye'de taş kömürü tüketiminde en büyük pay %45'lik oranla (14 mt) elektrik santrallerinde olmuştur. Geriye kalan tüketim oranları ise %18 Kok Fabrikaları, %17 diğer sanayi , %2 iç tüketim ve kayıp şeklinde gerçekleşmiştir. Konut sektörünün ağırlıklı olarak kullandığı diğer sektörlerde taş kömürü kullanımının oranı ise %18 olmuştur.

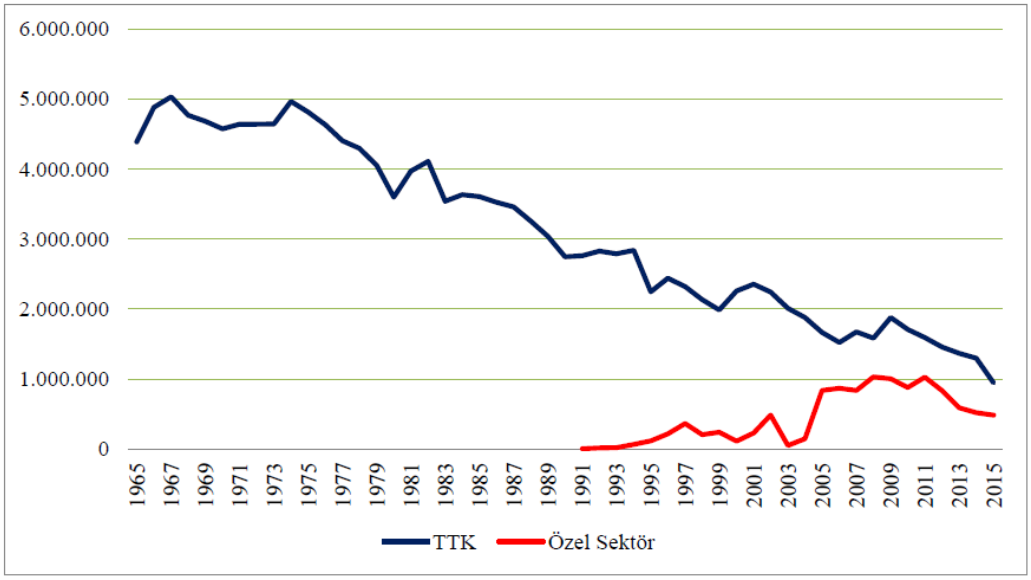
Çizelge 3.8. Sektörler itibariyle taş kömürü tüketimi (X 1.000 ton) (TTK, 2016: 31)

TÜKETİCİLER	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Elektrik Sant.	6.197	6.361	7.582	10.116	11.854	11.777	14.044
Kok Fab.	5.526	4.900	5.322	5.200	5.392	5.571	5.722
İç Kayıp	46	179	47	33	51	429	643
Toplam	11.769	1.144	12.951	15.349	17.297	17.777	20.409
Demir-Çelik	713	928	1.528	1.468	143	972	942
Kimya-Petrokimya	1	72	84	127	121	134	104
Çimento	2.495	2.566	3.027	2.285	2.283	2.769	2.791
Şeker	9	6	74	22	13	4	5
Demir Dışı Metaller	--	--	--	18	19	62	8
Diğer Sanayi	1.217	1.346	375	165	37	780	1.572
Diğer sektörler-konut	6.516	7.337	7.527	6.773	1.026	5.680	5.633
Toplam	10.951	12.258	12.615	10.858	14.163	10.401	11.055
TOPLAM	2.272	23.698	25.566	26.207	31.460	28.178	31.464

3.2.6.Türkiye'de Taş kömürü ve Türkiye Kömür İşletmeleri

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2015 yılı faaliyet raporuna göre ülkemizde taş kömürü rezervi sadece Zonguldak yöresinde bulunmakta olup toplam taş kömürü rezervimiz 1,3 milyar tondur. Taş kömürü potansiyelimizin ve 4. grup diğer madenlerin en iyi şekilde değerlendirilmesi ile üretimin artırılması, bu rezervin en etkin biçimde ekonomiye kazandırılması amacıyla özel sektörün Zonguldak Havzasında redevans yoluyla üretim yapmasına olanak sağlanmıştır. Bu kapsamda 29 taş kömürü, 3 kuvars kumu, 1 kil ve 1 adet de boksit olmak üzere toplam 34 saha redevans yoluyla özel sektör işletmeciliğine açılmıştır.

1965 yılından itibaren havzadaki taşkömürü üretimi zaman serisi Resim 3.4'de belirtilmiştir. 1942 yılından günümüze kadar 246 milyon ton taş kömürü üretimi ile ülke kalkınmasında önemli bir yer almıştır (TTK, 2006: 26).



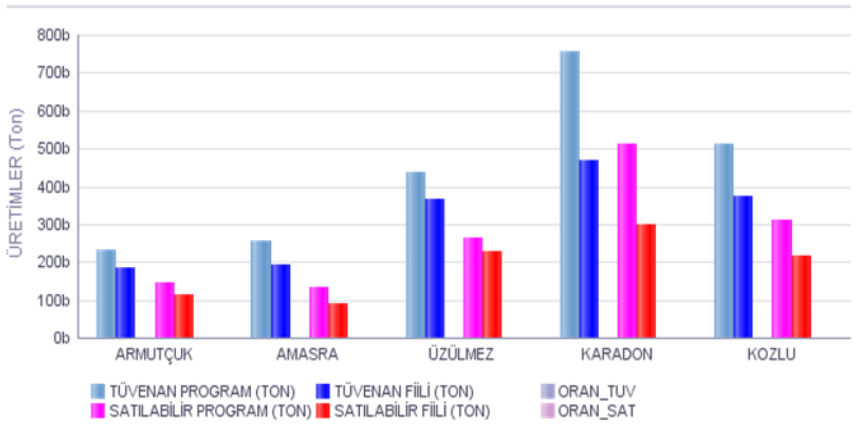
Resim 3.4. 1965-2014 Yılları TTK ve Özel Sektör Üretimleri (TTK, 2016:26)

Sekizinci Kalkınma Planı dönemi (2000-2005), Türkiye'de taşkömürü üretiminin genel anlamda gerilemeye devam ettiği bir dönem olmuştur. DPT'nin Madencilik Özel İhtisas Raporunda da belirtildiği üzere Havza'nın jeolojik yapısından kaynaklanan sorunlar, Türkiye Taşkömürü Kurumu'nun mali yapısından kaynaklanan sorunlar, taşkömürü üretimindeki düşüşü büyük ölçüde açıklamaktadır. Bu dönemde, sorunlara çözüm olarak, havzanın rödovans karşılığında özel kuruluşlara açılması uygulamasına devam edilmiştir. Söz konusu kuruluşların katkılarına rağmen, satılabilir bazda taşkömürü üretimi 2004 yılında 2 milyon tonun altına düşmüştür. 2005 yılında yeniden 2 milyon tonun üzerine çıkan taşkömürü üretiminin, son dönemde özel sektör kuruluşları tarafından üstlenilen büyük ölçekli projelerin hayata geçmesine bağlı olarak artmaya devam etmiştir (DPT, 2007: 38). Bu artış 2009 yılına kadar devam etmiş daha sonra hem özel sektör üretimleri hem de TTK üretimleri giderek azalmıştır.

2015 yılında TTK redevanslı sahaların tamamında 486.413 ton taş kömürü üretimi gerçekleştirilmiştir. Türkiye Taş kömürü Kurumu (TTK) tarafından 2015 yılında 948.573

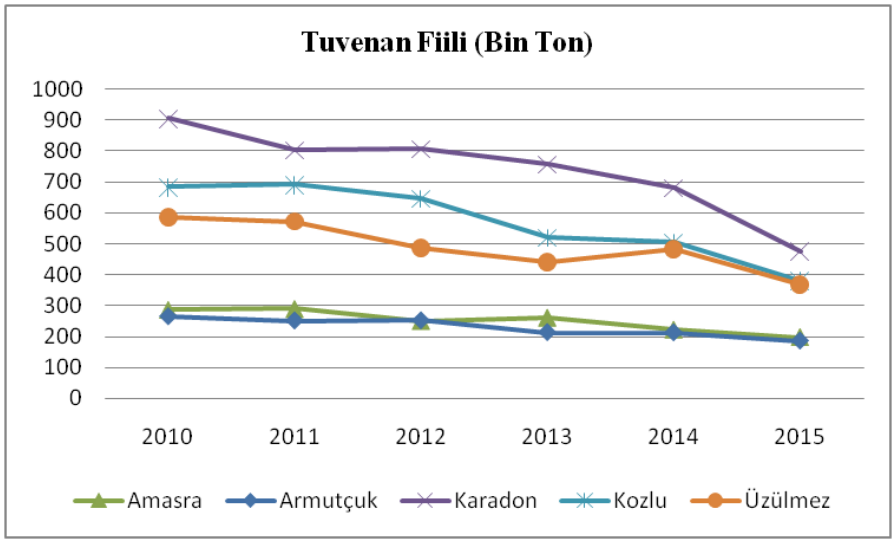
ton satılabilir taş kömürü üretimi yapılmıştır. Havzadan toplam 1.434.986 ton taş kömürü üretimi gerçekleşmiştir (TTK, 2006: 26).

Türkiye Taş kömürü Kurumu tarafından Amasra, Armutçuk, Karadon, Kozlu, Üzülmez olmak üzere 5 farklı müesseseye ait aylık istatistiksel raporlar düzenlenmektedir. 2015 yılına ait fiili üretilen ve satılan taş kömürü istatistikleri Şekil 3.39'da belirtilmiştir. 2015 yılında toplam 1.5 milyon ton taş kömürü üretilmiş olup, 948.573 ton taş kömürü satılmıştır.



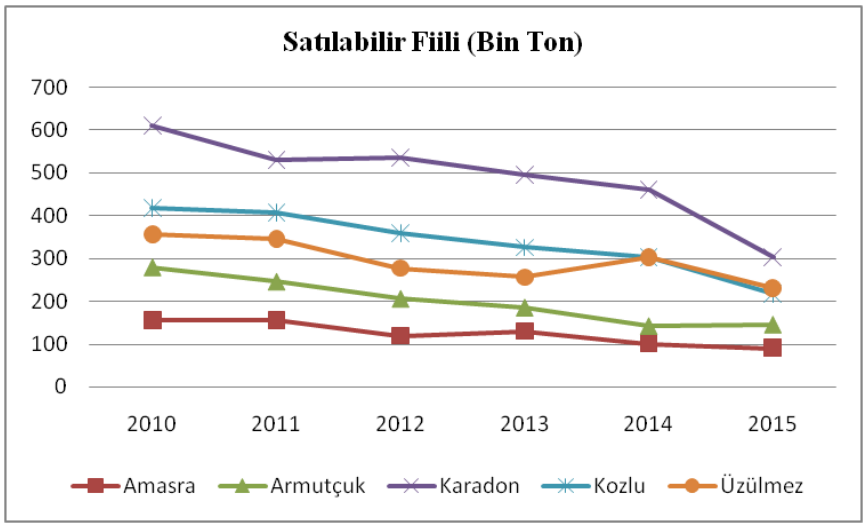
Şekil 3.39. Amasra, Armutçuk, Karadon, Kozlu, Üzülmez müesseselerine ait tuvenan fiili, satılabilir fiili (ton) (2015)

Müesseselerin 2010- 2015 yılları arasındaki "Tuvenan Fiili Taş kömürü" üretim serilere bakıldığında ortalama olarak en çok üretimin Karadon müessesinden elde edildiği (737 bin ton), en az üretimin ise Armutçuk müessesinden (230 bin ton) elde edildiği ve tüm serilerin en düşük seviyelerinin 2015 yılında gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 3.40). 2015 yılında 2014 yılına göre Amasra müessesesinde %12'lik, Armutçuk müessesesinde %14'lük, Karadon müessesesinde %44 'lük, Kozlu müessesesinde %33'lük, Üzülmez müessesesinde %31'lik bir düşüş yaşanmıştır.



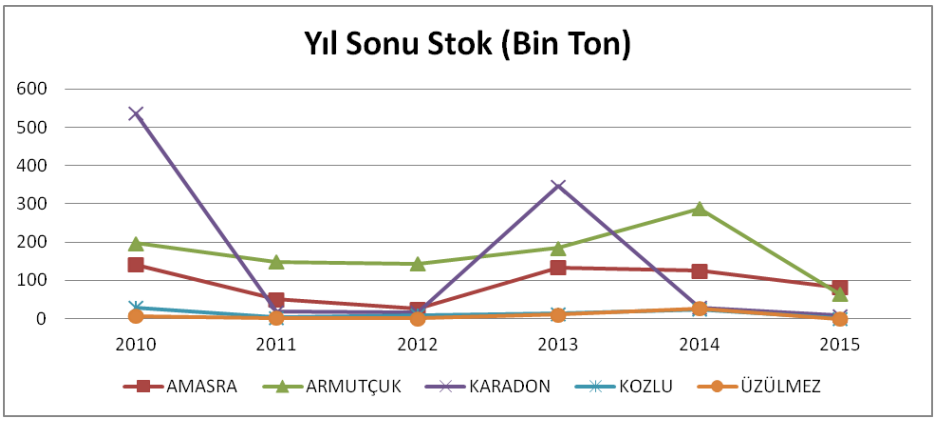
Şekil 3.40. 2010- 2015 yılı TTK müesseselerine ait tuvenan fiili miktarı (bin ton)

Müesseselerin 2010-2015 yılları arasındaki "Satılabilir Fiili Taş kömürü" serilerine bakıldığında Şekil 3.41'den de görülebileceği gibi ortalama olarak en çok satışın Karadon müessesinden (489 bin ton) elde edildiği, en az satışın ise Amasra müessesinden (125 bin ton) elde edildiği ve tüm serilerin en düşük seviyelerinin yine 2015 yılında gerçekleştiği görülmektedir. 2015 yılında 2014 yılına göre Amasra müessesesinde %13'lük, Karadon müessesesinde %52'lik, Kozlu müessesesinde %39'luk, Üzülmez müessesesinde %32'lik bir düşüş yaşanmıştır. Armutçuk müessesesinde ise 2015 yılında bir önceki yıla göre satışlarda % 2.4'lük bir artış yaşanmıştır.



Şekil 3.41. 2010 - 2015 yılı TTK müesseselerine ait satılabilir fiili taş kömürü miktarı (bin ton)

Müesseselerin 2010-2015 yılları arasındaki "Yıl Sonu Taş kömürü Stok" serilerine bakıldığında Şekil 3.42'den de görülebileceği gibi ortalama olarak en çok stokun Armutçuk müessesinden (170 bin ton) elde edildiği, en az stokun ise Üzülmez müessesinden (7 bin ton) elde edildiği görülmektedir.



Şekil 3.42. 2010 - 2015 yılı TTK müesseselerine ait yıl sonu stok miktarı (bin ton)

4. YÖNTEM

4.1. VERİ MADENCİLİĞİ VE TAHMİN EDİCİ MODELLER

Bilgi çağı olarak tanımlanan 21. yüzyılda, bilgiye duyulan ihtiyacın artması verinin hızlı bir şekilde analiz edilmesini gerektirmektedir. Gelişen bilgisayar ve internet teknolojisiyle birlikte akıllı telefonlardan, sosyal ağlardan, kredi kartlarından, uydulardan, bankacılık işlemlerinden, finansal piyasalardan, sağlık sektörü gibi birçok yerden veri elde edilmekte ve bu veriler dağınık ve karmaşık bir yapıda bulunmaktadır. Çeşitli kaynaklardan elde edilen bu verilerin analizi için veri madenciliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Veri madenciliği ile daha önce hiç keşfedilmemiş ya da tahmin edilemeyen ilişkiler ortaya çıkarılmakta ve ele alınan veriler daha anlaşılır hale getirilmektedir. Günümüzde de başarılı şirketlerin verileri ayrıntılı bir şekilde analiz ettikleri görülmektedir.

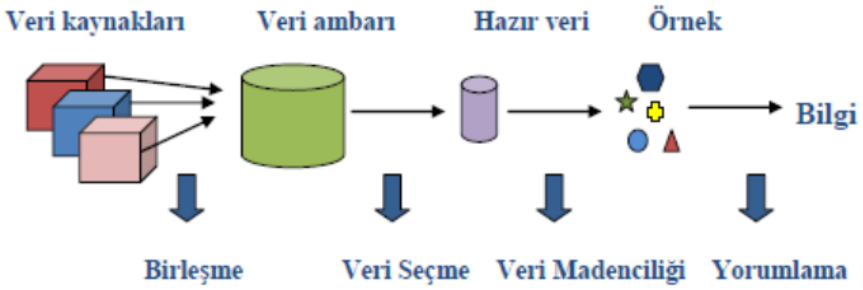
David Hand'e göre de veri madenciliği; istatistik ve veri tabanı teknolojisi gibi alanların arayüzüne ulaşan yeni bir bilimdalıdır ve büyük veri setlerine odaklanır. "Diğer bir ifadeyle veri madenciliği istatistik, veritabanı teknolojisi, örüntü tanıma, makine öğrenme ile etkileşimli yeni bir disiplindir ve geniş veritabanlarında önceden tahmin edilemeyen ilişkilerin ikincil analizidir" (Oktay, 2013: 11).

4.1.1. Veri Madenciliğinin Tanımı

Literatürde veri madenciliği, istatistik, makine öğrenimi ve bilgi keşfi kavramları genellikle birlikte ele alınmaktadır ancak aralarında anlamsal farklılıklar bulunmaktadır. İstatistik, daha çok teori tabanlı ve hipotezleri test etmeye odaklı bir bilim dalıdır. İstatistiksel modelleme ise tahmin edici değişkenlerle bir olayı ya da çıktıyı tahmin etmek ya da gruplamak için parametrik istatistiksel algoritmaların kullanımıdır. Makine öğrenimi, keşfe dayalı ve ele alınan faktörü öğrenmek için performansı artırmaya odaklı bir yöntemdir. Bilgi keşfi ise teori ile keşiflerin birleşmesinden oluşur ve bilgiyi keşfetme sürecine odaklanır. Veri erişimi, veri inceleme, veri hazırlama, modelleme ve model izleme süreçlerinin tamamıdır ve veri madenciliği faaliyetlerinin bütününü içerir (Dittrich 2007; Nisbet, Elder, Miner, 2009: 17-20).

Veri madenciliği veri ambarları ile yakından ilişkilidir. Yıllardır kullanılan veritabanları artan çok büyük hacimli verilerin saklanması için yetersiz kalmış ve veri ambarı kavramı ortaya çıkmıştır. Veri ambarları ile bilgiler hedefe uygun bir şekilde saklanabilmekte ve bu bilgilere hızla erişim sağlanabilmektedir. Günlük veri tabanlarında istenen özet bilgi seçilir ve gerekli önişlemden sonra veri ambarında saklanır. Ardından amaç doğrultusunda gerekli veri, ambardan alınarak veri madenciliği çalışması için standart bir biçime çevrilir. Veri ambarında veri oluşturulduktan sonra analizi yapılabilir. Bunun için OLAP (Çevrimiçi Analitik İşleme) programları kullanılır. Bu programlar veriye, her boyutu veride bir alana karşılık gelen çok boyutlu bir küp olarak bakmayı ve incelemeyi sağlar (Alpaydın, 2000).

Bilgilerin genel olarak oluşum süreci Resim 4.1'de özetlenmiştir. Veri birden fazla kaynaktan toplanmaktadır ve bir noktada birleştirilir. Bu aşamada verinin bir kısmı ele alınır, kullanıma hazırlanır ve veri madenciliği algoritmasına gönderilir. Bazı kurallara ve verinin davranışlarına göre bir bilgi üretilir (Bramer, 2007: 2).

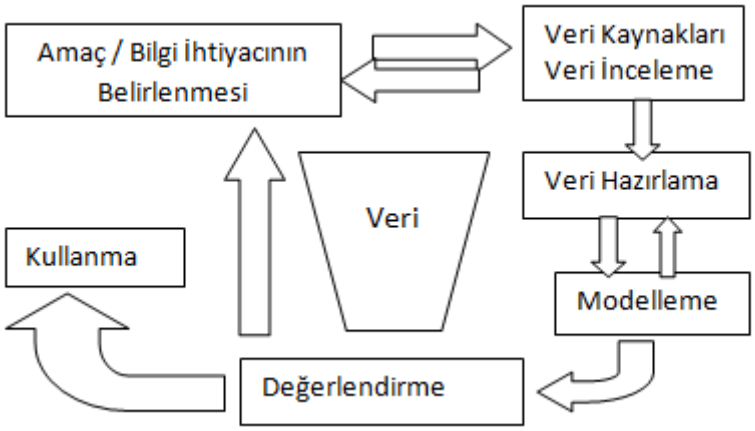


Resim 4.1. Bilgi Keşfi Süreci (Bramer, 2007:2).

4.1.2. Veri Madenciliği Süreci

Veri madenciliği, Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi sürecinin en önemli aşamasıdır ve "Yapay Zeka" ve "İstatistik" alanlarındaki ilerlemelere bağlı olarak gelişmektedir (Gürsoy, 2011: 3-6). Veri madenciliğindeki istatistiksel gelişmede, tahmin edici modellemenin etkinliği öne çıkmaktadır. Yapay zeka alanındaki gelişmede ise bilgi keşfinin önemi büyüktür (Grossman, 1997). İstatistik ve yapay zeka alanındaki bu gelişme, özellikle sinir ağları ve karar ağaçlarında kendini göstermektedir.

Verilerin analizi için standart veri madenciliği süreci Şekil 4.1'de belirtilmiştir. Bu süreç CRISP-DM (Veri Madenciliği için Sektörlerarası Standart Süreç) olarak adlandırılmaktadır ve amacın ya da bilgi ihtiyacının belirlenmesi, veri kaynaklarının belirlenmesi, verinin incelenmesi, verinin analiz için hazırlanması, tanımlanan amaç ya da problem için modellerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi adımlarından oluşmaktadır.



Şekil 4.1. Bilginin Değeri / Verinin Önemi

Veri madenciliğinde öncelikle, amacın ne olduğu saptanmalıdır ya da bilgi ihtiyacının belirlenmesi gerekmektedir. Bu süreç, ne tür veri kaynaklarına ve veri madenciliği tekniklerine ihtiyaç duyulabileceği, sonuçların nasıl değerlendirileceği gibi sorulara cevap aramaktadır. Verilerin farklı kaynaklarda bulunması durumunda toplama işlemiyle verilerin birleştirilmesi gerçekleştirilir. Veri analizinde sonuca ulaşmada kullanılabilecek veriler belirlendikten sonra verilerin hazırlanması aşamasına geçilir. Bu aşamada veri madenciliğinde en çok zaman alan, en çok emek verilen aşamadır. Anlamlı sonuçların elde edilebilmesi için verilerin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Hangi değişkenlerin, hangi kayıtların analizde kullanılacağına karar verilir. Birden fazla kaynaktan alınan veriler için aynı tanımlara aynı kodların verilmesi ile veriler uyumlu hale getirilmelidir. Veri setinde eksik veri olup olmadığı kontrol edilmelidir. Ayrıca veritabanında yer alan tutarsız ve hatalı veriler *gürültülü veriler* olarak adlandırılır ve bu gibi durumlarda verinin söz konusu sorunlardan da arındırılması gerekmektedir.

Tanımlanan amaç ya da ihtiyaç için en uygun modelin bulunabilmesi, olabildiğince çok sayıda modelin kurularak denenmesi ile mümkündür (Akpınar, 2000:12). Madenciliğe

uygun hale getirilen veri ile sorunu çözmeye yönelik tanımlayıcı ya da tahmin edici yöntemlere karar verilerek modelleme aşaması gerçekleştirilir. Bu aşamada; sınıflama ve regresyon, kümeleme, birliktelik kuralları gibi veri madenciliği algoritmaları uygulanır.

Veri Madenciliğinde iyi bir modelleme süreci için veri en az iki gruba bölünmelidir. Bir grup veri eğitim, bir grup veri ise deneme amaçlı kullanılmalıdır. Eğitim veritabanı kullanılarak model geliştirilip, elde edilen model deneme veritabanının tahmin edilmesinde kullanılmalıdır. Aksi takdirde oluşturulacak modelle birlikte aşırı uyum sorunu ortaya çıkabilir. Deneme veritabanından elde edilecek modelin tahmin doğruluk yüzdesi modelin gelecekte nasıl çalışacağına ilişkin önemli bilgi verecektir (Babadağ, 2003: 3-32).

Değerlendirme aşamasında ise modelleme aşaması sonucunda elde edilen sonuçların uygun olup olmadığı test edilmekte ve raporlanmaktadır. Elde edilen sonuçlara güvenilmesi durumunda modelin kullanılması aşamasına geçilir. Ulaşılan modeller kullanılmaya başlandıktan sonra zamanla verilerde meydana gelen değişiklikler göz önüne alınarak, kurulan modellerin sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir (Akpınar, 2000:14).

4.1.3. Veri Madenciliği Uygulamaları

Veri madenciliği, pek çok konuyu kapsayan disiplinlerarası bir yaklaşımdır ve birçok sektörde kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları pazarlama, perakendecilik, bankacılık ve finans, telekomünikasyon, tıp gibi sektörlerdir. Özel sektörün rekabetçi piyasada kalabilmesi için yeni stratejiler geliştirmesi gerekmektedir. Veri Madenciliği ile verilerden elde edilebilen özet bilgiler sayesinde girişimler daha başarılı olabilmektedirler.

Veri madenciliğinin kullanım alanlarından en bilenenleri konu başlıkları ve örnekleri ile aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ✓ Süpermarket verilerinin “Sepet Analizi (Market Basket Analysis)” ile incelenmesi:

Bu yöntem ile marketteki ürünlerin birbiriyle olan satış ilişkileri elde edilerek, veri madenciliği tekniklerinden biri olan birliktelik kuralları elde edilmektedir. “Birliktelik kuralları”, satış verileri içinde birlikte alınan nesneler arasındaki bağıntıların

keşfedilerek geleceğe yönelik tahminlerin üretilmesini sağlar (Döşlü,2008:1). Ayrıca bu yöntemle süpermarket zincirlerinin müşterilerine ait satın alma eğilimlerinin incelenmesi, önemli müşterilerini tespit edip promosyonlarını bu müşterilere yönlendirmesi sağlanmaktadır (Bramer, 2007: 4). Örneğin; bir markette süt ve biberon alan kişilerin %80'i bebek bezi de satın almaktadır gibi.

- ✓ Müşteri ilişkileri yönetimi (Customer Relationship Manager- CRM):

Müşteri memnuniyetini artırmak ve koruyabilmek için firmalar, müşteri ilişkileri yönetimini tercih etmektedirler. Bu yöntem her müşteriyi ayrı ayrı inceleyerek müşterinin payına bakılarak başarıyı ölçmektedir. Amaç aynı müşteriye birden fazla ürün satabilmek, müşteriyi aktif ve sadık tutabilmektir (Gürsoy, 2011: 59-61). CRM ile firmalar müşteri veritabanı oluşturarak müşteri ilişkilerini daha karlı hale getirmektedir. Örneğin; havayolları, otel zincirleri sürekli olarak müşterilerinin davranış biçimlerini irdeleyerek daha etkin fiyatlandırma ile karlılıklarını artırabilmekte; bir telefon şirketi de müşteri davranışlarına göre yeni hizmetler geliştirerek, müşteri bağlılığını ve karlılığını artırabilmektedir (Arguden, 2008: 25).

Finans sektöründe de çapraz satış, risk değerlendirme, mevcut müşteriyi elde tutma, yeni müşteriyi kazanma, maliyetleri azaltma, müşteri memnuniyetini sağlama amaçlarıyla veri madenciliği sıklıkla kullanılmaktadır (Gürsoy, 2009: 153-156).

- ✓ Tıbbi teşhis:

Veri madenciliği ile belirli bir hastalığa sahip hastaların ortak özellikleri ve tıbbi tedavilerin sonuçları tahmin edilebilmektedir. Örneğin; sınıflama yöntemleri ile hastalar belli gruplara ayrılarak kanser gibi hastalıkların aşamasının belirlenmesi ve gereksiz yere ağır tedavi alması engellenebilmektedir.

- ✓ Televizyon izleyicisinin dağılım tahmini:

Televizyon programları için izleyici dağılımının tahmin edilmesiyle yöneticiler, pazarlama paylarını ve reklam gelirlerini artırabilmektedir (Bramer, 2007: 4).

- ✓ Hava durumunun tahmin edilmesi:

Veri madenciliği ile geçmişteki verilerden yararlanılarak, verilerin analizi yapılır ve gelecekte sıcaklık, yağış, buharlaşma, rüzgar hızı gibi değişkenlerin nasıl olacağı tahmin edilmektedir. Karar ağaçları, yapay sinir ağları, genetik algoritmalar teknikleri en çok kullanılan modelleme çeşitleridir.

- ✓ Standart dışı davranışları belirlemek:

Sağlık, finans ve vergilendirme gibi para ile ilişkili tüm alanlarda dolandırıcılık riski bulunmaktadır. Müşterilerin geçmiş verilerine göre dolandırıcılık desenleri tespit edilebilir. Örneğin; kişinin kredi kartı harcamalarındaki olağanüstü bir durum tespit edilerek kredi kartı dolandırıcılığı tespit edilebilir. Maliye Bakanlığı Gelir İdaresi, şirketler için risk modelleri kurarak vergi incelemelerini daha etkin yönlendirip, vergi kaçaklarını azaltabilir (Arguden, 2008:25).

- ✓ Banka kredileri risk analizi:

Bankalar veri madenciliğini, kredi kararlarında kredi isteyenlerin özelliklerini ve davranışlarını irdeleyerek batık kredi oranını azaltmada kullanır.

- ✓ Web madenciliği- Metin Madenciliği:

Metin ve web madenciliği son yıllarda internet teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan, birbiri ile ilişkili alanlardır. Metin madenciliği, çok büyük belgelerin analizi ve metin tabanlı verinin içerisindeki gizli kalıpların elde edilmesidir. Web madenciliği ise, web içerikleri, sayfa yapıları ve web bağlantı istatistiklerinin de içinde olduğu web ile ilişkili olan verinin analizini içermektedir (Tan, A.H., Yu, P.S. ,2004:1).

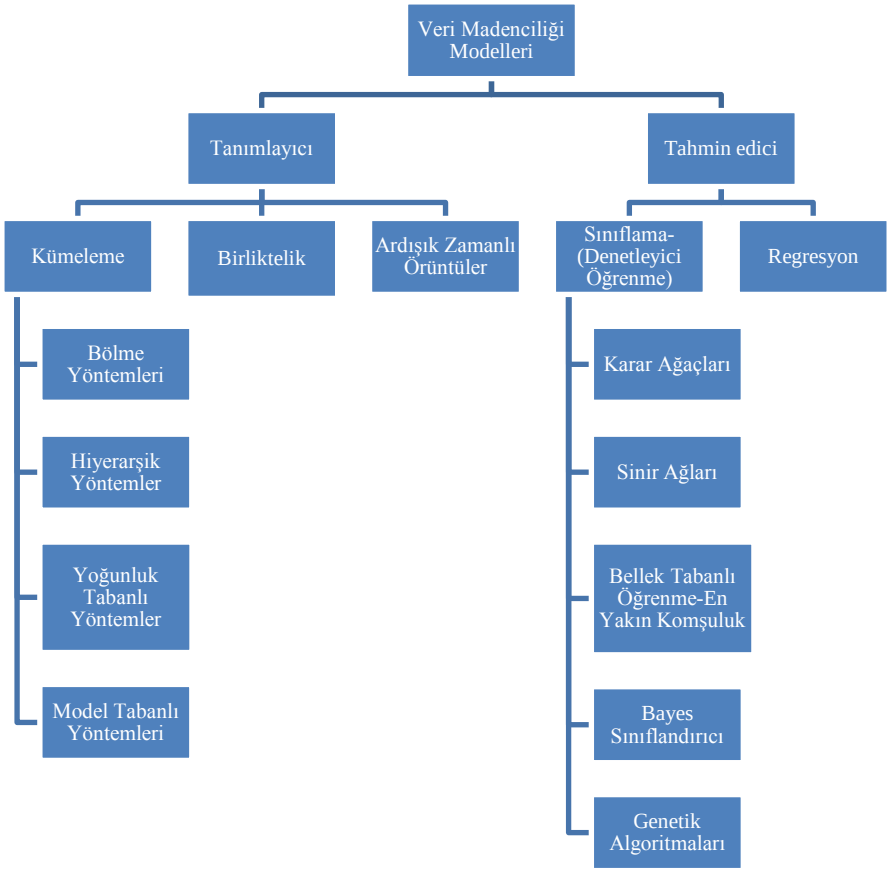
Metin Madenciliği, veri madenciliği yöntemlerinin yapısal olmayan verilerin analizinde başarılı olamaması sonucunda ortaya çıkmıştır. Metin madenciliği, yapısal olmayan verinin doğal dil işleme teknikleri ile yapısal biçime dönüştürülmesi, veri madenciliği teknikleri ile örüntülerin belirlenmesi sürecidir (Eskici, 2013:11-40). Metin madenciliği ile haber, e-mail, yazılı dokümanlar, arşivlerin analizi yapılabilmektedir.

Web Madenciliği ile ziyaretçilerin internet sayfalarını gezerken bıraktıkları bilgiler, sorgulamalar, sayfaları ziyaret sıklıkları, hangi sayfaların birlikte ziyaret ettikleri gibi birçok özet bilgiye ulaşılmaktadır. Bu sayede internet siteleri kar miktarlarını artırabilmekte, ziyaretçilerin memnuniyetini artırabilmektedirler.

4.1.4. Tanımlayıcı ve Tahmin Edici Modeller

Genel olarak veri madenciliği modelleri Şekil 4.2'den de görülebileceği gibi "Tanımlayıcı" ve "Tahmin Edici" modeller olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır.

Tanımlayıcı modeller sayesinde verilerdeki örüntüler ortaya çıkarılmaktadır. Sonuçları bilinen verilerden hareket edilerek bir model geliştirilmesi ve kurulan bu modelden yararlanılarak sonuçları bilinmeyen veri kümeleri için sonuç değerlerin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Tanımlayıcı modeller kendi içinde üçe ayrılmaktadır. Bu modeller Kümeleme, Birliktelik ve Ardışık Zmanlı Örüntüler'dir. Tahmin edici modeller ise sınıflama ve regresyon yöntemleridir. Sınıflama modelleri de kendi içinde beşe ayrılmaktadır. Bu modeller Karar Ağaçları, Yapay Sinir Ağları, Bellek Tabanlı Öğrenme yöntemleri, Bayes Sınıflandırma ve Genetik Algoritmalardır.



Şekil 4.2. Veri Madenciliği Modelleri

Bu çalışmadaki amaç, Çimento ve Taş kömürü sektörlerine ait stok miktarının seçilen bölge ve müesseseler için tahmin edilmesi ve Sınıflama ve Regreyon modellerinin tahmin performanslarının karşılaştırılmasıdır. Bu nedenle ilerleyen kısımda tahmin edici model kategorisinden sınıflama modelleri kapsamında Karar Ağaçları, Yapay Sinir Ağları ile Regresyon modelleri açıklanmıştır.

4.1.4.1. Yapay sinir ağları

İnsan beyninin nasıl çalıştığı en çok ilgi gören araştırmalardan biridir ve her geçen gün yeni bilgiler doğrultusunda beynin çalışma sistemi daha çok incelenebilmektedir. İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında, McCulloch ve Pitts tarafından gerçekleştirilmiştir. Ancak nörolog olan Donald Hebb (1949) bugünün sinir ağı teorisinin öncüsü olarak adlandırılmaktadır ve beynin nasıl öğrendiği ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Çalışmalarına beynin en temel birimi olan sinir hücresini ele alarak başlamıştır. Bilgisayarlar da insan beyninin çalışma sistemini kopyalayan makinelerdir. 1990'lı yıllardan beri bilgisayarların öğrenmesini sağlayan yapay sinir ağları teknolojisinde oldukça hızlı bir gelişme görülmektedir. Bu gelişmelerle bilgisayarların öğrenebildikleri ve başarılı, etkin sonuçlar ürettikleri görülmektedir.

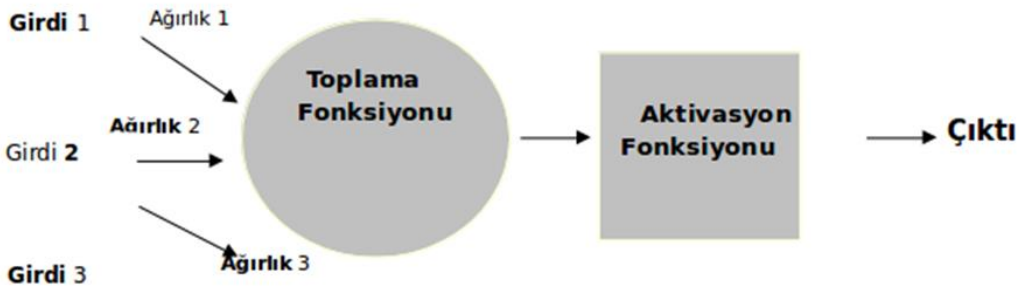
Yapay sinir ağları, insan beyninin çalışma yapısından yola çıkılarak oluşturulmuştur ve öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturulabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri, herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen bilgisayar sistemleridir (Öztemel, 2012: 29).

Teknoloji geliştikçe yapay sinir ağları (YSA) ile ilgili uygulamalar artmıştır. Bu nedenle sağlık sektöründen, otomobil sektörüne insansız makineler, araçlar üretilebilmektedir. Birçok girişim bu konuda yatırımlarda bulunmaktadır. YSA özellikle robotiğin gelişmesiyle önem kazanmaktadır. Günümüzde robotların en büyük kullanım alanı endüstriyel üretimdir. Örneğin, otomotiv endüstrisinde çok sayıda robot kullanılmaktadır. Çoğu kol şeklinde olan bu robotlar tekrarlanan işlemleri gerçekleştirir, insan gücünün çalışmasında tehlike arz edecek işleri yapar, ağır işlerde kullanılır, parçaları monte eder, kaynak ve boya yaparlar.

İnsan beyninin yani biyolojik sinir sistemine bakıldığında; öğrenme nöronlar arasındaki sinaptik bağlantıların ayarlanması ve bir sinir hücresinin işlediği bilgileri aksonlar yolu ile diğer hücrelere göndermesi ile gerçekleşmektedir. Öğrenme süreci hayat boyunca devam etmektedir ve bu süreç içinde beyin sürekli olarak bir gelişim gösterir. YSA modelleri içinde bu süreç incelenmiştir ve biyolojik sinir sistemi taklit edilmektedir.

Öğrenme, girdi/çıktı verilerinin işlenmesiyle, eğitme algoritmasının bu verileri kullanarak bağlantı ağırlıklarını bir yakınsama sağlanana kadar ayarlamasıyla gerçekleşmektedir.

Şekil 4.3'de de görüleceği üzere yapay sinir hücreleri dışarıdan gelen bilgileri bir toplama fonksiyonu ile toplar ve aktivasyon fonksiyonundan geçirir. Daha sonra çıktıyı üretip ağın bağlantılarının üzerinden diğer hücrelere (proses elemanlarına) gönderir. Yapay sinir ağlarını birbirlerine bağlayan bağlantıların değerlerine ağırlık değerleri denilmektedir. Proses elemanları birbirlerine paralel olarak 3 katman halinde bir araya gelerek bir ağ oluştururlar. Bunlar; girdi katmanı, ara katmanlar ve çıktı katmanıdır (Öztemel, 2012:48-54).



Şekil 4.3. Yapay sinir hücresinin yapısı

Bir yapay sinir hücresine dışarıdan ya da başka hücrelerden gelen bilgilere "girdi" denilmektedir. Girdiler, ağın öğrenmesi istenen örnekler tarafından belirlenmektedir. Bir yapay hücreye gelen bilginin önemini ve hücre üzerindeki etkisini "ağırlıklar" göstermektedir. Toplama fonksiyonu ise bir hücreye gelen net girdiyi hesaplamaktadır ve en yaygın olanı ağırlıklı toplamı bulmakla elde edilmektedir. Ağırlıklı toplam her bir girdinin kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanmasından oluşmaktadır. Aktivasyon fonksiyonunda ise hücreye gelen net girdi işlenerek hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktı belirlenmektedir (Öztemel, 2012:48-50).

Yapay sinir ağlarının bazı temel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

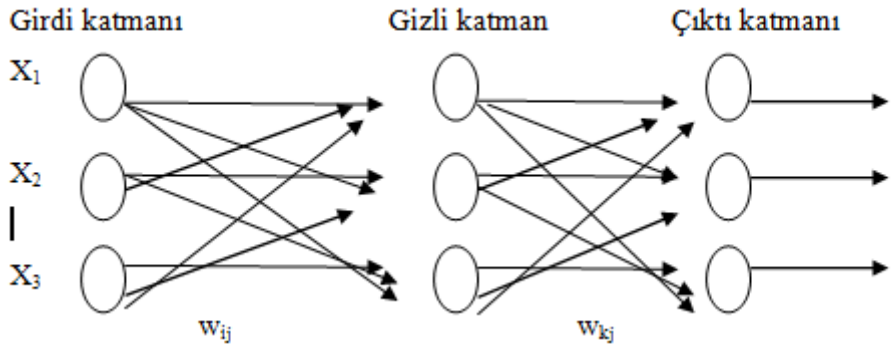
- ✓ Regresyon analizi, tahmin modelleri, zaman serisi analizi, sınıflandırma modelleri, optimizasyon modelleri, doğrusal olmayan sistem modelleme, doğrusal olmayan sinyal işleme gibi öngörü, sınıflama ve kontrol amacıyla kullanılabilir.
- ✓ Model yapısına, istatistiksel varsayımlara minimum düzeyde ihtiyaç duyar.

- ✓ Geniş kullanım alanı olan güçlü tahmin modelleridir.
- ✓ Verideki kayıp gözlemlerle çalışabilir.
- ✓ Karmaşık problemlerin çözümü için alternatif bir yoldur.
- ✓ Bir defa eğitilen ağ, önceden tahmin etme ve genel sonuç çıkarma işlemlerini hızlıca yapabilir. Bu özellikleri sayesinde el yazısı, konuşma ve görüntü tanıma, güç sistemleri, optimizasyon ve sinyal işleme gibi alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır.
- ✓ Aşırı uyum riski vardır. Aşırı uyum, değişkenler arasındaki ilişkinin öğrenme denilen süreç devam ederken belirlenmesinden kaynaklanmaktadır.
- ✓ Yorumlanması güç modellerdir.

Günümüzde, belirli amaçlarla ve değişik alanlarda kullanılmaya uygun birçok yapay sinir ağı modeli (Perceptron, Adaline, MLP, LVQ, Hopfield, Recurrent, SOM, ART ve PCA gibi) geliştirilmiştir. Öğrenme çeşitleri olarak öğreticili öğrenme, öğreticisiz öğrenme, destekleyicili öğrenme ve karma stratejiler kullanılmaktadır (Uğur ve Kınacı, 2006).

Genel olarak yapay sinir ağları modelleri ağın yapısına ve öğrenme türüne göre sınıflandırılırlar. Ağın yapısına göre ileri beslemeli ve geri beslemeli olmak üzere ikiye ayrılırlar.

İleri beslemeli yapıda, sinir ağının yapısındaki bağlantılar yalnızca daha sonraki katmanlara doğrudur. Şekil 4.4'den de görüleceği gibi girdiler, girdi katmanını oluşturan birimleri aynı anda besler. Bu birimlerin ağırlıklı çıktıları (w_{ij}), nöronlara benzeyen "gizli katman" olarak bilinen ikinci katmanı eş zamanlı olarak besler. Gizli katmanların ağırlıklı çıktıları, başka bir gizli katmanın girdisi olabilir. Son gizli katmanın ağırlıklı çıktıları (w_{kj}), çıktı katmanını oluşturmada girdi olarak kullanılır. Gizli ve çıktı katmanlarındaki birimler, bazen nöronlar bazen de çıktı birimleri olarak adlandırılırlar (Han, Kamber, 2001: 18).

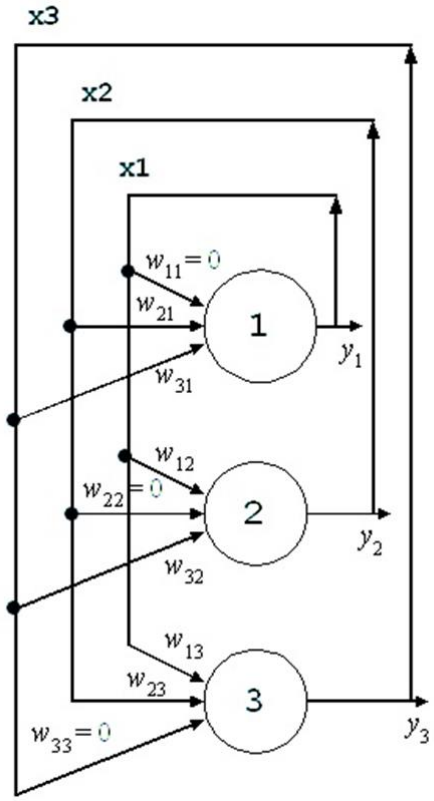


Şekil 4.4. İki katmanlı ileri-besleme sinir ağ yapısı

Yapay sinir ağlarında genellikle "geri yayılım" kavramı ile karşılaşılır. Geri yayılım, bir yapay sinir ağı öğrenme algoritmasıdır. Yapay sinir ağları aslında girdi ve çıktı birimlerinin bağlantılı bir kümesidir ve her bir bağlantı girdi ve çıktılarla ilgili olan bir ağırlığa sahiptir. Öğrenme algoritmasında sinir ağı, girdileri doğru sınıflandırmak için ağırlıkları her aşamada ayarlar. Bu nedenle sinir ağları, birimler arası bağlantıya bağlı olarak "bağlantılı öğrenme" olarak da adlandırılır (Han, Kamber, 2001:398). Geri yayılım algoritması, çok katmanlı ileri-besleme sinir ağ yapılarında öğrenme ile oluşur.

Şekil 4.4'de belirtilen çok katmanlı sinir ağı modelinde çıktı birimlerine ait iki katman bulunmaktadır. Bu nedenle model, "iki katmanlı sinir ağı modeli" olarak adlandırılır (Han, Kamber, 2001:399). Geri yayılım algoritması bu tip sinir ağlarında, deneme için ayrılan örnek setinin iteratif süreçleri ile öğrenme aşamasına geçer ve her bir örneğin tahmin değeri ile gerçek sınıfını karşılaştırır. Her bir örnek için ağırlıklar, tahmin ile gerçek sınıf arasındaki ortalama hata karesini minimize edecek şekilde ayarlanır. Bu ayarlamalar, geriye yani çıktı katmanından ilk gizli katmana doğrudur. Genelde varsayım, ağırlıkların sonunda birbirine yakınsayacağı şeklindedir ve böylece öğrenme süreci duracaktır.

Geri Beslemeli yapıda bazı ağ bağlantıları daha önceki katmanlaradır ve bu ağ yapıları genellikle denetimsiz öğrenme kurallarının uygulandığı alanlarda kullanılmaktadır. Bu tür yapıya sahip örnek olarak 1982 yılında John Hopfield tarafından geliştirilen Hopfield ağı verilmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Hopfield sinir ağı

Şekil 4.5'de de belirtildiği gibi Hopfield ağında bir sinirin çıkışı diğer bir sinirin girişine bağlıdır. i.sinirin dış girdisi x_i, çıkışı y_i, j. sinirin çıkışı ile i. sinir arasındaki bağlantının ağırlığı ise w_{ij} ile gösterilmektedir. (Gürsoy, 2009: 83-85).

Yapay sinir ağları insan zekası gibi örneklerle eğitilirler ve öğrenme türüne göre de denetimli ve denetimsiz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Denetimli öğrenme yapısında ağa ait hem giriş değerleri, hem de çıkış değerleri sunulur ve her iki iterasyonda örneğe ait çıkış değerleriyle ağ çıkış değeri karşılaştırılarak ağın hatası bulunur. Bu hata kontrol edilebilir dereceye indirilene kadar, yapay sinir ağı nöronlar arasındaki ağırlıkları değiştirerek iterasyona devam eder. Denetimsiz öğrenmede ise ağa sadece giriş veri grubu sunulur ve ağdan bu veri grubuna uyumlu bir çıkış değeri üretecek şekilde kendisini uygun ağırlıklarla düzenlemesi istenir (Özdemir, 2013:4).

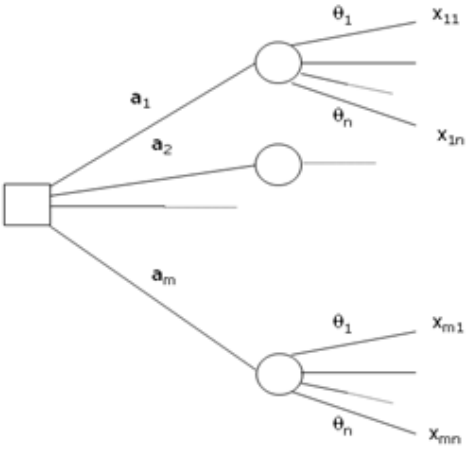
4.1.4.2. Karar ağaçları

Karar ağaçları ilk defa Bierman ve Friedman tarafından 1973 yılında önerilmiş olup değişkenleri parçalayarak bir ağaç oluşturmaya dayanmaktadır. Diğer bir anlatımla "karar ağaçları" aslında hedef fonksiyonlarını öngörmek ve sınıflamak için kullanılan tüm öğrenme fonksiyonlarının düzenlenmesiyle ortaya çıkan bir grafiktir. Grafik, şekil olarak köklerden dallara ayrıldığı için "ağaç grafiği" ya da "karar ağaçları" denilmektedir. Karar ağaçları tanımlayıcı ve tahmin edici modellerdir. Bu modeller, karar alıcıya karar alırken hangi faktörlerin göz önüne alınması ve her bir faktörün kararın farklı çıktıları ile geçmişte nasıl ilişkili olduğunun belirlenmesi konularında yardımcı olur (Bounsaythip ve Esa, 2001: 20).

Karar ağaçlarının kök, dallar ve yapraklardan oluşan ağaca benzeyen bir yapısı olup, Şekil 4.6'daki gibi tüm gözlemleri kapsayan bir kök ile başlayıp veriyi alt gruplara ayıran dallara ayrılırlar. Bu kökten dallara doğru büyüyen ağaç yapısında her boğum "düğüm" dür. Oluşan ağaçlarda homojen olmayan düğümlere "çocuk düğümü (child node)", homojen düğümlere ise "terminal düğüm (parent node)" adı verilir (Pehlivan, 2006:17; Kıran,2010:12).

Karar ağaçları bilgi keşfi sırasında pek çok test gerçekleştirerek, hedefi tahmin etmede en iyi sırayı bulmaya çalışır. Ağacın yapısında her bir test ağacın dallarını oluşturur ve bu dallar da diğer testlerin gerçekleşmesine neden olur. Bu durum, test işleminin bir yaprak düğümünde sonlanmasına kadar devam eder. Kökten hedef yaprağa kadar olan yol, hedefi sınıflandıran "kural" olarak adlandırılır. Kurallar "eğer-sonra (if-then)" yapısındadır (Bounsaythip ve Esa, 2001:18). Şekil 4.6'daki gibi olaylar ve seçeneklerden oluşan bir çapraz çizelge, yandaki gibi bir karar ağacına dönüştürülebilir.

	OLAYLAR			
SEÇENEKLER	θ_1	θ_2	...	θ_n
a_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}
a_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}
.	.	.	...	.
a_m	X_{m1}	X_{m2}	...	X_{mn}



Şekil 4.6. Basit karar ağacı yapısı

Ağaç oluşturmada yapılan diğer bir işlem "budama" işlemidir. Budama; gereksiz ayrıntıların karar ağacından çıkarılması amacıyla, karar ağacındaki sonucu etkilemeyen ve sınıflanmaya herhangi bir katkısı olmayan dalların ağaçtan alınmasıdır.

Karar ağaçlarının tercih edilmesinin bazı sebepleri vardır. Bunlardan birincisi karar ağacı algoritmaları; sınıfları ayırma, kayıtları kategorilere aktarma, eklenecek kayıtlar için kurallar oluşturarak bu kayıtları sınıflama gibi uygulamalarda birden fazla amaç için kullanılmaktadır. Uygulaması ve yorumlaması kolaydır. Veri tabanı sistemleri ile kolayca bütünleştirilebilirler. Güvenilirlikleri yüksektir ve büyük verilerle çalışabilirler.

Kullanılan algoritmaya bağlı olarak her düğüm, iki ya da daha çok dala ayrılabilir ve farklı sınıflama modelleri elde edilebilinir. En yaygın kullanılan karar ağacı algoritmaları ID3, C4.5, C5, QUEST (Quick, Unbiased, Efficient Statistical Tree), C&R veya CART (Classification and Regression Trees), CHAID (Chi-Squared Automatic Interaction Detector)'dir.

4.1.4.2.1. ID3 algoritması:

İlk olarak J. Ross Quinlan tarafından geliştirilmiştir. ID3 algoritması, bir sistemdeki belirsizliğin ölçüsü olarak adlandırılan ve bilgilerin sayısallaştırılmasını sağlayan "entropi" kavramından yararlanarak diğer değişkenler arasından, sınıflamada kullanılacak en ayırt edici değişkeni bulmaya odaklanır (Silahtaroğlu, 2013:51-56).

ID3 algoritmasında verilerin başlangıçtaki entropi değeriyle her bir alt bölümün entropilerinin ağırlıklı toplamı arasındaki fark alınır. Bu fark hangi alt bölüm için büyükse o alt bölüme doğru dallanma yapılır ve kurulan karar ağacının her seviyesinde geriye kalan bilgi gereksinimi minimize edilmektedir (Özkan, 2008: 48).

4.1.4.2.2. C4.5 ve C5.0 algoritmaları:

C4.5 ve C5.0 algoritması 1993 yılında Quinlan tarafından geliştirilmiştir ve her bir aşamada maksimum bilgiyi elde etmeyi sağlayan kayıt ayırt edilir. Hedef değişken kategorik olmalıdır, girdi değişkenleri sürekli ya da kategorik değişken olabilir. Bu algoritmada ağaç, her düğümden çıkan çoklu dallar sayesinde oluşmaktadır. Dalların sayısı, tahmin edicinin kategori sayısına eşittir (Bounsaythip ve Esa, 2001: 18-20). Algoritmada karar ağacı oluşturulurken kayıp veriler dikkate alınmamaktadır ve bu kayıp veriler diğer değişkenler yardımıyla tahmin edilerek, daha anlamlı kurallar oluşturmak hedeflenmektedir (Gürsoy, 2009: 73-76).

4.1.4.2.3. QUEST ağaçları:

QUEST ağaçları 1997 yılında Loh ve Shin tarafından geliştirilmiştir ve ağacın dallanması sırasındaki önyargılı seçimin daha genel hale getirilmesi, hesaplama maliyetinin düşürülmesi amaçlanmaktadır. Büyük çaplı C&R analizi için gerekli süreci azaltmaya odaklanmıştır ve her bir düğüm iki dala ayrılmaktadır. Bu ağaç algoritmasında girdi değişkenleri sürekli ya da kategorik olabilir fakat hedef değişkeni kategorik olmalıdır. Bağımsız değişken seçimi ve bölme işlemlerinde ilgilenilen değişken kategorik ise ki-kare testi kullanılır. Eğer ilgilenilen değişken sürekli ise F testi ile hesaplama yapılır (Rokack ve Maimom, 2008: 73).

4.1.4.2.4. C&R (CART) ağaçları:

C&R ağaçları Breiman, Freidman, Olshen ve Stone tarafından 1984 yılında geliştirilmiş, her bir karar düğümünden itibaren ağacın iki dala ayrıldığı modellerdir (Breiman, 1998:246-255). Ele alınan bağımlı değişken (hedef değişken) kategorik yapıda ise yöntem sınıflama ağaçları (Classification Tree, CT), sürekli ise regresyon ağaçları

(Regression Tree, RT) olarak adlandırılmaktadır. Bağımsız değişkenler kategorik ya da sürekli değişken olabilir.

C&R ağaçları, sınıflama ve regresyonu destekleyici bir yapıdadır ve verinin hazırlanmasına gereksinim duymaktadır. Düğümlerin ikiye ayrılması ile alt kümelerin bir önceki kümeden daha homojen olması beklenmektedir. Ayrılma kriteri için Gini, Twoing, Sıralı Twoing, Simetrik Gini, en küçük kareler sapması gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin kullanımı sınıf hedeflerin sürekli ya da kategorik olmasına göre belirlenmektedir. Kategorik hedef değişkenler için Gini, Twoing veya (sıralayıcı hedef değişkenleri için) sıralı Twoing; sürekli hedef değişkenler için ise en küçük kareli sapma (LSD) hesaplamaları kullanılabilir (Ekici, 2012: 12).

C&R ağaçları hesaplamalarında kar, maliyet değerleri ve değişken kategorileri arasındaki önceliklerin tanımlanabilmesi gibi olanakları ile yaygın olarak tercih edilmektedir. Ayrıca parametrik olmamaları, bağımsız değişken üzerinde çeşitli varsayımlar gerektirmemeleri, eksik veri ile çalışabilmeleri, normallik araştırma ve dönüşüm uygulama gibi işlemlere ihtiyaç duymamaları ve yorumunun kolay olması en önemli avantajlarındandır.

4.1.4.2.5. CHAID ağaçları:

CHAID ağaçları, 1980 yılında Kaas tarafından geliştirilmiştir ve bir populasyonu, bağımlı değişkendeki varyasyonu gruplar içi minimum, gruplar arası maksimum olacak şekilde farklı alt gruplara veya bölümlere tekrarlı olarak ayıran ve değişkenler arasındaki etkileşim veya kombinasyonları bulan bir yöntemdir. Bağımlı (hedef) değişken sürekli ya da kategorik olabilir. Bu anlamda C&R ağaçlarına benzemektedir ancak CHAID ağaçları ikiden fazla kategori üretilmesine izin vermektedir. Ayrıca en uygun bölümleri seçmek için kullanılan entropi veya gini algoritması yerine Ki-Kare testi kullanılmaktadır.

CHAID algoritmasında girdi yani bağımsız değişkenin tüm değerlerini dikkate alarak analiz yapılmaktadır. Bağımlı yani hedef değişkeni dikkate alarak benzer özelliklere sahip olan değişkenleri birleştirir ve farklı olan değişkenlerle işlemine devam eder. Daha sonra en iyi tahmin ediciyi seçerek karar ağacının ilk dalını oluşturur. Bu süreç, her bir değişken

için farklılık analizi yapıldığında ve ağaç tamamıyla büyüyene kadar devam eder (Gürsoy, 2009:76).

CHAID, regresyon problemlerinde kullanılabileceği gibi karar ağaçlarının oluşturulmasında daha etkilidir. CHAID analizi ile elde edilecek bir regresyon denklemi, bilinen klasik varsayımlardan (normallik, doğrusallık, homojenlik vb.) bağımsız tutulmaktadır (Ekici,2012:13-17). Değişkenler arasındaki ilişki doğrusal yapıdan daha karmaşık ise veride gizli olan bu ilişkiyi bulmak için verinin belli kısımlarını eleme yöntemi olan CHAID kullanılır. "Ki-kare" ismini almasının nedeni algoritmasında birçok çapraz çizelgenin kullanılması ve istatistiksel önem oranları ile çalışmasıdır (Pehlivan, 2006:17; Ekici, 2012:14).

CHAID algoritması özetle aşağıdaki adımlara sahiptir (Ekici, 2012:17-19) :

"Adım 1: Her bir tahmin edici değişken X için, X'in, Y hedef değişkenini dikkate alan en az öneme sahip kategori çifti bulunur. Bu çift en büyük p değerine sahip olanıdır. Yöntem, Y'nin ölçüm düzeyine bağlı olarak p değerlerini hesaplayacaktır.

a) Eğer Y sürekli ise F testi kullanılır.

b) Eğer Y sınıflama ölçüm düzeyinde ise X'in kategorileri satırlarda ve Y'nin kategorileri sütunlarda olacak biçimde iki yönlü çapraz çizelge düzenlenir. Pearson ki-kare testi veya olabilirlik oranı testi kullanılır.

c) Eğer Y sınıflama ölçüm düzeyinde ise bir Y birliktelik modeli uydurulur ve olabilirlik oranı testi kullanılır.

Adım 2: En büyük p değerine sahip X'in kategori çifti için, p değerini önceden belirlenmiş alfa düzeyi "α birleş" ile kıyaslanır.

a) Eğer p değeri "α birleş"den büyük ise bu çifti bir tek kategori altında birleştirir. X' in yeni kategori kümesi için süreci Adım 1'den başlatılır.

b) Eğer p değeri "α birleş" den küçük ise Adım 3'e gidilir.

Adım 3: X'in ve Y'nin kategori kümesi için uygun Bonferroni düzeltmesi kullanılarak, düzeltilmiş p değeri hesaplanır.

Adım 4: En küçük düzeltilmiş p değerine sahip yani en önemli X tahmin edici değişkeni seçilir. Bu değişkenin p değeri önceden tanımlanmış alfa düzeyi "α böl" ile kıyaslanır.

a) Eğer p değeri, “α böl” değerinden küçük veya eşit ise düğüm X’in kategori kümesitemel alınarak bölünür.

b) Eğer p değeri, “α böl” değerinden büyük ise düğüm bölünmez. Bu düğüm uç düğümdür.

c) Ağaç büyütme süreci, durma kuralları görülene kadar sürdürülür.”

Özetlemek gerekirse adımlarda belirtildiği üzere, CHAID algoritması, tahmin edici değişkenin tüm değerlerini kullarak analiz yapmaktadır. Yapılacak testler hedef değişkenin türüne göre değişmektedir. Eğer değişken sürekli bir değişken ise F testi, kategorik bir değişken ise ki-kare kullanılır. Algoritmada, hedef değişken dikkate alınarak istatistik olarak benzer olan değişkenler birleştirilir ve farklı olan değişkenlerle işlem sürdürülür. Daha sonra karar ağacının ilk dalını oluşturmak için en iyi tahmin edici değişken seçilmektedir. Her bir düğüm, seçilen değişkenin benzer değerlerinden oluşur. Bu süreç, ağaç tamamıyla büyüyene kadar tekrarlanarak devam etmektedir.

Bazı kaynaklara göre çalışmada kullanılacak olan karar ağaçlarından CHAID ve C&R karar ağaçları karşılaştırılmak istenildiğinde CHAID algoritması, mevcut durumu analiz etmede daha kullanışlı iken, C&R algortiması gelecek ile tahminleme yapmak için daha uygundur. Amaç, açıklayıcı değişkenler ile hedef değişken arasındaki ilişkinin tanımlanması olduğunda CHAID daha kullanışlı iken; yeni sınıfların yüksek doğruluk oranı ile tahmin edilmesi için model oluşturulmasında C&RT’nin kullanılması daha uygundur (Shmueli, 2015).

4.1.4.3. Regresyon analizi

Regresyon analizi, iki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için sıklıkla kullanılan bir analiz metodudur. Regresyon modellerinde amaç her bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki toplam değişmeye olan katkısının saptanması ve bağımsız değişkenlerin doğrusal kombinasyonunun değerinden hareketle bağımlı değişkenin tahmin edilmesidir. Kurulacak olan matematiksel modelde bir bağımlı değişken ve bir ya da birden çok bağımsız değişken olabilir. Tek bir bağımsız değişken kullanılarak analiz yapılıyorsa “tek değişkenli ya da basit regresyon”, birden çok bağımsız değişken kullanılıyorsa “çok değişkenli regresyon analizi” olarak adlandırılır.

Basit doğrusal regresyonda, y bağımlı (yanıt/hedef) değişkeni, x_1 bağımsız (açıklayıcı) değişkeni, β_0 ve β_1 bu değişkenin bilinmeyen parametrelerini ve ε_i şansa bağlı hata terimlerini ifade etmek üzere basit doğrusal regresyon modeli;

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \varepsilon_i \qquad i = 1,2,...,n \tag{4.1}$$

olarak yazılabilmektedir (Kutner v.d., 2005: 21).

Çoklu doğrusal regresyon modeli ise, p adet açıklayıcı değişken ve n adet gözlem için;

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \ldots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i \qquad i = 1, 2,\ldots, n \tag{4.2}$$

şeklinde yazılabilmektedir (Kutner v.d., 2005: 237).

Burada $\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_j, \ldots, \beta_p$ bilinmeyenlerine *regresyon katsayıları* denir. Herhangi bir β_j regresyon katsayısı, diğer değişkenler sabitken x_j değişkeninde meydana gelen bir birimlik değişmeye karşılık y değişkenindeki beklenen değişiklik miktarını vermektedir ve *kısmi regresyon katsayısı* olarak adlandırılmaktadır. Çoklu doğrusal regresyon modeli ile bağımlı değişkenin belirlenmesinde her bir bağımsız değişkenin göreceli önemi belirlenmiş olur ve her bir bağımsız değişkenle bağımlı değişken arasındaki ilişkilerin eşanlı olarak belirlenmesi özelliğiyle basit doğrusal regresyondan ayrılır (Alpar, 2011:453).

Çoklu doğrusal regresyon modeline ait bazı varsayımlar bulunmaktadır ve araştırmalarda öncelikle bu varsayımların sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Bu varsayımlar;

- ✓ x_j değişkenlerine ait değerlerin sabit olması,
- ✓ Her gözlem değeri kümesi için y değerinin bir alt kümesi vardır. Bu alt kümelerin normal dağılım göstermesi,
- ✓ y alt kümelerinin varyanslarının eşit olması,
- ✓ y değerlerinin bağımsız olmasıdır.

Eğer bu varsayımlar hata terimi ε_i ile belirtilecek olursa; ε_i'ler bir rastlantı değişkeni olup sıfır ortalama ve y alt kümelerinin ortak varyansı olan σ^2 ile normal ve birbirinden bağımsızdırlar. Ayrıca regresyon analizinde bağımsız değişkenler arasında yüksek derecede ilişki olması istenen bir durum değildir, aksi durumda bir bağımsız değişken diğer bağımsız değişkenlerin doğrusal fonksiyonu olarak belirtilmekte, çoklu bağlantı yani doğrusal bağımlılık sorunu ortaya çıkmaktadır (Alpar, 2011:455). Çoklu bağlantı durumunda regresyon katsayılarının tahmini için En Küçük Kareler (EKK) kestirim yöntemi kullanılamamaktadır. Bu nedenle bağımsız (açıklayıcı) değişkenler seçilirken, bu değişkenlerin bağımlı (yanıt) değişken ile basit doğrusal korelasyon katsayılarının yüksek (1'e yakın), birbirleri arasındaki basit doğrusal korelasyon katsayılarının düşük (0'a yakın) olmasına dikkat edilmesi önerilmektedir. Bu varsayımların sağlanamadığı durumlarda parametre kestirim yöntemlerinin değiştirilmesi önerilmektedir (Arı ve Önder, 2012:1).

Regresyon analizi ile kurulacak modelde hangi bağımsız değişkenlerin modele alınması gerektiği önemli bir konudur. Burada dikkat edilmesi gereken bağımlı değişken ile bağımsız değişken veya değişkenler (X) arasında doğrusal bir sebep-sonuç ilişkisi bulunması, modele sadece ilgili bağımsız değişkenlerin dahil edilmesidir. Bu nedenle çeşitli değişken seçimi yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan çalışmalarda en sık kullanılanlar geriye eleme, ileri seçim, Mallow'un Cp istatistiği v.b. yöntemleridir (Şahinler, 2000: 58).

4.1.4.4. Zaman serileri analizi

Zaman serisi bir dönemden diğerine değişkenlerin değerlerinin ardışık bir şekilde gözlendiği sayısal büyüklüklerdir. Zaman serileri model tahminleri "yapısal analiz" veya "öngörü ve simülasyon" amacıyla yapılmaktadır. "Yapısal analiz" iktisadi teorilerin test edilmesi amacıyla gerçekleştirilirken, "öngörü ve simülasyon", tahmin edilen modele dayanarak bağımlı değişkenlerin ileride alacağı değerleri belirlemek için gerçekleştirilmektedir. Zaman serileri kullanılarak yapılan ekonometrik analizlerde değişkenlerin durağan olması serilere ilişkin öngörülerde ve değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde önem kazanmaktadır. Bu nedenle aşağıda ilk alt kesimde durağanlık kavramı açıklanmıştır. İkinci alt kesimde ise bu çalışmada Türkiye Çimento ve Taş Kömürü sektörlerinde stok miktarı tahmin edileceği için VAR yöntemi incelenmiştir.

4.1.4.4.1. Durağanlık

Zaman serileri, trend (T), mevsimsel dalgalanma (S), döngüsel ya da konjoktürel dalgalanma (C) ve düzensiz ya da stokastik hareketler (I) olarak tanımlanan bileşenlerden oluşmaktadır. Bu bileşenler şu şekilde ifade edilebilir:

$$Y=T+C+S+I \tag{4.3}$$

Zaman serilerinin seyrini doğru tanımlayabilmek için bahsedilen bu zaman serisi bileşenlerinin ayrıştırılması gerekmektedir. Özellikle stokastik bir süreç izleyen zaman serilerinde serinin durağan olup olmadığı önem kazanmaktadır. Eğer bir zaman serisinin ortalaması, varyansı ve kovaryansı zaman boyunca sabit, otokovaryansı ise zamandan bağımsız ve yalnızca aradaki zaman mesafesine (k) bağlı ise zaman serisinin zayıf durağan süreç izlediği söylenmektedir.

Ortalama: $E(y_t) = \mu$ (4.4)

Varyans: $E(y_t - \mu)^2 = var\ (y_t) = \gamma(0)$ (4.5)

Kovaryans: $E[(y_t - \mu)(y_{t+k} - \mu)] = \gamma(k)$ (4.6)

Zayıf durağan bir süreç normal dağılıma sahipse güçlü durağanlıktan söz edilebilir. Birçok ekonomik zaman serisi durağanlık koşulunu sağlamasa da çoğu zaman basit dönüşümlerle durağanlık sağlanabilmektedir. Durağanlığı sağlamak için, serilerin farkları, yüzde artışları, logaritmaları, logaritmalarının birinci farklarının alındığı farklı yöntemler kullanılmaktadır. Durağan olmayan bir zaman serisi "d" kere farkı alındıktan sonra durağan hale geliyorsa d. mertebeden entegre olmakta ve I (d) şeklinde ifade edilmektedir.

Uygulamalarda durağanlık koşullarından “sabit varyans koşulu”; logaritmik dönüşüm veya uç değer düzeltmesiyle elde edilebilmektedir. Durağanlığın diğer bir koşulu olan “sabit ortalama koşulunun” sağlanamamasının önemli iki nedeni ise; seride trend ve mevsim etkisinin varlığıdır. Serilerin farkını almak, trend ve mevsim etkisini dışlayarak durağanlığın sağlanmasına yardımcı olur (Yiğit, 2010:45).

Bu nedenle bir zaman serisinin istatistiksel analizi yapılmadan önce, o seriyi oluşturan sürecin zaman içinde sabit olup olmadığının yani durağanlığının araştırılması gerekmektedir. Durağan olmayan zaman serileri ile analiz yapıldığında geleneksel t ve F testleri ile R^2 değeri yanlı sonuçlar verebilmektedir ve sahte regresyon sorunu ortaya çıkmaktadır (Göktaş, 2005:5).

"Birim kök" testleri durağanlığı sınamada kullanılır. Birim kök testlerindeki hipotez, otoregresif (AR) sürecinin bir birim kök içerdiği ve denklemdeki otoregresif katsayılar toplamının bire eşit olduğudur. Durağanlığın tespitinde kullanılan bazı testler bulunmaktadır. Bunların en çok tercih edilenleri Dickey Fuller testi (DF), Genişletilmiş Dickey Fuller testi (ADF) ve otokorelasyon analizidir.

Seri y_t olarak tanımlanırsa; y_t değişkeninin bir dönem önceki değeriyle ilişkisi

$$y_t = \beta y_{t-1} + u_t \qquad u \approx iid\ (0, \sigma^2) \qquad (4.7)$$

olarak gösterilir.

Bu durumda $\beta = 1$ ise seri bir dönem önceki değerinin ve tesadüfi şokların etkisi altındadır. O takdirde seri birim kök içeriyor denir. $\beta < 1$ ise y_{t-1}'in y_t üzerindeki etkisi β'nın değerine bağlı olarak giderek azalacaktır.

Burada test istatistiği olarak Dickey-Fuller'ın Monte Carlo uygulamasında ortaya çıkan "τ" (tau) istatistiği kullanılır. Eğer "τ" istatistiğinin mutlak değeri Dickey-Fuller kritik değerinin mutlak değerini aşıyorsa, zaman serisinin durağan olduğu hipotez reddedilemez.

$y_t = \beta y_{t-1} + u_t$ eşitliğinin her iki tarafından y_{t-1} çıkartılırsa aşağıdaki eşitliğe ulaşılır.

$$(y_t - y_{t-1}) = \beta y_{t-1} - y_{t-1} + u_t \qquad (4.8)$$

$$\Delta y_t = \delta\, y_{t-1} + u_t \qquad (4.9)$$

Burada; $\delta = (\beta - 1)$'dir. $\delta = 0$ ise $\Delta y_t = (y_t - y_{t-1}) = u_t$ elde edilecektir. Burada $u_t$beyaz gürültü süreci izlediğinden bütünüyle rassaldır. Bu durumda oluşturulan hipotezler ise;

$H_0: \delta = 0$ (seri birim kök içerir, seri durağan değildir, rasgele yürüyüş modelidir)

$H_0: \delta < 0$ (seride birim kök yoktur, seri durağandır) şeklindedir.

Genel olarak Dickey-Fuller birim kök testi aşağıdaki gibi üç farklı eşitlik şeklinde kullanılmaktadır:

1) Sabit terimsiz, trend içermeyen bir rasgele yürüyüş süreci eşitliği:

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + u_t \quad (4.10)$$

2) Sabit terimli, trend içermeyen bir rasgele yürüyüş süreci eşitliği:

$$\Delta y_t = \beta_1 + \delta y_{t-1} + u_t \quad (4.11)$$

3) Sabit terimli, trend içeren bir rasgele yürüyüş süreci eşitliği:

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta y_{t-1} + u_t \quad (4.12)$$

Bu üç eşitlik için de, δ=0 yokluk hipotezi test edilir. Eğer yokluk hipotezi reddedilir ise, seri durağandır. Düzeyde durağan bulunmayan seriler birinci farkları alınınca durağan hale gelir ise, bu serilere birinci dereceden bütünleşik yani I(1) serileri denir.

Tahmin edilen regresyonlarda otokorelasyon olması durumunda Dickey-Fuller (DF) test sonuçları geçersiz olacaktır. DF testinde otokorelasyon sorununu ortadan kaldırmak için DF eşitliğine otokorelasyonu gidermeye yetecek kadar bağımlı değişkenin gecikmeli değeri eşitliğin sağ tarafına ilave edilmektedir. Genişletilmiş DF testi yani ADF (Augmented Dickey Fuller) testindeki eşitlikler aşağıdaki gibidir.

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + + \sum_{i=1}^{k} \alpha_i \Delta y_{t-i} + v_t$$

$$\Delta y_t = \beta_1 + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} \alpha_i \Delta y_{t-i} + v_t \quad (4.13)$$

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} \alpha_i \Delta y_{t-i} + v_t$$

Hipotezlerin test edilmesinde DF testinde olduğu gibi y_{t-1}'in katsayısı kullanılır ve kullanılan kritik değerler DF testinin kritik değerleri ile aynıdır.

ADF testinde en önemli sorun, gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. Gecikme uzunluğu k belirlenirken; serbestlik derecesini dikkate alacak şekilde, Akaike (AIC) ve Schwarz (SC) bilgi ktiterlerinden yararlanılır. Her bir k gecikme değeri için hesaplanan AIC ve SC değerlerinden en küçük değere karşılık gelen değer, gecikme uzunluğu olarak belirlenir.

4.1.4.4.2. Hendry yaklaşımı

Hendry yaklaşımı daha çok geleneksel olarak adlandırılan ekonometrik yöntemlere eleştiri olarak geliştirilmiş bir yaklaşımdır ve "Genelden-Özele" yöntemi olarak bilinmektedir. Hendry Yaklaşımı, Sargan'ın 1964 makalesine dayanmaktadır. Daha sonraki yıllarda bu çalışma Davidson ve diğerleri (1978), Davidson ve Hendry (1981), Pagan (1987) ve Hendry (1989) makaleleriyle geliştirilmiştir.

Hendry'nin Genelden-Özele yönteminin temelinde, güvenilir modeller oluşturabilmek için ekonometrik modellemeye bir genel model ile başlanması gerektiği ileri sürülmektedir. İktisadi olarak anlamlı sınırlamaların seri biçimde test edilmesiyle bu model küçültülmeye çalışılmaktadır. Hendry tarafından önerilen Genelden-Özele modelleme stratejisine göre, sınırlanmamış dinamik bir model, kısıtlamalara ilişkin çok sayıda testin yardımıyla sınanır, dönüştürülür ve daha küçük bir modele indirgenir (Akçoraoğlu ve Yurdakul, 2002:10).

Hendry metodolojisi genel olarak 5 aşamadan oluşmaktadır (Pagan, 1987: 4).

1. İlgili ekonomik teorinin denge ilişkisinin öngördüğü bütün değişkenleri kapsayan ve sürecin dinamiğini mümkün olan en azda sınırlayan ve sürecin dinamikliğini mümkün olduğu kadar yansıtan bir genel model kurulur.
2. Birbirine mümkün olduğunca dik (ortagonal) ve uzun dönem dengesi açısından yorumlanabilecek dışsal değişkenlere ulaşmak için model reparametrize edilir.
3. Model basitleştirilerek, verilere uygun en küçük versiyonu bulunur.
4. Daha önceki aşamada biçimlendirilmiş modelin tahmin gücü sınanır.

5. Model, alternatif modeller ile, "nested, non-nested" testler aracılığı ile karşılaştırılır ve istatistiki anlamda daha iyi bir "rakip"modelin olup olmadığı belirlenir.

Yukarıda belirtilen aşamalar sırasında; iktisadi beklentiler doğrultusunda, bağımlı değişkeni etkilediği düşünülen tüm açıklayıcı değişkenleri içeren veri seti oluşturulmaktadır. Süreç dinamikliğinin de yapıya katılabilmesi için açıklayıcı değişkenlerin gecikmeli yapıları da veri setine eklenmektedir. Genel modelden özel modele gelinirken modellerin parametreleri tahmin edilmekte ve her adımda anlamsız değişkenler elenerek genelden özele ulaşılmaktadır. Her aşamada klasik F testi kullanılarak gerçekleştirilen indirgemenin istatistiksel olarak geçerliliği gözlenmektedir. Bu aşamada reparametrize ve basitleştirme işlemleri yoğun olarak kullanılmaktadır (Yurdakul, 1999: 5).

- Reparametrize, birçok değişkeni içeren açıklayıcı değişken setinde değişkenlerin hem kendi içinde hem de birbirleriyle olan ilişkilerini mümkün olduğunca "dik" elde edebilme amacını gütmektedir. Eğer iki değişken birbirlerine dik ise, bu iki değişken arasında doğrusal bağımlılık en azdır. Bir başka ifadeyle, iki değişken arasındaki 'basit korelasyon' düşüktür.
- Basitleştirme ise, herhangi bir aşamada sıfıra yakın ve istatistiksel olarak anlamsız olan bazı parametrelerin modelden düşürülmesidir. Aynı zamanda ekonomik teori göz önüne alınarak parametrelerin işaret ve büyüklükleri incelenecek, işaret ve büyüklükleri beklenti dışı olan parametreler modelden çıkarılacaktır.

Yukarıdaki özellikleri sağlayan özel modele ulaşmak için kullanılan en genel model, otoregresif dağıtılmış gecikme modelidir. En genel haliyle otoregresif dağıtılmış gecikme modeli;

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + ... + \alpha_k y_{t-k} + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + ... + \beta_n x_{t-n} + \varepsilon_t$$

yada

$$a(L)y_t = b(L)x_t + \varepsilon_t \qquad (4.14)$$

şeklindedir.

Burada durağanlık koşulu ile karşılaşılmaktadır. Bunun için *a(L)* polinomunun köklerinin birden büyük olması gerekmektedir.

Söz konusu kısıtlamaların geçerli olup olmadıklarını belirleyebilmek amacıyla doğrusal kısıtlamalar için F testi uygulanmaktadır.

H_0: Kısıtlama geçerlidir.
H_1: Kısıtlama geçerli değildir.

$$F = \frac{\frac{\sum u_2{}^2 - \sum u_1{}^2}{m}}{\frac{\sum u_1{}^2}{n-k}} \qquad (4.15)$$

Burada;

$\sum u_1{}^2$: Kısıtlanmamış regresyondaki artık kareler toplamı,

$\sum u_2{}^2$: Kısıtlanmış regresyondaki artık kareler toplamı,

m : Doğrusal kısıt sayısı,

k : Kısıtlanmamış regresyondaki parametre sayısı,

n : Gözlem sayısı

Eğer bulunan F hesap değeri, F tablo değerinden küçükse (Fhes<Ftab) kısıtlama geçerli olacaktır ve kısıtlamalı özel model seçilecektir.

4.1.4.4.3. Vektör otoregresif (VAR) modeller

İktisadi ilişkiler arasındaki etkileşimin karmaşıklığı, eşanlı denklem sistemlerinin kullanılmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Eşanlı denklem modellerinde, sistemde yer alan tüm denklemler aynı anda analiz edilerek sistem katsayılarının tahmini yapılmaktadır. Bu nedenle eşanlı denklem modelleri ile işlem yapabilmek için ilk önce modelin belirlenmesi gerekmektedir. Eşanlı denklem modellerinde, ele alınan değişkenlerden hangilerinin açıklanan (içsel), hangilerinin açıklayıcı (dışsal) değişken olacağı daha önceden belirlenerek denklemler oluşturulmaktadır. Söz konusu denklemler Christopher Sims (1980: 1-48) tarafından verilen kararların çoğunlukla öznel olması nedeniyle eleştirilmiştir. Sims'e göre, ele alınan değişkenler arasında eşanlılık varsa, hepsi eşit şekilde ele alınmalı; içsel ve dışsal değişkenler arasında önceden bir ayrım yapılmamalıdır

(Gujarati, 2006: 747). Sims, bu düşünceden yola çıkarak vektör otoregresif (VAR) modelini geliştirmiştir ve bu sayede uygulamalı ekonometride VAR modelleri önemli bir araç haline gelmiştir.

VAR modelleri birden çok içsel değişkenin bir arada yer aldığı eşanlı denklem modellerine dayanmaktadır ancak herhangi bir iktisat teorisine bağlı olarak değişkenler arasında içsel-dışsal ayrımı yoktur. VAR modelleri, yapısal modele herhangi bir kısıtlama getirmeksizin dinamik ilişkileri verdiği için zaman serileri açısından sıklıkla tercih edilmektedir (Keating, 1990: 453-454). VAR modellerinde bağımlı değişkenlerin gecikmeli değerlerinin yer alması, geleceğe yönelik güçlü tahminlerin yapılmasının da tercih edilmesinin diğer nedenleridir (Kumar, Leona, Gasking, 1995:365).

İki değişkenli standart VAR(p) gösterimi aşağıdaki gibi verilebilir:

$$\begin{aligned} X_t &= \sum_{i=1}^{p} \alpha_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_i Y_{t-i} + e_{1t} \\ Y_t &= \sum_{i=1}^{p} \lambda_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \delta_i Y_{t-i} + e_{2t} \end{aligned} \qquad (4.16)$$

Burada; p, gecikme sayısını ifade etmektedir.

Bu denklemlerde yer alan X_t ve Y_t serileri içsel değişkenlerdir ve bu değişkenlerin durağan olduğu, e_{1t} ve e_{2t}'nin ise sırasıyla $\sigma_x$ve σ_y standart sapmalarına sahip birbiriyle ilişkisiz beyaz gürültü hata terimleri oldukları varsayılmaktadır. Burada e_{1t} ve e_{2t} hata terimleri, sırasıyla X_t ve Y_t serileri üzerindeki şokları temsil etmektedir.

Gecikme sayısının belirlenmesi VAR modellerinde en önemli sorundur. Örneklem hacminin büyüklüğü ve gecikme uzunluğu bu nedenle çok önemlidir. Gecikme sayısına göre de modeller adlandırılmaktadır. Örneğin 1 gecikmeki model 1. dereceden VAR modeli, 2 gecikmeli model 2. dereceden VAR modeli olarak adlandırılır.

İki değişkenli bir gecikmeli eşanlı bir denklem sisteminin VAR gösterimi;

$$\begin{aligned} y_t &= b_{10} - b_{12} z_t + c_{11} y_{t-1} + c_{12} z_{t-1} + \varepsilon_{yt} \\ z_t &= b_{20} - b_{21} y_t + c_{21} y_{t-1} + c_{22} z_{t-1} + \varepsilon_{zt} \end{aligned} \qquad (4.17)$$

şeklindedir. Bu gösterimde; $\varepsilon_{it} \sim i.i.d(0, \sigma_{\varepsilon i}^2)$ ve $cov(\varepsilon_y, \varepsilon_z) = 0$ olduğu kabul edilir.

Eşitlik (4.17)'de y_t ve z_t içsel değişkenleri, ε_{yt} ve ε_{zt}, yapısal şokları temsil etmektedir. Modelde yer alan b_{10} ve b_{20} sabit terimlere, c_{11}, c_{12}, c_{21} ve c_{22} gecikmeli değişkenlere ait parametrelerdir.

Eşitlik (4.17) matris formunda şu şekilde ifade edilebilir:

$$\begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix} \quad (4.18)$$

Eşitlik (4.18)'deki ifadelerin değişken olarak karşılıkları aşağıdaki gibidir.

$$X_t = \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix},\ B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix},\ \Gamma_0 = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix},\ \Gamma_1 = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \text{ ve } \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix}$$

Eşitlik (4.18) kapalı matris notasyonu ile;

$$BX_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.19)$$

şeklinde gösterilebilir.

Eşitlik (4.19), birinci mertebeden VAR(1) modelinin yapısal biçimde gösterimidir. Burada B matrisi cari dönemde içsel değişkenler arasındaki etkileşimi göstermekte olup nxn boyutlu bir kare matristir. X_t , nx1 boyutlu içsel değişkenler matrisi ve X_{t-i} , i=1,2.....p, içsel değişkenlerin gecikmeli değerlerinden oluşan nx1 boyutlu matrislerdir. ε_t, durağan hata terimleri vektörü olup nx1 boyutludur. Γ_0, nx1 boyutlu sabit terim matrisini; Γ_i matrisi ise nxn boyutlu katsayı matrislerini temsil etmektedir.

VAR modelinin varsayımları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

(i). y_t ve z_t durağan serilerdir.

(ii). ε_{yt} ve ε_{zt}, sıfır ortalama ve sabit varyansa sahip, normal dağılım gösteren (beyaz gürültü sürecine sahip) rassal şoklardır.

(iii). ε_{yt} ve ε_{zt}, kendi aralarında korelasyonsuzdur. Bu varsayım her bir şokun birbirinden bağımsız kaynaklar tarafından oluşturulduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda yapısal modelin varyans kovaryans matrisi;

$$E\left[\varepsilon_t \varepsilon_t'\right] = \Sigma_\varepsilon = \begin{bmatrix} \sigma_{\varepsilon 1}^2 & 0 & . & 0 \\ 0 & \sigma_{\varepsilon 2}^2 & . & 0 \\ . & . & . & . \\ 0 & 0 & . & \sigma_{\varepsilon n}^2 \end{bmatrix} \qquad (4.20)$$

şeklindedir.

Bu varsayımlar şokların etkisinin geçici olması halinde geçerlidir. Bu durumda ε_t, serisel olarak ilişkisiz beyaz gürültü sürecine sahip η_t 'ye eşittir (Keating, 1992:38).

Katsayıların tutarlı tahminlerinin elde edilebilmesi için indirgenmiş VAR modeli tahmin edilebilir. Sistemi indirgenmiş biçime dönüştürebilmek için eşitlik (4.19)'un her iki tarafı B^{-1} matrisi ile çarpılırsa;

$$B^{-1}BX_t = B^{-1}\Gamma_0 + B^{-1}\Gamma_1 X_{t-1} + B^{-1}\varepsilon_t \qquad (4.21)$$

elde edilir. Eşitlik (4.21) modeli indirgenmiş biçim katsayılarıyla ifade edildiğinde;

$$X_t = A_0 + A_1 X_{t-1} + e_t \qquad (4.22)$$

modeline ulaşılır.

Eşitlik (4.22) kısıtsız bir VAR modelinin standart gösterimidir. İndirgenmiş biçimde her bir içsel değişken sistemde yer alan tüm değişkenlerin gecikmeli değerleriyle açıklanmaktadır. İndirgenmiş biçimde içsel değişkenlerin gecikmeli değerlerinin hata terimleriyle ilişkili olmadığı varsayıldığından her bir eşitlik EKK ile tahmin edilebilir. Yapısal VAR modeliyle indirgenmiş VAR modeli arasındaki ilişkiler ise şu şekildedir:

$$A_i = B^{-1}\Gamma_i, \quad i = 0,1,.....,p \qquad (4.23)$$

$$e_t = B^{-1}\varepsilon \Rightarrow \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} = \frac{1}{(1-b_{21}b_{12})} \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix}_t \quad (4.24)$$

e_t vektörü indirgenmiş modelin hata terimleri olup (4.19) numaralı eşitlikte yer alan birbiriyle ilişkisiz yapısal şokların (ε_t) doğrusal bir bileşimi olarak ifade edilir.

$$e_{2t} = \frac{-b_{21}\varepsilon_{yt} + \varepsilon_{zt}}{\Delta} \text{ ve } e_{1t} = \frac{-b_{12}\varepsilon_{zt} + \varepsilon_{yt}}{\Delta} \quad (4.25)$$

$$\Delta = 1 - b_{21}b_{12} \quad (4.26)$$

Fakat indirgenmiş modelde artık hata terimlerinin (e_t) birbiriyle ilişkisiz olduğu söylenemez.

VAR modellerinin uygulama aşamaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

(i) Modelde yer alan değişkenlerin durağan olup olmadıklarının belirlenmesi,

(ii) Modeldeki değişkenlerin bütünleşme derecelerini göz önüne alarak bu değişkenlerin modele seviye değerleriyle mi, farkları alınarak mı dahil edileceğinin belirlenmesi,

(iii) Değişkenlerin durağanlığı sağlandıktan sonra otokorelasyona yol açmayacak ve değişkenler arasındaki dinamik ilişkileri yakalayacak uygun gecikme sayısının belirlenmesi,

(iv) Değişkenlerin Granger nedensellik testi vasıtasıyla dışsaldan içsele doğru sıralanması (Kısıtsız VAR),

(v) İndirgenmiş VAR modeli tahmin edildikten sonra yapısal parametrelerin tahmin edilebilmesi için yeterli sayıda kısıt getirilmesi.

4.1.4.4.4. Etki-tepki fonksiyonları analizi

Ekonomik analizlerde genellikle etki-tepki fonksiyonları analizi ve varyans ayrıştırması yöntemleri VAR modeline ilişkin hesaplanan katsayıların yorumlanması güç olduğu için tercih edilmektedir. Etki-tepki fonksiyonları analizi ile VAR analizinde yer

alan değişkenler arasındaki dinamik etkileşim belirlenebilmektedir. Etki-tepki fonksiyonları ile VAR modelinde yer alan değişkenlerin hata terimlerinde meydana gelen şoklara karşı ne yönde ve ne ölçüde tepki verdikleri belirlenebilmektedir (Yiğit, 2010:56).

Etki-tepki fonksiyonu iki değişkenli VAR matris biçiminde aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \tag{4.27}$$

Eşitlik (4.27) daha açık olarak aşağıdaki gibi yazılırsa;

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \bar{z} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} e_{1t-1} \\ e_{2t-1} \end{bmatrix} \tag{4.28}$$

$$\begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} = \frac{1}{(1-b_{21}b_{12})} \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix} \tag{4.29}$$

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \bar{z} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^i \frac{1}{(1-b_{21}b_{12})} \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix} \tag{4.30}$$

elde edilir. Daha basit bir gösterim sağlamak için;

$$\Phi_i = \frac{A_1^i}{(1-b_{21}b_{12})} \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} \tag{4.31}$$

olarak gösterilsin. Eşitlik (4.30) yeniden düzenlenirse yapısal modelin hareketli ortalama gösterimi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \bar{z} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \Phi_{11}(i) & \Phi_{12}(i) \\ \Phi_{21}(i) & \Phi_{22}(i) \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt-i} \\ \varepsilon_{zt-i} \end{bmatrix} \tag{4.32}$$

ya da;

$$x_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i \varepsilon_{t-i} \qquad (4.33)$$

olur.

Hareketli ortalama gösterimi, y_t ve z_t serilerinin birbirleriyle etkileşimini incelemek için kullanılan bir araçtır. $\Phi_{11}(i)$, $\Phi_{12}(i)$, $\Phi_{21}(i)$, $\Phi_{22}(i)$ etki tepki katsayılarını göstermektedir. $\Phi_{ik}(0)$ matrisinin dört öğesi etki çarpanları olarak adlandırılır ve ε_{yt} ve ε_{zt} şoklarının etkisini y_t ve z_t serilerine yaymakta kullanılır. Örneğin $\Phi_{12}(0)$ öğesi ε_{zt} şokunda bir birimlik değişmenin y_t serisine eşzamanlı etkisini, $\Phi_{12}(1)$ öğesi ise bir dönemlik etkisini gösterir.

Buna göre;

$\Phi_{11}(i)$, i dönem sonra ε_{yt} şokunun y_t üzerindeki etkisini,

$\Phi_{12}(i)$, i dönem sonra ε_{zt} şokunun y_t üzerindeki etkisini,

$\Phi_{21}(i)$, i dönem sonra ε_{yt} şokunun z_t üzerindeki etkisini,

$\Phi_{22}(i)$, i dönem sonra ε_{zt} şokunun z_t üzerindeki etkisini gösterir.

$\sum_{i=0}^{k} \Phi_{11}(i)$ ise k dönem sonra ε_{yt} şokunun y_t üzerindeki kümülatif etkisini gösterir.

$k \to \infty$ ise buna uzun dönem çarpanı denir.

Değişkenler arasındaki ölçek farklılıkları etki tepki katsayılarının kıyaslanmasını güçleştireceğinden uygulamada genellikle bir birimlik şok yerine bir standart sapmalık şoklar kullanılmaktadır. Bunun için yapısal şoklar kendi standart hataları kullanılarak normalleştirilmektedir.

Bir makro-ekonomik büyüklük üzerinde en etkili olan değişken "varyans ayrıştırması" yöntemiyle belirlenmektedir. Bu nedenle varyans ayrıştırması alt bölümde ayrıca ele alınacaktır.

4.1.4.4.5. Varyans ayrıştırması

Varyans ayrıştırması, bir şok sürecinde değişkendeki değişimin yüzde kaçının kendisi tarafından, yüzde kaçının diğer değişkenler tarafından açıklandığını gösteren bir analizdir ve içsel değişkenlerin üzerinde en etkili değişkenin hangisi olduğu varyans ayrıştırması ile belirlenir.

VAR(1) modelinin indirgenmiş biçimi $X_t = A_0 + A_1 X_{t-1} + e_t$ olarak tanımlanmıştı. X_t'nin t+1 dönemini tahmin etmek için bu eşitlik kullanılabilir. X_{t+1}'in koşullu beklenen değeri;

$$E(X_{t+1}) = A_0 + A_1 X_t \tag{4.34}$$

olur.

t+1 dönemi için öngörü hatası ise; $e_{t+1} = X_{t+1} - E(X_{t+1})$ şeklindedir. Aynı şekilde t+2 dönemi için X_{t+2}'in koşullu beklenen değeri;

$$E(X_{t+2}) = (I + A_1)A_0 + A_1^2 X_t \tag{4.35}$$

olur.

t+2 dönemi için öngörü hatası ise; $X_{t+2} - E(X_{t+2}) = e_{t+2} + A_1 e_{t+1}$ şeklindedir. Benzer şekilde n dönem sonrasına ilişkin öngörü hatası;

$$e_{t+n} + \Gamma_1 e_{t+n-1} + \Gamma_1^2 e_{t+n-2} + ... + \Gamma_1^{n-1} e_{t+1} \tag{4.36}$$

şeklinde elde edilir.

$$\begin{aligned} X_{t+n} - E(X_{t+n}) &= e_{t+n} + A_1 e_{t+n-1} + A_1^2 e_{t+n-2} + ... + A_1^{n-1} e_{t+1} \\ &= \sum_{j=0}^{n-1} A^j . e_{t+n-j} \end{aligned} \tag{4.37}$$

$$X_{t+n} - E(X_{t+n}) = \sum_{j=0}^{n-1} \Phi_j \varepsilon_{t+n-j}$$

yapısal şoklar cinsinden öngörü hatası elde edilir.

$X_t$için n dönem sonraki öngörü hatası daha açık olarak;

$$X_{t+n} - E(X_{t+n}) = \Phi_{11}(0).\varepsilon_{yt+n} + \Phi_{11}(1).\varepsilon_{yt+n-1} + ... + \Phi_{11}(n-1).\varepsilon_{yt+1}$$
$$+ \Phi_{12}(0).\varepsilon_{zt+n} + \Phi_{12}(1).\varepsilon_{zt+n-1} + ... + \Phi_{12}(n-1).\varepsilon_{zt+1} \quad (4.38)$$

şeklinde olacaktır.

X_t'nin n dönem sonraki öngörü hata varyansı;

$$\sigma_x^2(n) = \sigma_y^2.\left[\Phi_{11}(0)^2 + \Phi_{11}(1)^2 + ... + \Phi_{11}(n-1)^2\right] +$$
$$\sigma_z^2.\left[\Phi_{12}(0)^2 + \Phi_{12}(1)^2 + ... + \Phi_{12}(n-1)^2\right] \quad (4.39)$$

Öngörü hata varyansının ($\sigma_x^2(n)$) n dönem sonra ε_{yt} ve ε_{zt} şoklarına göre oranları sırasıyla eşitlik (4.40) ve eşitlik (4.41) yardımıyla elde edilmektedir:

$$\frac{\sigma_y^2.\left[\Phi_{11}(0)^2 + \Phi_{11}(1)^2 + ... + \Phi_{11}(n-1)^2\right]}{\sigma_x^2(n)} \quad (4.40)$$

$$\frac{\sigma_z^2.\left[\Phi_{12}(0)^2 + \Phi_{12}(1)^2 + ... + \Phi_{12}(n-1)^2\right]}{\sigma_x^2(n)} \quad (4.41)$$

Öngörü hata varyansının ayrıştırması bir serideki değişimlerin hangi oranda kendi şokları ve hangi oranda diğer değişkenler sebebiyle meydana geldiğini analiz etmek için kullanılır. ε_{zt} şokları, tüm öngörü dönemleri için y_t serisinin öngörü hata varyansını açıklamıyorsa serinin dışsal olduğu tersi durumda yani ε_{zt} şokları, tüm öngörü dönemleri için y_t serisinin öngörü hata varyansının tamamını açıklıyorsa serinin tamamıyla içsel olduğu söylenebilir.

5. BULGULAR

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin seçilen bölgeleri /müesseseleri için "Çimento Stok Miktarını" ve "Taş kömürü Stok Miktarını" belirleyen faktörleri tespit etmek ve daha sonra çeşitli sınıflama ve regresyon modelleri için "stok miktarı" tahmin performanslarını karşılaştırmaktır. Bu amaçla, Çimento modelinde 2005/1-2015/12 dönemi; Taş kömürü modelinde 2010/1-2015/12 dönemi için, stok miktarı ve stok miktarını etkilediği önsel olarak belirlenen değişkenler arasındaki ilişkiler, Hendry'nin Genelden-Özele Modelleme yöntemi ve VAR yöntemi ile incelenecektir. Daha sonra değişkenler arasındaki ilişkiler incelendikten sonra çeşitli sınıflama modelleri ile regresyon modelinin karşılaştırması yapılacaktır.

Çalışmada "Yapay Sinir Ağları", "CHAID Karar Ağaçları" ve "C&R Karar Ağaçları" sınıflama modelleri tercih edilmiştir. Yapay Sinir Ağları, CHAID Karar Ağaçları, C&R Karar Ağaçları herhangi bir model varsayımına ihtiyaç duymazken, regresyon analizinde bazı temel varsayımlar bulunmaktadır. Öncelikle regresyon analizi için durağanlık ve hata terimine ait varsayımların sağlanması beklenmektedir. Bu nedenle ilk olarak regresyon modeli elde edilip, değişkenler için gerekli durağanlık koşulları sağlandıktan sonra diğer model sınamalarına geçilecektir. Elde edilen regresyon modelinin devamında ayrıca modeller için kısa dönem etkileri belirlemek ve yorumlamak amacıyla VAR analizi yapılacaktır. Bu sayede modellere çok yönlü bir bakış açısı getirilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmanın birinci alt bölümünde Çimento sektörüne, ikinci alt bölümünde Taş kömürü sektörüne ait stok tahmin model sonuçları ve karşılaştırmaları bulunmaktadır. Çimento modeli için Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB), Taş kömürü Modeli için Türkiye Taş Kömürü Kurumu (TTK) ve tüm modeller için TÜİK tarafından yayınlanan verilerden yararlanılmıştır. Modellerde kullanılan tüm seriler mevsim ve takvim etkisinden arındırılan serilerdir. Bahsi geçen verilerden sadece Türkiye Taş Kömürü Kurumu'ndan veriler yazışmayla istenmiş, diğer veriler kurum/kuruluşların internet sitelerinden elde edilebilmiştir. Verilere ve değişkenlere ait detaylı bilgiler her bir sektöre ait alt bölümlerde mevcuttur.

5.1. Çimento Stok Miktarı Modelinin Türkiye'deki Bölgeler Bazında İncelenmesi

Çimento sektörüne ait "stok miktarı" tahmin modellerinin kurulumu aşamasında Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) tarafından düzenli olarak yayınlanan aylık istatistiksel çizelgeler ile TÜİK tarafından yayınlanan ekonomik gösterge verilerinden yararlanılmıştır. TÇMB tarafından 7 coğrafi bölge ayrımında Çimento için,

- "Üretim Miktarı",
- "İç Satış Miktarı",
- "Dış Satış Miktarı",
- "Stok Miktarı" verileri yayınlanmaktadır.

Çalışma dönemi 2005 Ocak-2015 Aralık olup Akdeniz ve Marmara coğrafi bölgeleri için aylık verilerle modellemeler gerçekleştirilmiştir. Bu bölgeler Çimento "Üretim Miktarı", "Satış Miktarı" ve "Stok Miktarı" kapasitesi olarak en fazla olan bölgeler olduğu için tercih edilmiştir. Her bir coğrafi bölge için toplam 132 veri (11 yıl*12 ay) ile çalışılmıştır.

Modellerde kullanılan değişkenler Çizelge 5.1'de listelenmiştir. Çimento Modeli için Üretim Miktarı, İç Satış Miktarı, Dış Satış Miktarı, Stok Miktarı her bir coğrafi bölge ayrımındadır. Bağımlı değişken olarak "Stok Miktarı" belirlenmiştir.

Çizelge 5.1. Çimento sektörü modelinde kullanılan değişkenler

No	Değişken	Birim	Değişken	Beklenti	Kaynak	Kısaltmalar
1	Çimento Üretim Miktarı	Bin Ton	Bağımsız	+	TÇMB	UM
2	Çimento İç Satış Miktarı	Bin Ton	Bağımsız	-	TÇMB	IC_SATIS
3	Çimento Dış Satış Miktarı	Bin Ton	Bağımsız	-	TÇMB	DIS_SATIS
4	Çimento Stok Miktarı	Bin Ton	Bağımlı	+	TÇMB	STOK
5	Sanayi Üretim Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	+	TÜİK	SANAYI_URETIM
6	Sanayi Ciro Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	+	TÜİK	SANAYI_CIRO
7	İnşaat Ciro Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	Belli değil	TÜİK	INSAAT_CIRO
8	İnşaat İstihdam Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	Belli değil	TÜİK	INSAAT_ISTIHDAM
9	İnşaat Maaş Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	Belli değil	TÜİK	INSAAT_MAAS
10	İnşaat Saat Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	Belli değil	TÜİK	INSAAT_SAAT
11	Sanayi İstihdam Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	+	TÜİK	SANAYI_ISTIHDAM
12	Sanayi İstihdam Maaş Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	Belli değil	TÜİK	SANAYI_MAAS

Çizelge 5.1. (devam) Çimento sektörü modelinde kullanılan değişkenler

No	Değişken	Birim	Değişken	Beklenti	Kaynak	Kısaltmalar
13	Sanayi İstihdam Saat Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	Belli değil	TÜİK	SANAYI_SAAT
14	Bina İnşaat Maliyet Endeksi (BİME)	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	-	TÜİK	BIME
15	Üretici Fiyat Endeksi/ Çimento (ÜFE)	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	+	TÜİK	UFE
16	Yapı Kullanma İzin Sayısı Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	Belli değil	TÜİK	YAPI_KULLANIM
17	Yapı Ruhsatı Sayısı Endeksi	Endeks/ 2010=100	Bağımsız	Belli değil	TÜİK	YAPI_RUHSATI

Çizelge 5.1'de belirtilen değişkenlerden Çimento sektörü için yayınlanan "Üretici Fiyat Endeksi", "Yapı Kullanma İzin Yapı Sayısı Endeksi", "Yapı Ruhsatı Sayısı Endeksi" ile Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) tarafından yayınlanan Çimento "Üretim Miktarı", "İç ve Dış Satış Miktarı", "Stok Miktarı" değişkenlerine ait zaman serisi verileri TRAMO-SEATS mevsimsel düzeltme yöntemi kullanılarak mevsimsellikten arındırılmıştır.

Serilerin mevsimsellikten arındırılmasında Gianluca Caporello ve Agustin Maravall tarafından 1996 yılında geliştirilen TSW (TRAMO/SEATS for Windows) 3 paket programının Beta 1.04 versiyonu kullanılmıştır. Bu yöntem iki kısımdan oluşmaktadır. TRAMO (Time Series Regression with Arima Noise, Missing Observation and Outliers) programı zaman serilerinde eksik gözlemleri tahmin ederken, gürültü ve aykırı değerleri de belirleyebilmektedir. Ayrıca programda kullanıcı özel tatil günlerini atayabilir ve modeldeki değişkenlerin ve ARIMA modeli parametrelerini tahmin edebilmektedir. Daha sonra TRAMO programından elde edilmiş olan doğrusallaştırılmış seriler SEATS (Signal Extraction in Arima Time Series) programına aktarılır. SEATS programı öntahmini yapılmış modelin spektral yoğunluk fonksiyonunu gözlenmemiş bileşenlerin yoğunluk fonksiyonuna ayrıştırır. Wiener-Kolmogorov filtresi kullanılarak iki temel bileşenin, trend-konjonktür ve mevsimsel düzeltilmiş serilerin, parametreleri tahmin edilir. Aykırı değerler ve kullanıcı tarafından atanmış değişkenlere ilişkin parametrelerin tahminlerini gerçekleştirir (Çiğdem, 2009:32).

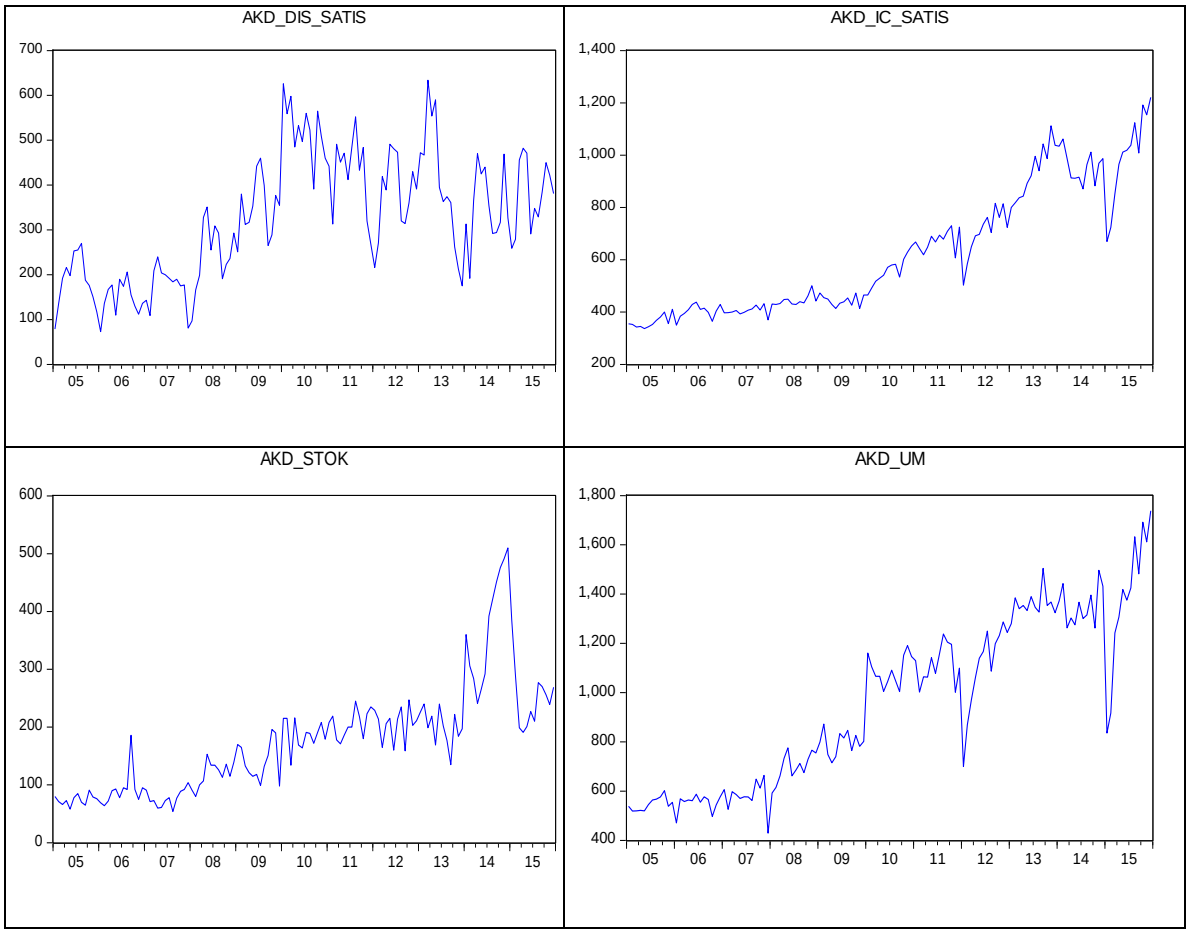
Diğer değişkenler mevsim ve takvim etkisinden arındırılmış halde TÜİK tarafından yayınlanan serilerdir. Dolayısıyla tüm değişkenler mevsim ve takvim etkisinden arındırılmıştır.

Bu değişkenlerin modelde kullanılmasının sebebi Çimento sektöründe üretimi ve stok politikasında etkin olduğu önsel bilgi olarak kabul edilen değişkenler olmalarıdır. Çizelge 5.1'de "Beklenti" sütununda, seçilen değişkenlerin stok miktarı üzerindeki beklenen etkisi belirtilmektedir. İnşaat sektörünün öncü göstergeleri olan "Ciro", "Saat", "Maaş" ve "İstihdam" Endeksleri ile "Yapı Kullanma İzin Sayısı" ve "Yapı Ruhsatı Sayısı" Endekslerinin "Çimento Stok Miktarı" değişkeni üzerindeki etkileri pozitif veya negatif olabilmektedir. İnşaat yapımının artması ile çimento üretim talebinin artması beklenmektedir bu nedenle üretimden kaynaklı çimento stok miktarı artabilir ancak tam tersi inşaat yapımının azalması ile de girişimlerin ellerinde kalan çimentoları satamamasından kaynaklı yine stok miktarı artabilir. Bu durum aslında her bir girişimin stok yönetimi ile ilgilidir.

Çimento sektörü imalat sektörüne bağlı olduğu için sanayi sektörüne ait öncü göstergelerden "İstihdam", "Maaş", "Saat", "Üretim" ve "Ciro" Endeksi değişkenleri ile üreticinin ekonomik durumunu yansıtan "Üretici Fiyat Endeksi" ile "Bina İnşaat Maliyet Endeksi" değişkenleri, Türkiye'nin üretim sektörünün ve fiyat/maliyet endekslerinin çimento sektörü üzerindeki etkisini görmek için tercih edilmiştir.

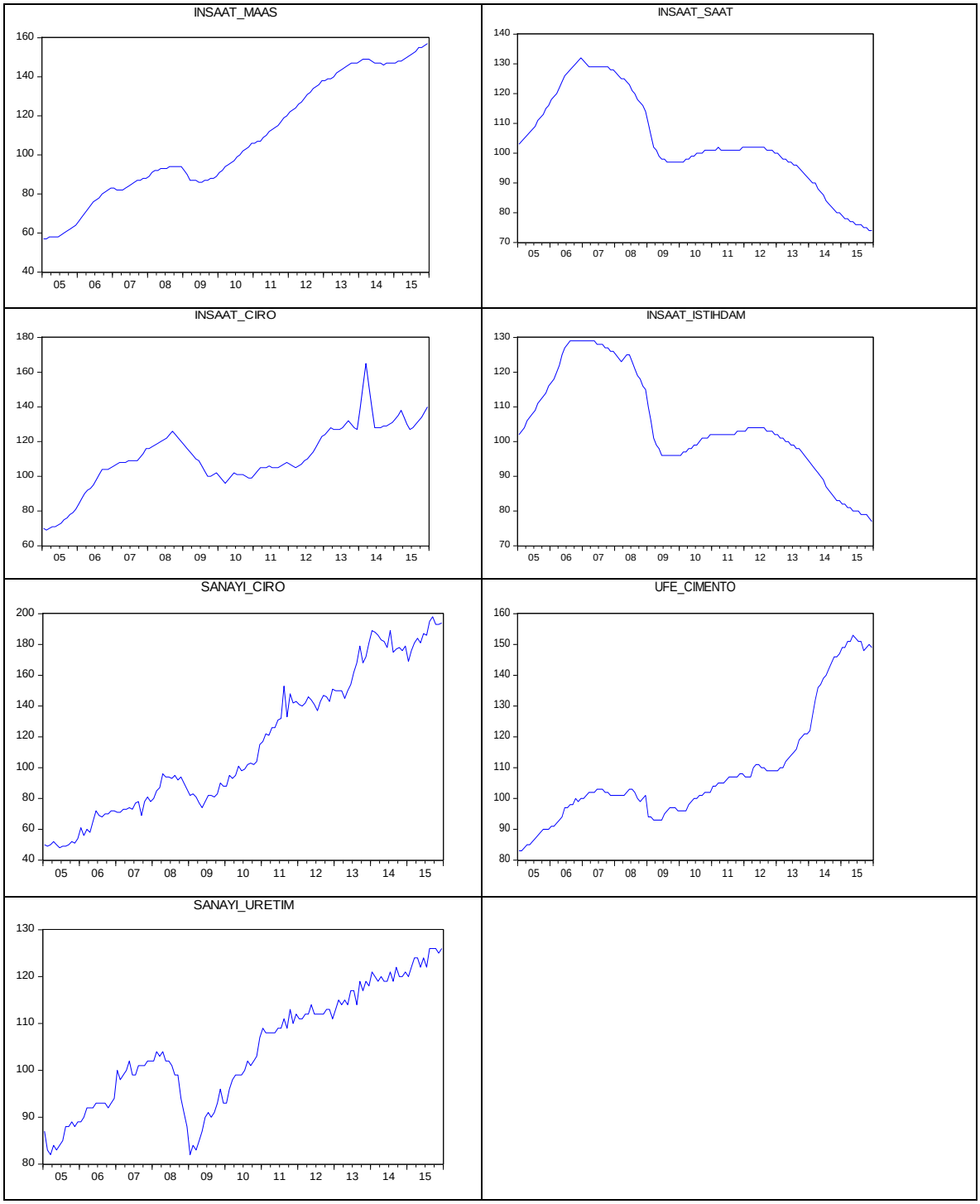
5.1.1. Akdeniz Bölgesi

Çalışmada ilk olarak Akdeniz Bölgesi için bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan modeldeki değişkenler Çizelge 5.1.'de verilmiştir. Bu değişkenlere ait 2005 Ocak-2015 Aralık dönemi için grafikler aşağıda Şekil 5.1'deki gibidir.



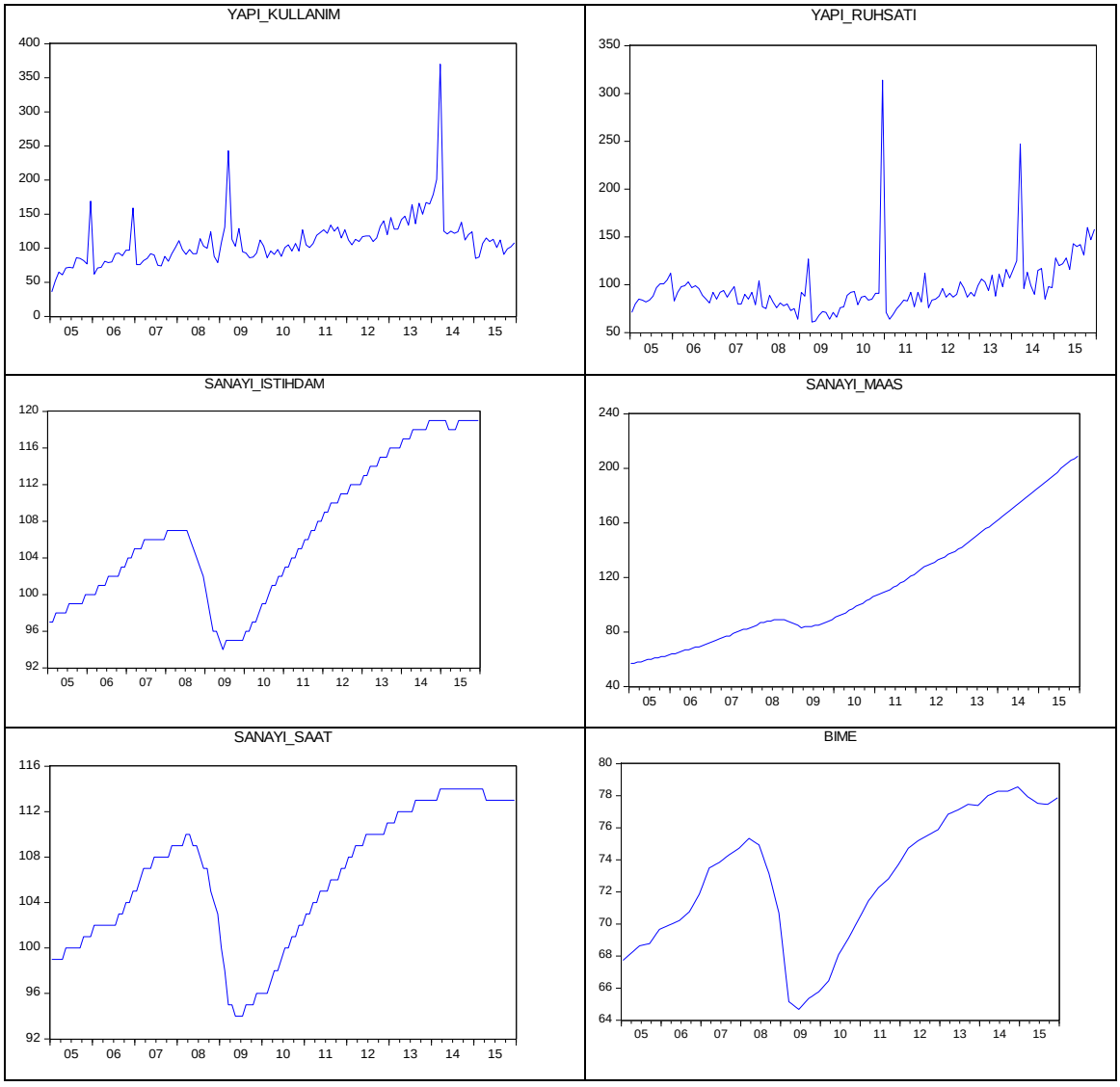
Şekil 5.1. Akdeniz Bölgesi (AKD) Çimento "Dış Satış Miktarı (DIŞ_SATIŞ)", "İç Satış Miktarı (İÇ_SATIŞ)" , "Stok Miktarı (STOK)" , "Üretim Miktarı (UM)" 2005/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği

Şekil 5.1.'e bakıldığında, Akdeniz Bölgesine ait Çimento Üretim Miktarının ve İç Satış Miktarının 2011-2014 yıllarından sonra ani düşüşler yaşadığı, Stok Miktarının ise 2014 yılında bu düşüşlerden etkilendiğini ve ani bir yükselişte olduğu görülmektedir**.**



Şekil 5.2. "Sanayi Ciro Endeksi (SANAYI_CIRO)", "Üretici Fiyat Endeksi (UFE_ÇIMENTO)", "Sanayi Üretim Endeksi (SANAYI_URETIM)", "İnşaat Maaş Endeksi (İNSAAT_MAAŞ)" , "İnşaat Çalışılan Saat Endeksi (İNSAAT_SAAT)" , "İnşaat Ciro Endeksi (İNSAAT_CİRO)" ve "İnşaat İstihdam Endeksi (İNSAAT_İSTİHDAM)" 2005/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği

Şekil 5.2'de 2008 krizinin etkisinin Sanayi Üretim Endeksi ve Sanayi Ciro Endeksinde etkili olduğu görülmektedir. Aynı şekilde çimento için hesaplanan Üretici Fiyat Endeksi de 2008 yılında düşmüş, daha sonra zamanla artışa geçmiştir. İnşaat Çalışılan Saat Endeksi ve İnşaat İstihdam Endeksinin negatif eğimli olduğu görülmektedir. 2006 yılına kadar artan endeks, 2008 yılından sonra hızla düşmüş ve 2010-2013 yılları arasından biraz artmış ve daha sonra tekrar düşmeye başlamıştır. Bununla birlikte İnşaat Ciro Endeksi 2005-2009 yılları arasında artmış, 2008 krizinin etkisi ile düşüş yaşamıştır.



Şekil 5.3. "Yapı Kullanma İzin Sayısı Endeksi (YAPI_KULLANIM)" , "Yapı Ruhsatı Sayısı Endeksi (YAPI RUHSATI)", Sanayi Maaş Endeksi (SANAYİ_MAAŞ)", "Sanayi Çalışılan Saat Endeksi (SANAYİ_SAAT)", "Sanayi İstihdam Endeksi (SANAYİ_İSTİHDAM)" ve "Bina İnşaat Maliyet Endeksi (BİME)" 2005/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği

Şekil 5.3.'de Yapı Kullanma İzin Sayısı Endeksi ile Yapı Ruhsatı Sayısı Endekslerinin 2005-2015 yılları arasında iniş-çıkışla birlikte 2013-2014 döneminde ani bir artış yaşadığı görülmektedir. Sanayi Çalışılan Saat Endeksi, Sanayi İstihdam Endeksi ve Bina İnşaat Maliyet Endeksinin pozitif eğimli olduğu görülmektedir. 2008 yılına kadar artan endeks, 2008 krizinden sonra hızla düşmüş ve 2009 yılından sonra artmaya başlamıştır. Bununla birlikte Sanayi Maaş Endeksi 2005-2015 yılları arasında sürekli artmıştır.

5.1.1.1. Durağanlık testleri

Regresyon analizinde öncelikle değişkenlerin zaman serilerinin incelenmesi ve durağanlık koşullarının sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle Çizelge 5.2'de yer alan değişkenlerin durağanlık önkoşulunu sağlamak ve farklı birim değerlerinde olan gözlem değerlerinin aynı türde bir anlam kazanmasını sağlamak için *değişkenlerin yüzde artış oranları* hesaplanmıştır ve bütün değişkenlere ADF birim-kök testi uygulanmıştır[1]. Çizelge 5.2'deki ADF testi sonuçlarına göre bütün değişkenlerin yüzde artış değerleri birim kök içermemektedir ve düzeyde durağandır.

Çizelge 5.2. Akdeniz Bölgesi modelindeki değişkenlerin ADF birim kök test sonuçları

			Sabit		
Değişken			**t-İstatistiği**	P değeri	
AKD "Stok Miktarı yüzde artış"			**-12.06965**	0.0000	**I(0)**
AKD "İç Satış Miktarı yüzde artış"			**-18.21363**	0.0000	**I(0)**
AKD "Dış Satış Miktarı yüzde artış			**-13.09897**	0.0000	**I(0)**
AKD "Üretim Miktarı yüzde artış			**-15.45767**	0.0000	**I(0)**
"İnşaat Ciro Endeksi yüzde artış			**-4.083189**	0.0015	**I(0)**

[1]Bu çalışmada, Dickey-Fuller (1981) tarafından önerilen her bir zaman serisinin durağanlığını araştırmak için ADF birim kök testi kullanılmıştır.

H_0: Zaman Serileri durağan değildir, birim kök vardır.

H_a: Zaman Serileri durağandır, birim kök yoktur.

Test sonucunda H_0 reddedilemiyorsa, serinin durağan olmadığı kararına varılır ve serinin farkı alınarak birim kök incelemesine devam edilir. Fark serisine uygulanan test sonucunda H_0 reddedilirse seri birinci dereceden durağandır denir ve I(1) şeklinde gösterilir.

Çizelge 5.2. (devam) Akdeniz Bölgesi modelindeki değişkenlerin ADF birim kök test sonuçları

Değişken	**t-İstatistiği**	P değeri	
"BIME yüzde artış	**-3.162351**	0.0246	**I(0)**
"İnşaat İstihdam Endeksi yüzde artış	**-2.842419**	0.0552	**I(0)**
"İnşaat Maaş Endeksi yüzde artış	**-3.649115**	**0.0060**	**I(0)**
"İnşaat Saat Endeksi yüzde artış"	**-2.827798**	**0.0572**	**I(0)**
"Sanayi İstihdam Endeksi yüzde artış"	**-3,135030**	**0,0265**	**I(0)**
"Sanayi Ciro Endeksi yüzde artış"	**-15.09356**	**0.0000**	**I(0)**
"Sanayi Maaş Endeksi yüzde artış"	**-2.862944**	**0.0526**	**I(0)**
"Sanayi Saat Endeksi yüzde artış"	**-3.020745**	**0.0356**	**I(0)**
"Sanayi Üretim Endeksi yüzde artış"	**-12.87190**	**0.0000**	**I(0)**
"UFE yüzde artış"	**-9.017554**	**0.0000**	**I(0)**
"Yapı Kullanma Endeksi yüzde artış"	**-17.10883**	**0.0000**	**I(0)**
"Yapı Ruhsatı Endeksi yüzde artış"	**-16.75481**	**0.0000**	**I(0)**
Test Kritik Değerleri: $\alpha_{0.01}$	**-3.480818**		
$\alpha_{0.05}$	**-2.883579**		
$\alpha_{0.10}$	**-2.578601**		

5.1.1.2. Akdeniz bölgesi regresyon modeli

Çimento stok miktarı tahminine ilişkin en uygun regresyon modeline karar vermek için Hendry'nin Genelden-Özele Modelleme[2] yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle istatistiksel olarak anlamlı katsayılara sahip, iktisadi ve önsel beklentileri karşılayan katsayıları içeren değişkenler seçilmektedir.

[2]Bu çalışmada güvenilir modeller oluşturabilmek için ekonometrik modellemeye bir genel model ile başlanması gerektiğini ileri süren Hendry'nin Genelde Özele modeli kullanılmıştır. Genel modelden özel modele gelinirken modellerin parametreleri tahmin edilmekte ve her adımda anlamsız değişkenler elenerek genelden özele ulaşılmaktadır. Her aşamada klasik F testi kullanılarak gerçekleştirilen indirgemenin istatistiksel olarak geçerliliği gözlenmektedir (Yurdakul, 1999: 5).
H_0=Kısıtlama geçerlidir
H_1=Kısıtlama geçerli değildir.

$$F = \frac{\frac{\sum u_2^2 - \sum u_1^2}{m}}{\frac{\sum u_1^2}{n-k}}$$

Burada, $\sum u_1^2$: Kısıtlanmamış regresyondaki artık kareler toplamı;$\sum u_2^2$: Kısıtlanmış regresyondaki artık kareler toplamı; m=Doğrusal kısıt sayısı; k=kısıtlanmamış regresyondaki parametre sayısı; n=gözlem sayısı.
Eğer bulunan F hes değeri F Çizelge değerinden küçükse (Fhes<Ftab) kısıtlama geçerli olacaktır ve kısıtlamalı özel model seçilecektir.

Genel modelin belirlenmesi aşamasında modele ayrıca kukla (dummy) değişkenler eklenmiştir. Kukla (Dummy-D) değişkenlere ait dönemler aşağıdaki gibidir. Bu kukla değişkenlere karar verilirken küresel etkiler ve girişim politikaları dikkate alınarak stok miktarının ani iniş-çıkışlar yaptığı dönemler seçilmiştir.

- D1:2006/ 9
- D2:2015/3
- D3: 2010/1
- D4: 2013/10
- D5: 2014/1

Hendry'nin Genelden-Özele Modelleme yönteminde Genel modelin belirlenmesi aşamasında öncelikle modelin gecikme sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 5.3'de belirtildiği gibi AIC değeri dikkate alındığında, en küçük değer 1 gecikmeli modele aittir. Bu nedenle genel model için belirlenen gecikme sayısı 1 alınmıştır ve modele ait Klasik En Küçük Kareler (KEKK) yöntemi sonuçları Çizelge5.4'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Akdeniz bölgesi genel modelin gecikmeli modeline ilişkin Akaike (AIC) ve Schwarz (SC) değerleri

Gecikme sayısı	**AIC**	**SC**
k =4	9.24	11.03
k = 3	9.23	10.66
k = 2	9.28	10.35
k = 1	**9.19**	**9.89**
k = 0	9.29	9.66

Çizelge 5.4. Akdeniz bölgesi genel model sonucu

Değişkenler	Katsayılar	t-istat.	P değeri
AKD_STOK_YUZDE_ARTIS(-1)	-0.214731	-2.868059	0.0051[a]
AKD_IC_SATIS_YUZ_ART	-1.524915	-3.649024	0.0004[a]
AKD_IC_SATIS_YUZ_ART(-1)	0.225743	0.525552	0.6005
AKD_DIS_SATIS_YUZ_ART	-0.287135	-3.421316	0.0009[a]
AKD_DIS_SATIS_YUZ_ART(-1)	-0.012427	-0.152837	0.8789
AKD_UM_YUZ_ART	1.679839	4.748056	0.0000[a]
AKD_UM_YUZ_ART(-1)	0.430593	1.225934	0.2234
BIME_YUZ_ART	3.870287	0.355799	0.7228
BIME_YUZ_ART(-1)	-6.548079	-0.550217	0.5835
INSAAT_CIRO_YUZ_ART	2.113242	2.112517	0.0374
INSAAT_CIRO_YUZ_ART(-1)	-2.941696	-3.017397	0.0033
INSAAT_ISTIHDAM_YUZ_ART	3.322305	0.956699	0.3413
INSAAT_ISTIHDAM_YUZ_ART(-1)	-0.852608	-0.235686	0.8142
INSAAT_MAAS_YUZ_ART	-2.800289	-0.986115	0.3267
INSAAT_MAAS_YUZ_ART(-1)	6.435339	2.570784	0.0118
INSAAT_SAAT_YUZ_ART	-0.011074	-0.003107	0.9975
INSAAT_SAAT_YUZ_ART(-1)	-3.448147	-0.935127	0.3522
SANAYI_CIRO_YUZ_ART	-0.531154	-1.253893	0.2131
SANAYI_CIRO_YUZ_ART(-1)	-0.356462	-0.851721	0.3966
SANAYI_MAAS_YUZ_ART	0.510331	0.145909	0.8843
SANAYI_MAAS_YUZ_ART(-1)	-0.910399	-0.266905	0.7901
SANAYI_SAAT_YUZ_ART	-1.447618	-0.303325	0.7623
SANAYI_SAAT_YUZ_ART(-1)	6.785464	1.385717	0.1692
SANAYI_URETIM_YUZ_ART	-1.043587	-0.969475	0.3349
SANAYI_URETIM_YUZ_ART(-1)	-0.971456	-0.900342	0.3703
UFE_YUZ_ART	0.637379	0.387718	0.6991
UFE_YUZ_ART(-1)	1.359193	0.844416	0.4007
YAPI_KULLANIM_YUZ_ART	0.129791	1.211724	0.2288
YAPI_KULLANIM_YUZ_ART(-1)	0.017700	0.166634	0.8680
YAPI_RUHSATI_YUZ_ART	-0.032750	-0.486851	0.6275
YAPI_RUHSATI_YUZ_ART(-1)	0.075554	1.070542	0.2872
SANAYI_ISTIHDAM_YUZ_ART	-3.054844	-0.644955	0.5206
SANAYI_ISTIHDAM_YUZ_ART(-1)	2.834293	0.616812	0.5389
C	0.135391	0.023774	0.9811
D1	-61.72146	-3.152020	0.0022[a]
D2	90.31760	4.775784	0.0000[a]
D3	57.94022	2.618944	0.0103[a]
D4	52.13700	2.733183	0.0075[a]
D5	88.51267	4.250972	0.0001[a]
R^2=0.69; DW=2.09; F=5.36 (P değeri=0,00) VIF=3.22			

a: %5 düzeyinde anlamlılığı gösterir.

Genel modelde %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız olan değişkenler ve iktisadi beklentilere uymayan değişkenler modelden çıkartılarak Çizelge 5.5.'deki özel modele ulaşılmıştır.

Çizelge 5.5. Akdeniz bölgesi özel model sonucu

Değişkenler	Katsayılar	t-istat.	P değeri
AKD_STOK_YUZDE_ARTIS(-1)	-0.2152	-3.449657	0.0008[a]
AKD_IC_SATIS_YUZ_ART	-1.1103	-3.620983	0.0004[a]
AKD_DIS_SATIS_YUZ_ART	-0.240	-3.517211	0.0006[a]
AKD_UM_YUZ_ART	1.3847	4.797507	0.0000[a]
AKD_UM_YUZ_ART(-1)	0.4961	3.401175	0.0009[a]
INSAAT_CIRO_YUZ_ART	2.2041	2.585174	0.0110[a]
INSAAT_CIRO_YUZ_ART(-1)	-2.104	-2.607001	0.0103[a]
D1	-57.26	-3.148444	0.0021[a]
D2	91.834	5.326735	0.0000[a]
D3	70.448	3.486001	0.0007[a]
D4	60.558	3.481063	0.0007[a]
D5	76.879	3.933783	0.0001[a]
R^2=0.596; DW=2.15; F =14.517 (P değeri=0.00) (F_{White} =0.97; P değeri=0.51); (JB test istatistiği=0.76; P değeri=0.68). VIF=2.47			

a: %5 düzeyinde anlamlılığı gösterir.

Akdeniz Bölgesi çimento stok miktarına ilişkin özel modele ait sonuçlara bakıldığında ele alınan tüm değişkenlerin %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve iktisadi beklentileri karşıladığı görülmektedir.

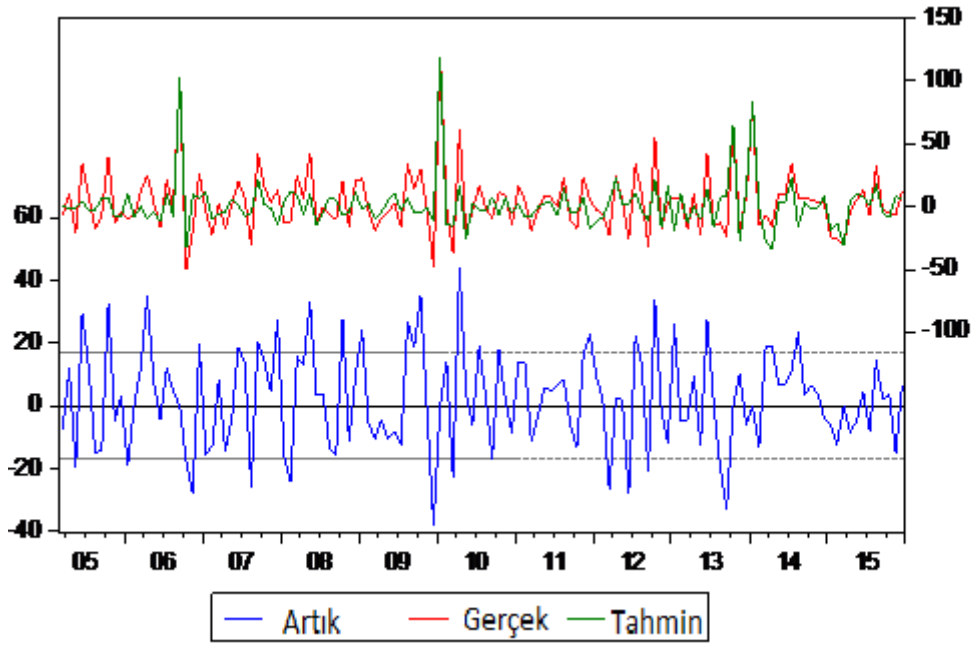
Model sonuçlarına göre:

- Bölgenin "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'ndaki" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %0.215 azaltmaktadır. Bunun sebebi bölgede bulunan girişimcilerin stok politikalarını, ellerindeki mevcut geçen döneme ait stoklara göre planlamasıdır.
- Bölgenin Çimento "İç Satış Miktarı'ndaki" %1'lik artış (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %1.11 azaltmaktadır.
- Bölgenin Çimento "Dış Satış Miktarı'nda" %1'lik artış olması durumunda (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı" %0.24 azalmaktadır.

- Bölgenin Çimento "Üretim Miktarı'nda" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %1.38 arttırmaktadır.
- Bölgenin "Bir Önceki Dönem Çimento Üretim Miktarında" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %0.49 arttırmaktadır.
- "İnşaat Ciro Endeksi'nde" %1'lik artış olması durumunda (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı" %2.20 artmaktadır (İnşaat cirosundaki artış girişimlerin çimento üretimini tetiklediği için, üretimle ilişkili olarak stok miktarının artması beklenmektedir)
- "Bir Önceki Dönem İnşaat Ciro Endeksi'nde" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %2.11 azaltmaktadır.

Özel modele ait çizelgeye bakıldığında, modelin açıklama gücü yüksek ve model tümüyle anlamlıdır. Modelde çoklu bağlantı, değişen varyans (F_{White} =0.97; P değeri=0.51) ve otokorelasyon (DW=2.15) sorunları yoktur. JB normallik testine göre artıklar normal dağılıma sahiptir (JB test istatistiği=0.76; P değeri=0.68).

Özel modele ait tahmin edilen değerler, gerçek değerler ve artıklara ilişkin grafik aşağıda Şekil 5.4'de verilmiştir.



Şekil 5.4. Akdeniz bölgesi özel modeline ait tahmin edilen değerler, gerçek değerler ve Artıklar

5.1.1.2.1. Akdeniz Bölgesi VAR modeli tahmin sonuçları

Çalışmanın bundan sonraki aşamasında, özel modelde yer alan değişkenler kullanılarak; değişkenler arasındaki *etki-tepki fonksiyonları* ve *varyans ayrıştırma* sonuçlarını elde edebilmek amacıyla VAR yöntemi[3] uygulanmıştır.

VAR yöntemini uygulayabilmek için gecikme sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 5.6.'dan da görüleceği üzere Schwarz (SC) ve Hannan-Quinn (HQ) kriterlerine göre gecikme sayısı 1 olarak alınmıştır.

Çizelge 5.6. Akdeniz Bölgesi gecikme sayısının belirlenmesi

Gecikme uzunluğu	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-2125.872	NA	3.75e+09	36.23314	36.93376	36.51764
1	-2034.092	166.5910	1.22e+09	35.11080	**36.39526***	**35.63238***
2	-2006.572	47.64048	1.18e+09	35.06844	36.93675	35.82710
3	-1980.013	43.74445	1.16e+09	35.04223	37.49440	36.03798
4	-1947.856	50.26137	1.05e+09*	34.92195*	37.95797	36.15479
5	-1938.373	14.02500	1.39e+09	35.18275	38.80261	36.65266
6	-1916.612	30.35696	1.53e+09	35.23717	39.44089	36.94417
7	-1891.933	32.35228	1.61e+09	35.24256	40.03013	37.18664
8	-1884.737	8.828725	2.32e+09	35.54179	40.91321	37.72295
9	-1864.568	23.04975	2.73e+09	35.62299	41.57826	38.04124
10	-1828.712	37.96522*	2.54e+09	35.44054	41.97965	38.09587
11	-1796.543	31.35763	2.57e+09	35.32006	42.44302	38.21247
12	-1765.148	27.96598	2.73e+09	35.21256	42.91938	38.34206

* : Kriter tarafından seçilen gecikme uzunluğunu göstermektedir.

VAR modeli değişkenlerin sıralamasına ve gecikme sayısına çok duyarlıdır. Değişkenlerin en az etkilenenden en çok etkilenene göre durumunu tespit edebilmek için

[3]VAR modelleri, birden çok içsel değişkenin bir arada yer aldığı eşanlı denklem modellerine dayanmaktadır ancak herhangi bir iktisat teorisine bağlı kalmaz. Değişkenler arasında içsel-dışsal ayrımı bulunmaz. Tüm sistemin davranışı yapısal şokların değişkenler üzerindeki gecikmeli etkisiyle belirlenir.VAR modelinde gecikme sayısının belirlenmesinde en önemli ölçüt, hata terimleri arasında ilişki olmamasıdır. Bu nedenle genel bir gecikme sayısını belirlemek için VAR sistemi farklı gecikmelerle tahmin edilir. Değişkenler arasındaki dinamik ilişkiler "Varyans Ayrıştırılması" ve "Etki Tepki Fonksiyonu" analizleri ile incelenmektedir. Etki Tepki Fonksiyonu analizi, bağımlı değişkenin, diğer değişkenlerde meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı nasıl bir tepki gösterdiğini ölçmektedir. Varyans Ayrıştırması ise sistemdeki değişkenlerin ortogonelleştirilmiş şoklarının bağımlı değişkenin tahmin hatası üzerindeki katkısını göstermektedir.

Granger nedensellik testi yapılmıştır ve Çizelge 5.7.'de gösterilmiştir. Gecikme sayısı Schwarz (SC) ve Hannan-Quin (HQ) kriterlerine göre 1 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.7. Akdeniz Bölgesi Stok Miktarı, İç Satış Miktarı, Dış Satış Miktarı, Üretim Miktarı ve İnşaat Ciro Endeksi Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Yokluk Hipotezi	**P Değeri**	**F İst.**	**Gözlem Sayısı**	**Gecikme Sayısı**
İç Satış Miktarı, Stok Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0,0507	3,89	130	1
Stok Miktarı İç Satış Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.3208	0.99362	130	1
Üretim Miktarı, Stok Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.0571	3.68684	130	1
Stok Miktarı Üretim Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.0275	4.97162	130	1
Dış Satış Miktarı, Stok Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.5808	0.30652	130	1
Stok Miktarı Dış Satış Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.0405	4.28512	130	1
İnşaat Ciro Endeksi Stok Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.1778	1.83645	130	1
Stok Miktarı İnşaat Ciro Endeksi'nin Granger nedeni değildir	0.5492	0.36071	130	1
Üretim Miktarı İç Satış Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.1310	2.31083	130	1
İç Satış Miktarı Üretim Miktarının Granger nedeni değildir	0.2570	1.29660	130	1
Dış Satış Miktarı, İç Satış Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.5439	0.37034	130	1
İç Satış Miktarı Dış Satış Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.5571	0.34655	130	1
İnşaat Ciro Endeksi, İç Satış Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.4508	0.57220	130	1
İç Satış Miktarı İnşaat Ciro Endeksinin Granger nedeni değildir	0.9001	0.01582	130	1
Dış Satış Miktarı, Üretim Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.1779	1.83513	130	1
Üretim Miktarı Dış Satış Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.9785	0.00073	130	1

Çizelge 5.2. (devam) Akdeniz Bölgesi Stok Miktarı, İç Satış Miktarı, Dış Satış Miktarı, Üretim Miktarı ve İnşaat Ciro Endeksi Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Yokluk Hipotezi	**P Değeri**	**F İst.**	**Gözlem Sayısı**	**Gecikme Sayısı**
İnşaat Ciro Endeksi, Üretim Miktarı'nın Granger nedeni değildir	0.6828	0.16772	130	1
Üretim Miktarı İnşaat Ciro Endeksinin Granger nedeni değildir	0.8828	0.02182	130	1
İnşaat Ciro Endeksi, Dış Satış Miktarının Granger nedeni değildir	0.1400	2.20511	130	1
Dış Satış Miktarı İnşaat Ciro Endeksinin Granger nedeni değildir	0.0363	4.47636	130	1

Çizelge 5.7.'ye göre %5 anlamlılık düzeyinde Akdeniz Bölgesi için İç Satış Miktarı, Stok Miktarının Granger nedeniyken tersi yönde bir nedensellik tespit edilememiştir. Bununla birlikte %5 anlamlılık düzeyinde Üretim Miktarı ve Stok Miktarı arasında çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir. İnşaat Ciro Endeksi ile Stok miktarı arasında bir nedensellik ilişkisi bulunamamışken, %5 anlamlılık düzeyinde Dış Satış Miktarı, İnşaat Ciro Endeksinin Granger nedenidir. Diğer ikili değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Değişkenlere ilişkin nedensellik sıralaması aşağıda verilmiştir. Bu durumda VAR modeli için sıralama en dışsaldan içsele doğru sıralama şu şekildedir:

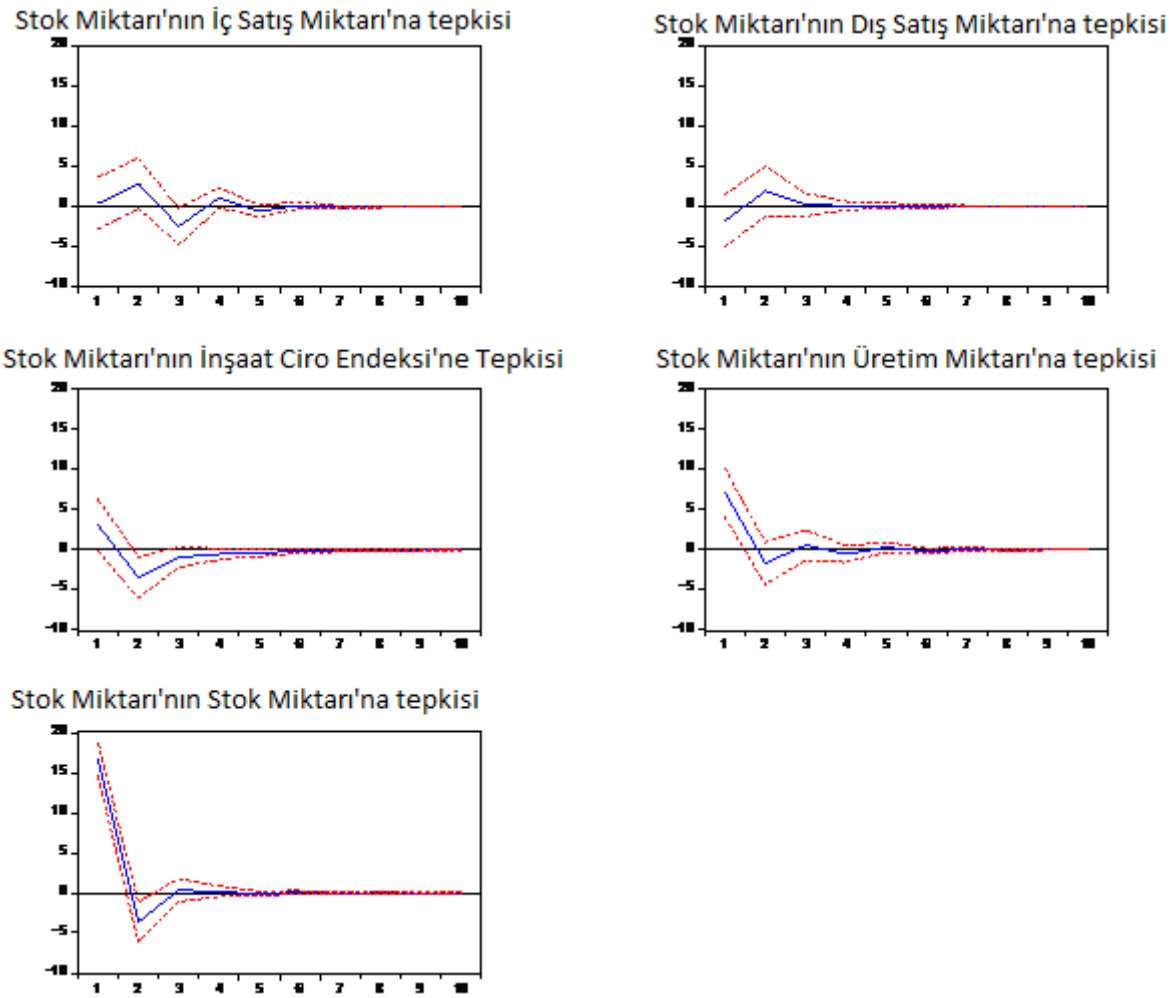
İç Satış Miktarı, Dış satış Miktarı, İnşaat Ciro Endeksi, Üretim Miktarı, Stok Miktarı

VAR modeli için gecikme sayısı SC ve HQ bilgi kriterine göre 1 olarak belirlenmişti. Tahmin edilen kukla değişkenli kısıtsız VAR modelini daha iyi yorumlayabilmek için Akdeniz Bölgesi'ne ait Etki-Tepki fonksiyonları bulunmuştur.

Etki-Tepki fonksiyonları, herhangi bir değişkendeki bir standart hatalık şoka karşı içsel değişkenin tepkisini ölçen fonksiyonlardır. Etki-Tepki fonksiyonu grafiklerini iyi anlamak için birkaç noktanın üstünde durmak gerekmektedir. Grafiklerdeki yatay eksen (X-ekseni) çeyrek dönemlere ayrılmış olarak tepkinin süresini, dikey eksen (Y-ekseni) ise standart hata cinsinden tepkinin derecesini göstermektedir. Grafik iki kesikli kırmızı çizgi

ve bir sürekli mavi çizgiden oluşmaktadır. Sürekli mavi çizgi, modelin hata terimlerinde meydana gelen 1 standart hatalık şoka karşı bağımlı değişkenin zaman içerisinde gösterdiği tepkidir. Kesikli kırmızı çizgiler ise ± 2 standart hata için elde edilen güven aralıklarıdır. Bu durum, istatistiksel olarak 1 standartlık hataya (s.e.) ± 2 (s.e.) aralığında tepki olarak da tanımlanabilir. Eğer kesikli kırmızı çizgiler belirli bir süreye kadar aynı anda pozitif veya negatif alanda ise tepki istatistiksel olarak anlamlıdır denir. Kesikli kırmızı çizgilerden yani güven aralıklarından biri pozitif diğeri negatif alanda ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamsız kabul edilir (Yamak ve Korkmaz, 2005: 26).

Şekil 5.5'de bir standart hatalı şok için Etki-Tepki fonksiyonu grafikleri verilmiştir.



Şekil 5.5. Akdeniz bölgesi için Etki-Tepki fonksiyonları

Birinci grafikte Akdeniz Bölgesinde "Çimento İç Satış Miktarı'nda" meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı "Çimento Stok Miktarı'nın" 1. ve 2. dönem arasında tepkisi

anlamlı ve pozitiftir. 2. dönemden sonra bu tepki anlamlı ve negatif tepkiye dönüşmüştür. Bu tepki zaman içerisinde azalarak 5. dönemden sonra dengeye ulaşmaktadır. Akdeniz Bölgesinde "İç Satış Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, 2. dönemden sonra Stok Miktarında beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye sebep olmuştur.

İkinci grafikte ise "Çimento Dış Satış Miktarında" meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı stok miktarı ilk dönemde anlamlı ve negatif tepki verirken; 2. ve 3. dönemde anlamlı ve pozitif tepki vermektedir. Bu tepki zaman içerisinde azalarak 4. dönemden sonra dengeye ulaşmaktadır. Akdeniz Bölgesinde "Dış Satış Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, 2. dönemden sonra stok miktarında beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye sebep olmuştur.

Üçüncü grafikte "İnşaat Ciro Endeksi'nde" meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı "Stok Miktarı'nın" 1. dönemde anlamlı ve pozitif, 2. dönemde anlamlı ve negatif tepkisi olup bu tepkinin 3. dönemden sonra dengeye ulaşmaktadır. Akdeniz Bölgesinde "İnşaat Ciro Endeksi'nde" meydana gelen artış yönündeki şok, ilk dönemde stok miktarında beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye sebep olmuştur.

Dördüncü grafikte "Üretim Miktarı'nda" meydana gelen 1 standart hatalık şoka karşı "Stok Miktarı'nın" tepkisinin 1. dönemde anlamlı ve pozitif, 2. dönemde anlamlı ve negatif tepkisi olup bu tepkinin 5. dönemden sonra dengeye ulaşmaktadır. Akdeniz Bölgesinde "Üretim Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, ancak ikinci dönemde stok miktarında beklentilere uygun olarak artış yönünde bir etkiye sebep olmuştur.

Son grafikte ise "Stok miktarı'nda" meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı "Stok Miktarı'nın" tepkisinin ilk dönem yüksek oranda etkili ve pozitif olduğu, 2. dönemden sonra bu tepkinin azalarak negatife dönüştüğü ve 3. dönemden sonra dengeye geldiği görülmektedir. Akdeniz Bölgesinde "Stok miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, ilk dönemde stok miktarında beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye sebep olmuş, mevcut önceki döneme ait stok miktarı arttıkça stok miktarının azalması beklenmektedir.

VAR sisteminin dinamiklerini ortaya çıkarmak için alternatif bir yaklaşım varyans ayrıştırmasıdır. Varyans ayrıştırması, içsel değişkenlerden birindeki değişimi, kendisi dahil, tüm içsel değişkenleri etkileyen ayrı ayrı şoklar olarak ayırmakta, böylece sistemin dinamik yapısı hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Ayrıca, sistemde yer alan değişkenlerden birinde meydana gelecek olan bir değişmenin yüzde kaçının kendisinden, yüzde kaçının da diğer değişkenlerden kaynaklandığını gösterir. Varyans ayrıştırmasından elde edilen sonuçlar Çizelge 5.8'de özetlenmiştir.

Çizelge 5.8. Akdeniz bölgesi stok miktarı değişkenine ait varyans ayrıştırması sonucu

Periyot	İç Satış Miktarı	Dış Satış Miktarı	İnsaat Ciro Endeksi	Üretim Miktarı	Stok Miktarı
1	**0.053**	**0.886**	**2.749**	**14.852**	**81.460**
2	2.303	1.794	5.559	14.011	76.33
3	3.808	1.777	5.679	13.831	74.905
4	4.106	1.771	5.726	13.841	74.556
5	4.181	1.776	5.755	13.845	74.444
6	4.189	1.776	5.759	13.853	74.422
7	4.191	1.776	5.762	13.855	74.416
8	4.191	1.776	5.763	13.856	74.415
9	4.191	1.776	5.763	13.856	74.414
10	**4.191**	**1.776**	**5.763**	**13.856**	**74.414**

Çizelge 5.8'de stok miktarı için yapılan varyans ayrıştırmasının sonucuna göre 1. dönemin başında Stok Miktarındaki değişimin yaklaşık %82'si Stok Miktarından, %15'i Üretim Miktarından, %3'ü İnşaat Ciro Endeksinden, %0.89' u Dış Satış Miktarından ve %0.05'i İç Satış Miktarından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte 10. dönem sonunda Stok Miktarındaki değişimin yaklaşık %74'ü Stok Miktarından, %14'ü Üretim Miktarından, %6'sı İnşaat Ciro Endeksinden, %1.77'si Dış Satış Miktarından ve %4'ü İç Satış Miktarından kaynaklanmaktadır. Stok miktarının en çok kendisinin dönemsel değişiminden etkilenmesi tesadüfi değildir. Girişimler geçmiş dönemlerden etkilenen mevcut stoklarının durumuna göre ellerinde stok bulundurup bulundurmama kararı vermektedirler. Üretim miktarı da mevcut sistemin ihtiyacına göre şekillenmekte olup, üretim miktarındaki artış stok miktarının da artmasını tetiklemektedir.

5.1.1.3. Akdeniz bölgesi yapay sinir ağı modeli

Regresyon modeli ile karşılaştırma yapabilmek için yapay sinir ağları modeli için öncelikle tüm değişkenlerin *yüzde artış oranları* hesaplanmıştır. Regresyon modeli için belirlenen kukla değişkenler eklenmiş özel modelde (Çizelge 5.5.) yer alan değişkenler ile model sınaması gerçekleştirilmiştir.

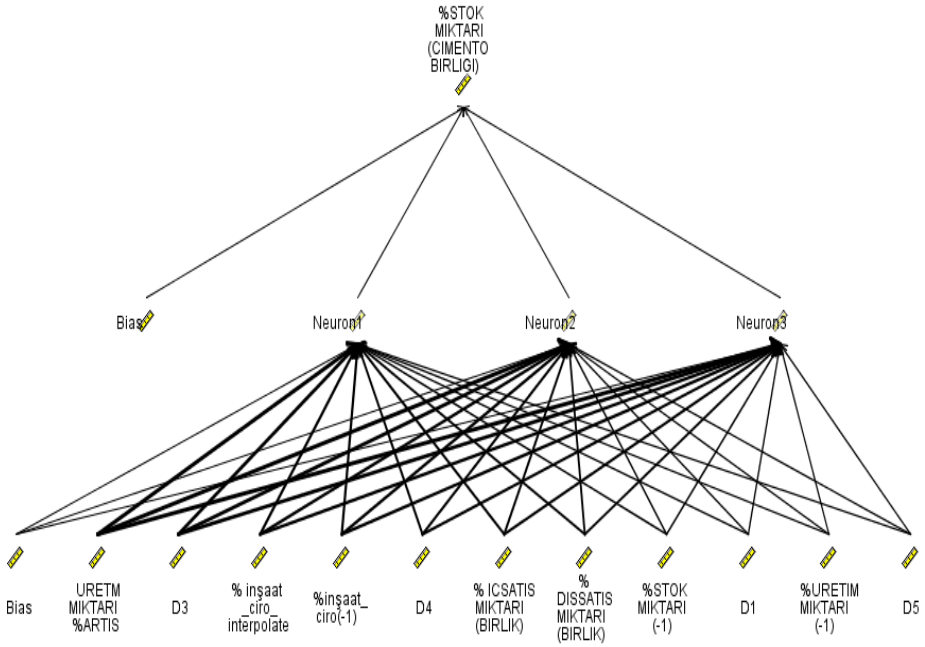
Modellemeye başlamadan önce YSA modelleri için veri iki parçaya bölünmüştür. İlk kısım verinin %70 olarak ayrılmış ve öğrenme amaçlı kullanılmıştır. Geriye kalan %30'luk kısım ise test amaçlı kullanılmaktadır. Analiz sonuçlarında öğrenme ve test sonuçlarının performansları Çizelge 5.9.'da belirtilmektedir. Ancak regresyon modeli ile karşılaştırma yapabilmek için tüm verilerin dikkate alındığı YSA modeli dikkate alınarak karşılaştırma yapılacaktır.

YSA modeline ilişkin öğrenme aşaması için 91 gözlem ayrılmış ve tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.585 bulunmuştur. Test aşamasında 41 gözlemle çalışılmış ve bu korelasyon 0,537 orta düzeyde bulunmuştur. Her iki aşama için de hatalara ait istatistikler Çizelge 5.9.'da belirtilmiştir.

Çizelge 5.9. Akdeniz Bölgesi YSA modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler

	Öğrenme	**Test**
Minimum Hata	-39.604	-53.333
Maximum Hata	93.283	85.176
Ortalama Hata	3.967	3.868
Ortalama Kesin Hata	15.291	16.996
Standart Sapma	19.873	23.496
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.585	0.537
Gözlem	91	41

Şekil 5.6'da YSA modeline ilişkin sonuçlara bakıldığında 3 sinir ağlı bir yapı oluştuğu ve en önemli değişkenin "Üretim Miktarı" olduğu görülmektedir. İkinci en önemli değişken D3 kukla değişkeni seçilmiş olup, en önemsiz değişken D5 kukla değişkenidir.



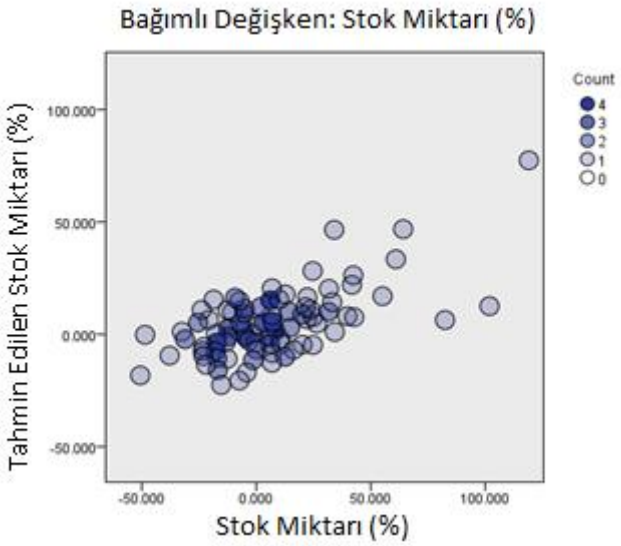
Şekil 5.6. Yapay sinir ağ modeli yapısı

Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.10'daki gibidir. Modele ait tahmin performanslarını değerlendirmek amacıyla Ortalama Hata Kare (MSE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) hesaplanmıştır.

Çizelge 5.10. Akdeniz bölgesi YSA modeli performans sonuçları

	YSA modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.624
Standart Hata	20.066
Minimum Hata	-48.061
Maksimum Hata	89.721
Gözlem Sayısı	131
Bağımsız Değişken Sayısı	11
Ortalama Hata Kare (MSE)	397.47
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	-6.14
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	15.10

Tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.624 olup, bu uyum Şekil 5.7'de görülmektedir.



Şekil 5.7. Akdeniz Bölgesi YSA Modeli Uyum Göstergesi

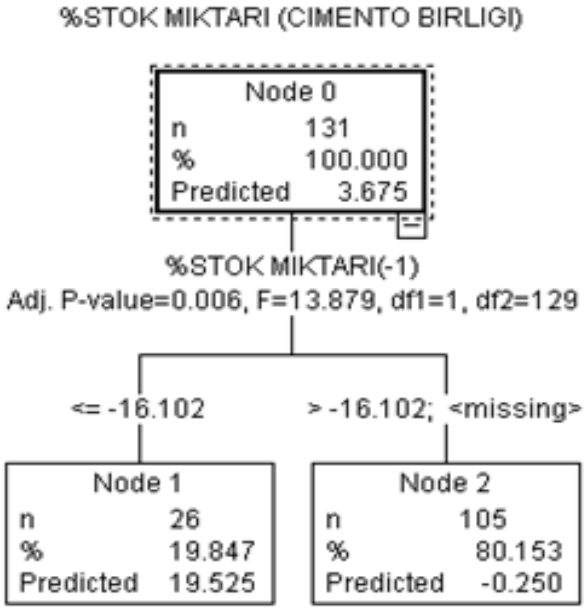
5.1.1.4. Akdeniz bölgesi CHAID karar ağacı modeli

Regresyon modelinde belirlenen özel modele ait değişkenler ele alınarak CHAID karar ağacı modeli sınaması gerçekleştirilmiştir. Öncelikle veriler, eğitim (%70) ve test (%30) amacıyla ikiye bölünmüştür. Eğitim (öğrenme) ve test verisine ait sonuçların yer aldığı Çizelge 5.11 incelendiğinde, tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyonunun düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.11. Akdeniz Bölgesi CHAID modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler

	Öğrenme	**Test**
Minimum Hata	-44.46	-50.667
Maximum Hata	102.424	99.863
Ortalama Hata	0.487	-1.07
Ortalama Kesin Hata	16.715	19.176
Standart Sapma	23.061	26.623
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.328	0.281
Gözlem	91	41

Şekil 5.8’ deki CHAID karar ağacı modeline ait sonuçlara bakıldığında iki dala bölünen karar ağacının oluşmasında tek değişken etkilidir ve bu değişkenin “Bir Önceki Dönem Stok Miktarı (Stok Miktarı (-1))” olduğu görülmektedir.



Şekil 5.8. Akdeniz Bölgesi CHAID Karar Ağacı Yapısı

Karar ağacında birinci dalda 26 gözlem bulunmakta olup, verinin yaklaşık %20’sini kapsamaktadır. Bölünmeye göre “Bir Önceki Dönem Stok Miktarı’ndaki” % artış -16.102’den küçük ise “Stok Miktarı’ndaki” beklenen % artış 19.525’tir. Bununla birlikte “Bir Önceki Dönem Stok Miktarı’ndaki” % artış -16.102’den büyük ise “Stok Miktarı’ndaki” beklenen % artış -0.250’dir. Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.12.’deki gibidir.

Çizelge 5.12. Akdeniz bölgesi CHAID karar ağacı modeli performans sonuçları

	CHAID modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.312
Standart Hata	17.485
Minimum Hata	-50.667
Maksimum Hata	102.424
Gözlem Sayısı	131
Bağımsız Değişken Sayısı	1
Ortalama Hata Kare (MSE)	573.8551
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	-1.273
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	17.35446

Tahmin edilen ile gerçekleşen Stok miktarı arasındaki korelasyon 0.312 olup, bu uyum oldukça düşüktür.

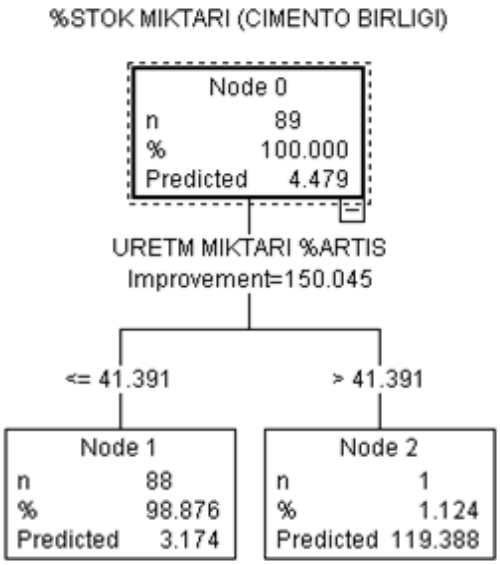
5.1.1.5. Akdeniz bölgesi C&R karar ağacı modeli

Daha önceki Regresyon, YSA ve CHAID karar ağacı modellerinde olduğu gibi seçilen Özel model değişkenleri üzerinden modelleme gerçekleştirilmiştir. Diğer modellemelerde olduğu gibi öncelikle veri eğitim (%70) ve test (%30) amacıyla ikiye bölünmüştür. Öğrenme ve test verisine ait sonuçlar Çizelge 5.13'de incelendiğinde öğrenme modelinde, tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon sıfır olarak bulunurken, test modelinde korelasyon 0.674 olarak orta düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 5.13. Akdeniz Bölgesi C&R modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler

	Öğrenme	**Test**
Minimum Hata	-33.943	-53.711
Maximum Hata	99.0	30.16
Ortalama Hata	1.019	-3.47
Ortalama Kesin Hata	17.722	15.604
Standart Sapma	24.412	20.492
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.0	0.674
Gözlem	91	41

Şekil 5.9'daki C&R karar ağacı modeline ait sonuçlara bakıldığında iki dala bölünen karar ağacının oluşmasında tek değişken etkilidir ve bu değişkenin "Üretim Miktarı" olduğu görülmektedir.



Şekil 5.9. Akdeniz Bölgesi C&R Karar Ağacı Yapısı

Karar ağacında birinci dala ait sonuçlara bakıldığında 88 gözlemin bulunduğu ve bu gözlemlerin verinin yaklaşık %98'ini kapsadığı görülebilir. Bölünmeye göre Üretim Miktarı'ndaki % artış 41.391'den küçük ise Stok Miktarındaki beklenen % artış 3.174'tür. Bununla birlikte Üretim Miktarı'ndaki % artış 41.391'den büyük ise Stok Miktarındaki beklenen % artış 119.388'dir. Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.14'deki gibidir. Tahmin edilen ile gerçekleşen Stok miktarı arasındaki korelasyon 0.401 olup, bu uyum oldukça düşüktür.

Çizelge 5.14. Akdeniz bölgesi C&R karar ağacı modeli performans sonuçları

	C&R modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.401
Standart Hata	23.272
Minimum Hata	-53.711
Maksimum Hata	99.0
Gözlem Sayısı	131
Bağımsız Değişken Sayısı	1
Ortalama Hata Kare (MSE)	533.6025
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	-11.9763
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	16.95382

5.1.1.6. Akdeniz bölgesi modellerinin karşılaştırması

Regresyon modeli ile sınıflama modellerini karşılaştırabilmek amacıyla öncelikle aynı değişkenler üzerinden modellemeler gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin *yüzde artış oranları* hesaplanmış ve regresyon modelinde belirlenen özel modele ait sınıflama modelleri elde edilmiştir. Akdeniz Bölgesi için hesaplanan modellere ait çeşitli performans göstergeleri Çizelge 5.15'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.15. Akdeniz Bölgesi model performans göstergeleri karşılaştırması

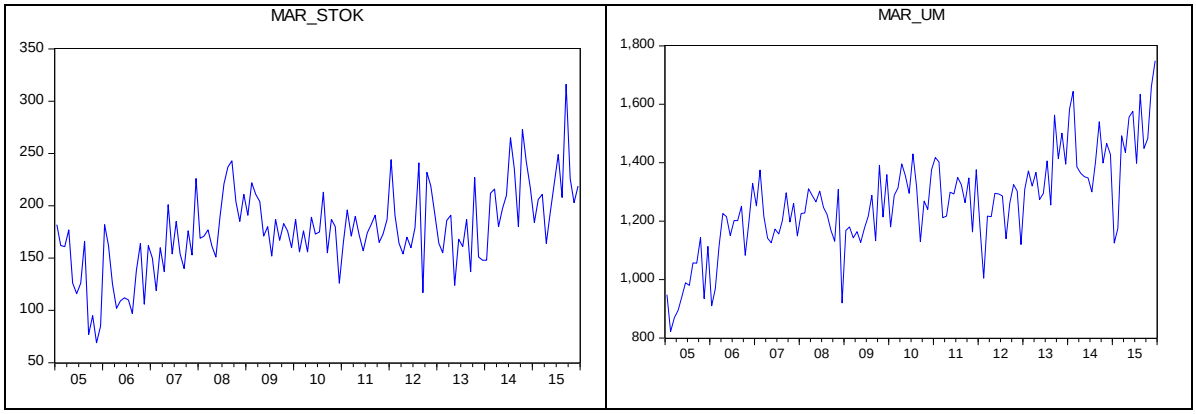
	Regresyon	**YSA**	**CHAID**	**C&R**
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	**0.78**	0.624	0.312	0.401
Standart Hata	16.916	20.066	17.485	23.272
Minimum Hata	-37.78	-48.061	-50.667	-53.711
Maksimum Hata	43.98	89.721	102.424	99.0
Gözlem Sayısı	131	131	131	131
Bağımsız Değişken Sayısı	12	11	1	1
Ortalama Hata Kare (MSE)	**246.31**	397.47	573.86	533.60
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	2.77	-6.14	-1.273	**-11.98**
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	**12.53**	15.10	17.354	16.954

Model karşılaştırması için başlangıçta aynı değişkenler seçilerek modellemeler gerçekleştirilmiştir ancak CHAID ve C&R karar ağacı modelleri 1 değişkenle tahmin yapmaktadır. Karşılaştırma yapabilmek için tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok

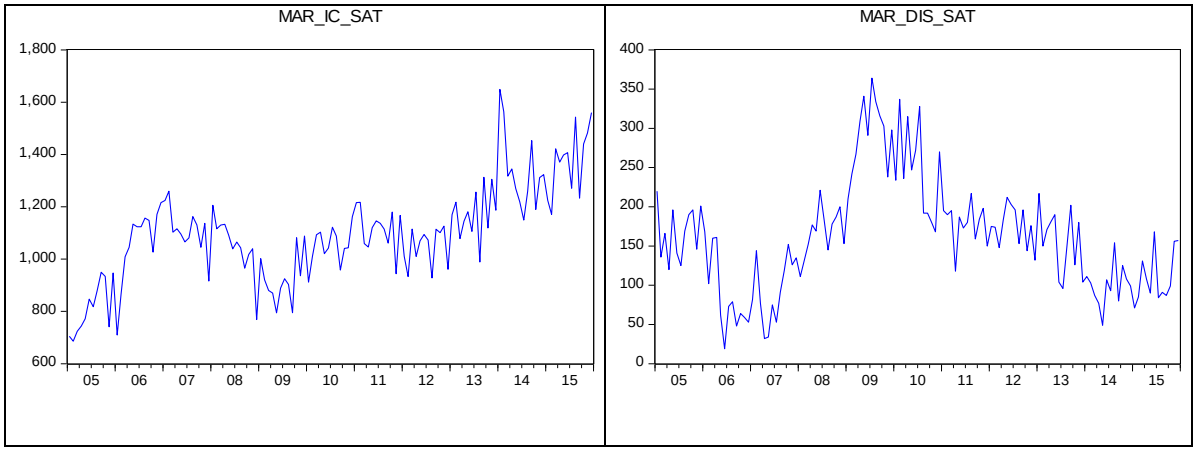
miktarı arasındaki uyumu gösteren korelasyon katsayısına göre en yüksek uyum "Regresyon" modelinde elde edilmiştir. Ortalama Hata Kare kriteri (MSE)'ne göre en düşük hata yine "Regresyon" modelindedir. Ancak Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) değerine bakıldığında en düşük MAPE değeri -11.98 ile "C&R karar ağacı" modeline aittir. Ortalama Mutlak Hata (MAE) değerine bakıldığında ise yine en düşük hatanın "Regresyon" modeline ait olduğu görülebilir. Tüm bu kriterler göz önüne alındığında Akdeniz Bölgesinde Çimento Stok Miktarı tahmini için "Regresyon" modelinin en iyi sonuçları verdiği söylenebilir.

5.1.2. Marmara Bölgesi

Çimento üretim ve stok kapasitesi yüksek olan diğer bir bölge Marmara Bölgesi'dir. Çimento Stok Miktarı tahmini için belirlenen değişkenler TÇMB'nin belirlediği Marmara Bölgesi'ne ait "İç Satış Miktarı", "Dış Satış Miktarı", "Üretim Miktarı" ile TÜİK tarafından yayınlanan "İnşaat Ciro Endeksi", "BIME", "Sanayi Ciro Endeksi", "UFE", "Yapı Kullanma Endeksi", "Yapı Ruhsatı Endeksi" dir. Bu değişkenlere ait grafikler Şekil 5.2, 5.3 ve 5.10'daki gibidir.



Şekil 5.10. Marmara Bölgesi (MAR) Çimento "Stok Miktarı (STOK)", "Üretim Miktarı (UM)", "İç Satış Miktarı (IC_SAT)" ve "Dış Satış Miktarı (DIS_SAT)"' 2005/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği



Şekil 5.11. Marmara Bölgesi (MAR) "İç Satış Miktarı (IC_SAT)" ve "Dış Satış Miktarı (DIS_SAT)"' 2005/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği

Şekil 5.10 ve 5.11'deki grafiklere bakıldığında Marmara Bölgesi'nde Çimento Stok Miktarının 2005-2015 yılları arasında genel olarak arttığı, Üretim Miktarının 2005-2008-2011-2014 yıllarından sonra ani düşüşler yaşadığı görülmektedir. İç Satış ve Dış Satış Miktarında ise piyasalara ve bölgeler arasındaki çimento satışına bağlı olarak dalgalanmalar mevcuttur.

5.1.2.1. Durağanlık testleri

Değişkenlere ait verilerde durağanlık önkoşulunu sağlamak amacıyla farklı birim değerlerinde olan gözlem değerlerinin aynı türde bir anlam kazanmasını sağlamak için değişkenlerin *yüzde artış oranları* hesaplanmıştır ve bütün değişkenlere ADF birim-kök testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Marmara Bölgesi ADF birim kök test sonuçları

Değişken	**Sabit**		
	t-İstatistiği	P değeri	
MAR "Stok Miktarı yüzde artış"	**-11.67**	0.0000	**I(0)**
MAR "İç Satış Miktarı yüzde artış"	**-21.20**	0.0000	**I(0)**
MAR "Dış Satış Miktarı yüzde artış"	**-11.45**	0.0000	**I(0)**
MAR "Üretim Miktarı yüzde artış"	**-11.76**	0.0000	**I(0)**
"İnşaat Ciro Endeksi yüzde artış"	**-4.083189**	0.0015	**I(0)**
"BIME yüzde artış"	**-3.162351**	0.0246	**I(0)**
"Sanayi Ciro Endeksi yüzde artış"	**-15.09356**	0.0000	**I(0)**
"UFE yüzde artış"	**-9.017554**	0.0000	**I(0)**
"Yapı Kullanma Endeksi yüzde artış"	**-17.10883**	0.0000	**I(0)**
"Yapı Ruhsatı Endeksi yüzde artış"	**-16.75481**	0.0000	**I(0)**
Test Kritik Değerleri: $\alpha_{0.01}$	**-3.480818**		
$\alpha_{0.05}$	**-2.883579**		
$\alpha_{0.10}$	**-2.578601**		

Durağanlık için yapılan analiz sonucunda ADF testi sonuçlarına göre bütün değişkenlerin yüzde artış değerleri birim kök içermemektedirler ve düzeyde durağandır.

5.1.2.2. Marmara bölgesi regresyon modeli

Marmara Bölgesi için en uygun regresyon modeline karar verebilmek amacıyla Hendry'nin Genelden-Özele Modelleme yöntemi kullanılmıştır. Genel modelin belirlenmesi aşamasında modele ayrıca kukla (dummy) değişkenler eklenmiştir. Kukla (Dummy-D) değişkenlere ait dönemler aşağıdaki gibidir.

Çizelge 5.17. Marmara Bölgesi için belirlenen kukla değişkenler

Kukla Değişken	Dönem
D1	2006/1
D2	2012/10
D3	2013/10
D4	2005/5; 2005/9;2005/11
D5	2012/9
D6	2007/5

Genel modelin belirlenmesi aşamasında öncelikle modelin gecikme sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 5.18'de belirtildiği gibi AIC değeri dikkate alındığında, en küçük değer 1 gecikmeli modele aittir. Bu nedenle genel model için belirlenen gecikme sayısı 1 alınmıştır ve modele ait Klasik En Küçük Kareler (KEKK) yöntemi sonuçları Çizelge 5.19'da verilmiştir.

Çizelge 5.18. Marmara Bölgesi genel modelin gecikmeli modellerine ilişkin Akaike (AIC) ve Schwarz(SC) değerleri

Gecikme sayısı	AIC	SC
k=4	9.05	10.17
k=3	9.04	9.93
k=2	9.03	9.70
k=1	**8.99**	9.44

Çizelge 5.19. Marmara Bölgesi genel model sonucu

Değişkenler	Katsayı	t-istat.	P değeri
MAR_STOK_ARTIS(-1)	-0.232	-3.122	0.0023[a]
MAR_DIS_SATIS_ARTIS	-0.103	-2.733	0.0074[a]
MAR_DIS_SATIS_ARTIS(-1)	-0.113	-2.968	0.0037[a]
MAR_IC_SAT_ARTIS	-1.323	-4.769	0.0000[a]
MAR_IC_SAT_ARTIS(-1)	-0.886	-3.306	0.0013[a]
MAR_UM_ARTIS	1.053	3.1497	0.0021[a]
MAR_UM_ARTIS(-1)	1.019	3.309	0.0013[a]
BIME_YUZ_ART	0.377	0.068	0.9460
BIME_YUZ_ART(-1)	2.211	0.400	0.6894
INSAAT_CIRO_YUZ_ART	2.413	3.089	0.0026[a]
INSAAT_CIRO_YUZ_ART(-1)	-0.884	-1.159	0.2491
SANAYI_CIRO_YUZ_ART	0.020	0.057	0.9546
SANAYI_CIRO_YUZ_ART(-1)	0.061	0.183	0.8551
UFE_YUZ_ART	-1.674	-1.229	0.2216
UFE_YUZ_ART(-1)	0.509	0.379	0.7055
YAPI_KULLANIM_YUZ_ART	0.154	1.863	0.0653
YAPI_KULLANIM_YUZ_ART(-1)	-0.019	-0.210	0.8339
YAPI_RUHSATI_YUZ_ART	-0.174	-2.987	0.0035
YAPI_RUHSATI_YUZ_ART(-1)	0.048	0.7850	0.4342

Çizelge 5.19. (devam) Marmara Bölgesi genel model sonucu

Değişkenler	**Katsayı**	**t-istat.**	**P değeri**
C	4.373	2.4979	0.0141[a]
D1	109.8	5.546	0.0000[a]
D2	77.73	4.909	0.0000[a]
D3	52.97	3.209	0.0018[a]
D4	-38.07	-4.175	0.0001[a]
D5	-37.461	-2.400	0.0182[a]
D6	39.403	2.538	0.0126[a]
R^2=0.71; DW=2.27 ; F=10.16 (P değeri=0.00) VIF=3.45			

a: %5 düzeyinde anlamlılığı gösterir.

Genel modelde %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız olan değişkenler ve iktisadi beklentilere uymayan değişkenler modelden çıkartılarak Çizelge 5.20'deki özel modele ulaşılmıştır.

Çizelge 5.20. Marmara bölgesi özel model sonucu

Değişkenler	**Katsayı**	**t-istat.**	**P değeri**
MAR_STOK_ARTIS(-1)	-0.269	-3.824	0.0002[a]
MAR_DIS_SATIS_ARTIS	-0.099	-2.702	0.0079[a]
MAR_DIS_SATIS_ARTIS(-1)	-0.114	-3.146	0.0021[a]
MAR_IC_SAT_ARTIS	-1.283	-4.844	0.0000[a]
MAR_IC_SAT_ARTIS(-1)	-0.986	-3.887	0.0002[a]
MAR_UM_ARTIS	1.086	3.366	0.0010[a]
MAR_UM_ARTIS(-1)	1.064	3.627	0.0004[a]
INSAAT_CIRO_YUZ_ART	2.249	3.787	0.0002[a]
YAPI_RUHSATI_YUZ_ART	-0.132	-2.649	0.0092[a]
C	4.376	2.964	0.0037[a]
D1	101.79	6.426	0.0000[a]
D2	78.139	5.031	0.0000[a]
D3	54.051	3.45	0.0008[a]
D4	-37.721	-4.228	0.0000[a]
D5	-36.959	-2.41	0.0175[a]
D6	40.227	2.619	0.0100[a]
R^2=0.69; DW=2.13; F=16.58 (P değeri=0.00) VIF=3,23			
(Breush-Pagan-Godfrey test istatistiği=1.10; P değeri=0.36) ; (JB test istatistiği=2.39; P değeri=0.30).			

a: %5 düzeyinde anlamlılığı gösterir.

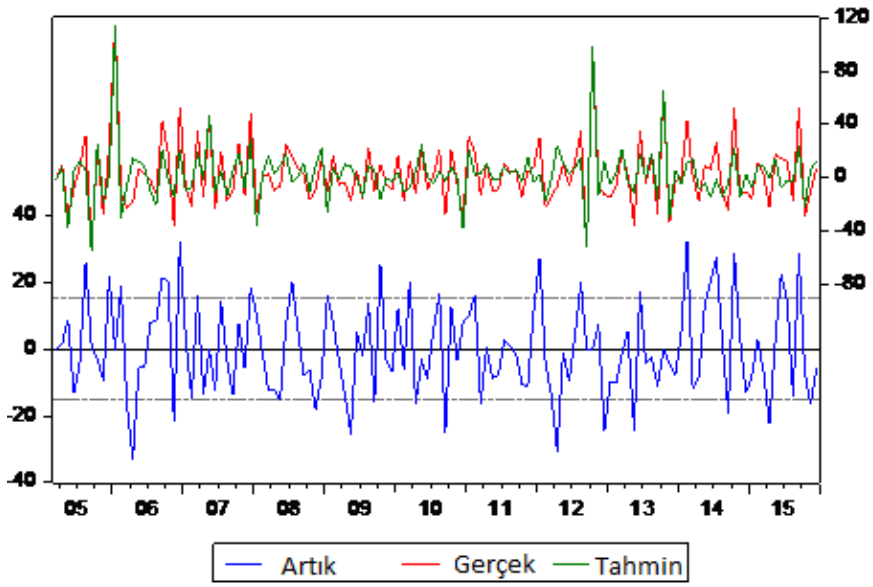
Marmara Bölgesi çimento stok miktarına ilişkin özel modele ait sonuçlara bakıldığında ele alınan tüm değişkenlerin %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve iktisadi beklentileri karşıladığı görülmektedir.

Model sonuçlarına göre:

- Bölgenin "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'ndaki" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %0.27 azaltmaktadır. Bunun sebebi bölgede bulunan girişimlerin stok politikalarını ellerindeki mevcut geçen döneme ait stoklara göre planlamasıdır.
- Bölgenin "Çimento Dış Satış Miktarı'ndaki" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %0.09 azaltmaktadır.
- "Bir Önceki Dönem Çimento Dış Satış Miktarı'nda" %1'lik artış olması durumunda (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı" %0.11 azalmaktadır.
- Bölgenin Çimento "İç Satış Miktarı'nda" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %1.28 azaltmaktadır.
- "Bir Önceki Dönem Çimento İç Satış Miktarı'nda" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %0.98 azaltmaktadır.
- Bölgenin Çimento "Üretim Miktarı'nda" %1'lik artış olması durumunda (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı" %1.086 artmaktadır.
- Bölgenin Bir Önceki Dönem Çimento "Üretim Miktarı'nda" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %1.06 arttırmaktadır.
- "İnşaat Ciro Endeksi'nde" %1'lik artış olması durumunda (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı" %2.249 artmaktadır (İnşaat cirosundaki artış, girişimlerin çimento üretimini tetiklediği için, üretimle ilişkili olarak stok miktarının artması beklenmektedir).
- "Yapı Ruhsatı Endeksi'nde" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'nı" %0.13 azaltmaktadır.

Özel modele ait Çizelge 5.20'ye bakıldığında, modelin açıklama gücü yüksek ve model tümüyle anlamlıdır. Modelde çoklu bağlantı, değişen varyans (Breush-Pagan-Godfrey test istatistiği=1.10; P değeri=0.36) ve otokorelasyon (DW=2.13) sorunları yoktur. JB normallik testine göre artıklar normal dağılıma sahiptir (JB test istatistiği=2.39; P değeri=0.30).

Özel modele ait tahmin edilen değerler, gerçek değerler ve artıklara ilişkin grafik aşağıda Şekil 5.12'de verilmiştir.



Şekil 5.12. Marmara Bölgesi özel modele ait tahmin edilen değerler, gerçek değerler ve artıklar

5.1.2.2.1. Marmara Bölgesi VAR modeli tahmin sonuçları

Marmara Bölgesiiçin tahmin edilen özel modeldeki değişkenler kullanılarak VAR analizi yapılmıştır. Çizelge 5.21.'den de görüldüğü gibi VAR modeli için uygun gecikme sayısı, Olabilirlik Oran (Likelihood Ratio, LR), Son Tahmin Hatası Kriteri (Final Prediction Error, FPE) ve Akaike Bilgi Kriteri (AIC)'ne göre 4 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.21. Marmara Bölgesi gecikme uzunluğunun belirlenmesi

Gecikme Uzunluğu	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-2866.458	NA	1.39e+13	47.29200	48.25226	47.68206
1	-2759.933	190.5325	4.44e+12	46.14525	47.92859*	46.86964*
2	-2722.061	64.04322	4.36e+12	46.11482	48.72124	47.17354
3	-2686.572	56.55195	4.48e+12	46.12313	49.55262	47.51618
4	-2634.729	77.55389*	3.57e+12*	45.86551*	50.11809	47.59290
5	-2609.184	35.72152	4.45e+12	46.03551	51.11116	48.09723

Çizelge 5.21. (devam) Marmara Bölgesi gecikme uzunluğunun belirlenmesi

Gecikme Uzunluğu	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
6	-2586.906	28.97963	5.96e+12	46.25863	52.15736	48.65468
7	-2546.404	48.73458	6.09e+12	46.18542	52.90723	48.91581
8	-2530.924	17.11542	9.67e+12	46.51909	54.06398	49.58381

* Kriter tarafından seçilen gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Değişkenlerin en az etkilenenden en çok etkilenen durumunu tespit edebilmek için Granger nedensellik testi yapılmıştır ve sonuçlar aşağıdaki Çizelge 5.22'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.22. Marmara Bölgesi Stok Miktarı, İç Satış Miktarı, Dış Satış Miktarı, Üretim Miktarı, İnşaat Ciro Endeksi ve Yapı Ruhsatı Endeksi Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Yokluk Hipotezi	P Değerleri	F İst.	Gözlem Sayısı	Gecikme Sayısı
Üretim Miktarı, Dış Satış Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.9274	0.21904	127	4
Dış Satış Miktarı, Üretim Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.3517	1.11729	127	4
İç Satış Miktarı, Dış Satış Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.7453	0.48700	127	4
Dış Satış Miktarı, İç Satış Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.3861	1.04704	127	4
Yapı Ruhsatı Endeksi , Dış Satış Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.3849	1.04935	127	4
Dış Satış Miktarı, Yapı Ruhsatı Endeksi'nin Granger Nedeni Değildir.	0.4543	0.92083	127	4
İnşaat Ciro Endeksi, Dış Satış Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.1427	1.75436	127	4
Dış Satış Miktarı, İnşaat Ciro Endeksinin Granger Nedeni Değildir.	0.1529	1.70732	127	4
Stok Miktarı, Dış Satış Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.7666	0.45766	127	4
Dış Satış Miktarı, Stok Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.7190	0.52298	127	4
İç Satış Miktarı, Üretim Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.5026	0.83987	127	4
Üretim Miktarı, İç Satış Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.2088	1.49275	127	4
Yapı Ruhsatı Endeksi, Üretim Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.4211	0.98034	127	4

Çizelge 5.22. (devam) Marmara Bölgesi Stok Miktarı, İç Satış Miktarı, Dış Satış Miktarı, Üretim Miktarı, İnşaat Ciro Endeksi ve Yapı Ruhsatı Endeksi Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları

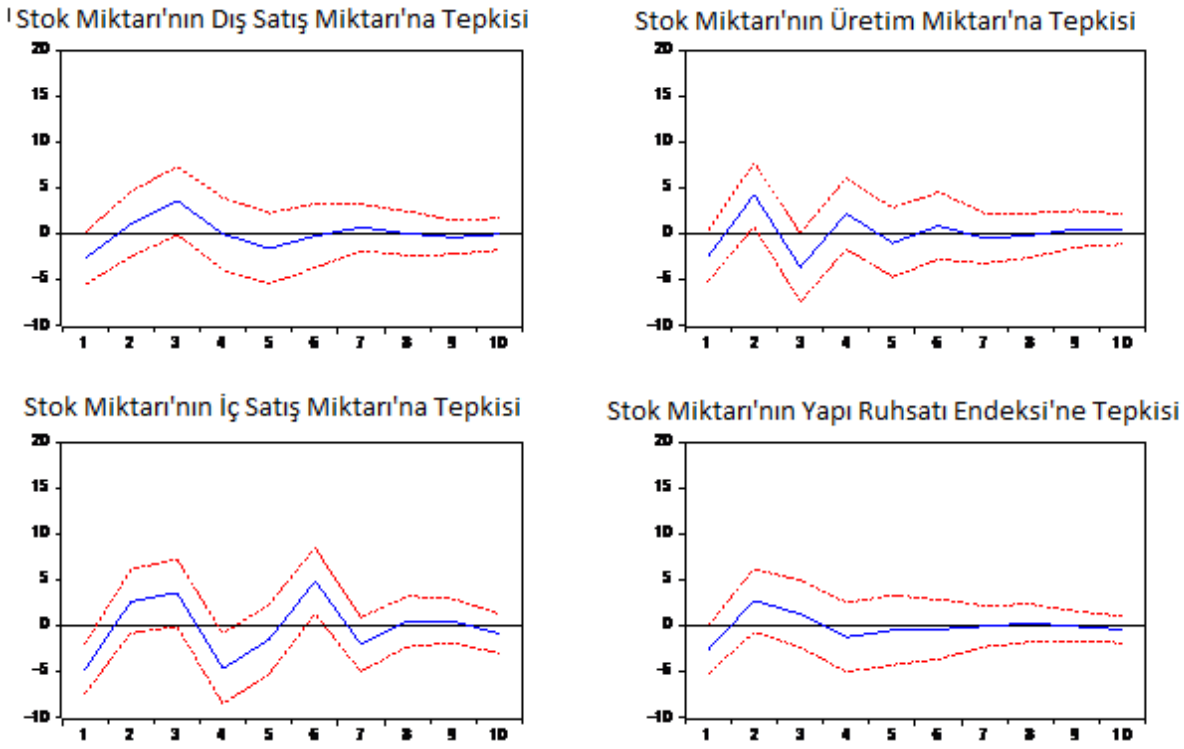
Yokluk Hipotezi	**P Değerleri**	**F İst.**	**Gözlem Sayısı**	**Gecikme Sayısı**
Üretim Miktarı, Yapı Ruhsatı Endeksi'nin Granger Nedeni Değildir.	0.0553	2.38320	127	4
İnşaat Ciro Endeksi, Üretim Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.6964	0.55407	127	4
Üretim Miktarı, İnşaat Ciro Endeksi'nin Granger Nedeni Değildir.	0.0691	2.23701	127	4
Stok Miktarı, Üretim Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.1210	1.86590	127	4
Üretim Miktarı, Stok Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.0352	2.67573	127	4
Yapı Ruhsatı Endeksi , İç Satış Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.4505	0.92745	127	4
İç Satış Miktarı, Yapı Ruhsatı Endeksi'nin Granger Nedeni Değildir.	0.0873	2.08300	127	4
İnşaat Ciro, İç Satış Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.3664	1.08664	127	4
İç Satış Miktarı, İnşaat Ciro Endeksi'nin Granger Nedeni Değildir.	0.0006	5.26476	127	4
Stok Miktarı, İç Satış Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.2239	1.44385	127	4
İç Satış Miktarı, Stok Miktarı'nın Granger Nedeni Değildir.	0.0060	3.80965	127	4
İnşaat Ciro, Yapı Ruhsatı Endeksi'nin Granger Nedeni Değildir.	0.5769	0.72450	127	4
Yapı Ruhsatı Endeksi, İnşaat Ciro Endeksi'nin, Granger Nedeni Değildir.	0.7847	0.43279	127	4
Stok Miktarı, Yapı Ruhsatı Endeksi'nin Granger Nedeni Değildir.	0.8171	0.38773	127	4
Yapı Ruhsatı Endeksi, Stok Miktarı'nın, Granger Nedeni Değildir.	0.9306	0.21327	127	4
Stok Miktarı, İnşaat Ciro Endeksi'nin Granger Nedeni Değildir.	0.3535	1.11355	127	4
İnşaat Ciro Endeksi, Stok Miktarı'nın, Granger Nedeni Değildir.	0.2350	1.40974	127	4

Çizelge 5.22'e göre %5 anlamlılık düzeyinde Marmara Bölgesi için Üretim Miktarı, Yapı Ruhsatı Endeksi ve Stok Miktarı'nın Granger nedeniyken tersi yönde bir nedensellik tespit edilmemiştir. Bununla birlikte %5 anlamlılık düzeyinde İç Satış Miktarı, Stok Miktarı ve İnşaat Ciro Endeksinin Granger nedeniyken tersi yönde bir nedensellik tespit edilmemiştir. Diğer ikili değişkenler arasında da herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

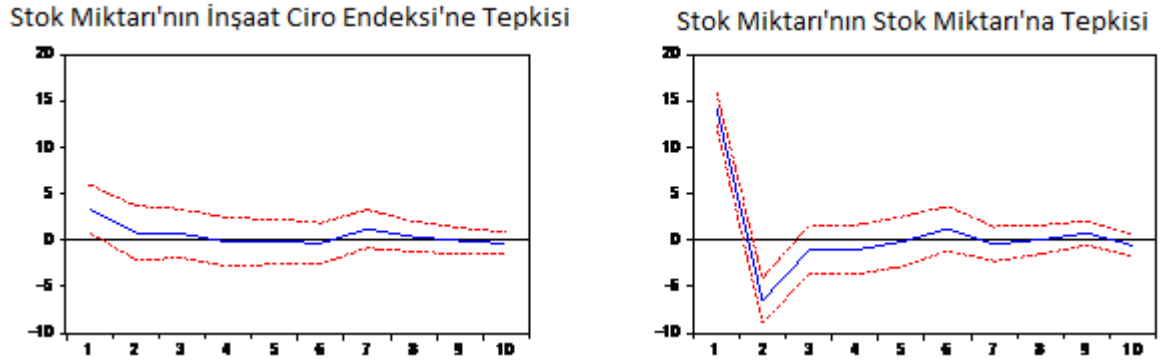
Bu durumda VAR modeli için sıralama en dışsaldan içsele doğru sıralama şu şekildedir:

- *Dış Satış Miktarı, Üretim Miktarı, İç Satış Miktarı, Yapı Ruhsatı Endeksi, İnşaat Ciro Endeksi, Stok Miktarı.*

VAR modeli için gecikme sayısı LR, FPE ve AIC bilgi kriterlerine göre 4 olarak belirlenmişti. Tahmin edilen kukla değişkenli kısıtsız VAR modeline ait Etki-Tepki fonksiyon grafikleri Şekil 5.13 ve 5.14'de verilmiştir.



Şekil 5.13. Marmara Bölgesi için Etki-Tepki fonksiyonları



Şekil 5.14. Marmara Bölgesi için Etki-Tepki fonksiyonları (İnşaat Ciro Endeksi-Stok Miktarı Tepkisi)

Birinci grafikte Marmara Bölgesinde Çimento Dış Satış Miktarında meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Çimento Stok Miktarının 1. dönem anlamlı ve negatif olan tepkisi; 2. dönem ile 4. dönem arasında anlamlı ve pozitife dönüşmektedir. 4. dönemden sonra tekrar negatife dönen bu tepki 6. dönemden sonra dengeye ulaşmaktadır.

İkinci grafikte belirtilen Çimento Üretim Miktarında meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Çimento Stok Miktarının tepkisi ilk dönemden itibaren anlamlı olup, şoklara tepkiler dönemlere göre artış ve azalış olarak devam etmektedir.

Üçüncü grafikte belirtilen Çimento İç Satış Miktarında meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Çimento Stok Miktarının tepkisi 1. dönem anlamlı ve negatif iken 2. ve 3. dönem arasında anlamlı ve pozitiftir. 8. döneme kadar negatif ve pozitif olarak sürekli değişen bu tepki, 8. dönemden sonra dengeye ulaşmaktadır.

Dördüncü grafikte belirtilen Yapı Ruhsatı Endeksinde meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Çimento Stok Miktarının tepkisi ilk dönem anlamlı ve negatif iken, 4. dönemden sonra dengeye ulaşmaktadır.

Beşinci grafikte belirtilen İnşaat Ciro Endeksinde meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Çimento Stok Miktarının tepkisi 1. dönem pozitif ve anlamlı iken, 2. dönemden sonra dengeye ulaşmaktadır.

Son grafikte belirtilen ise Stok Miktarında meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Çimento Stok Miktarının tepkisi 1. dönem yüksek derecede pozitif ve anlamlıdır. 10. Döneme kadar devam eden dalgaların, 10. dönem itibariyle ortadan kalktığı görülmüştür.

VAR sisteminin dinamiklerini ortaya çıkarmaya yarayan Marmara bölgesi için varyans ayrıştırması sonuçları Çizelge 5.23'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.23. Marmara Bölgesi çimento stok miktarı VAR modeli varyans ayrıştırması

Periyot	Dış Satış Miktarı	Üretim Miktarı	İç Satış Miktarı	Yapı Ruhsatı Endeksi	İnşaat Ciro Endeksi	Stok Miktarı
1	**2.749**	**2.170**	**8.48**	**2.513**	**4.489**	**79.589**
2	2.470	7.241	8.69	4.259	3.654	73.677
3	5.733	9.897	11.22	4.232	3.370	65.542
4	5.325	10.41	15.70	4.282	3.140	61.131
5	5.850	10.48	15.97	4.270	3.103	60.306
6	5.500	10.03	20.53	4.033	2.933	56.967
7	5.540	9.93	21.12	3.976	3.230	56.186
8	5.534	9.93	21.16	3.997	3.261	56.115
9	5.546	9.97	21.16	3.985	3.251	56.082
10	**5.527**	**9.99**	**21.24**	**4.001**	**3.268**	**55.962**

Çizelge 5.23'de, 10. dönem sonunda Stok Miktarındaki değişimin yaklaşık %56'sı Stok Miktarından, %9.99'u Üretim Miktarından, %21.24'ü İç Satış Miktarından, %5.52'si Dış Satış Miktarından, %4'ü Yapı Ruhsatı Sayısı Endeksinden ve %3.26'sı İnşaat Ciro Endeksinden kaynaklanmaktadır. Marmara Bölgesine ait varyans ayrıştırması sonuçlarına bakıldığında 10. dönem sonunda yine kendi etkisinden en çok etkilendiği, bununla birlikte iç satış miktarının ve üretim miktarının etkisinin yüksek olduğu dikkat çekmektedir.

5.1.2.3. Marmara Bölgesi yapay sinir ağı modeli

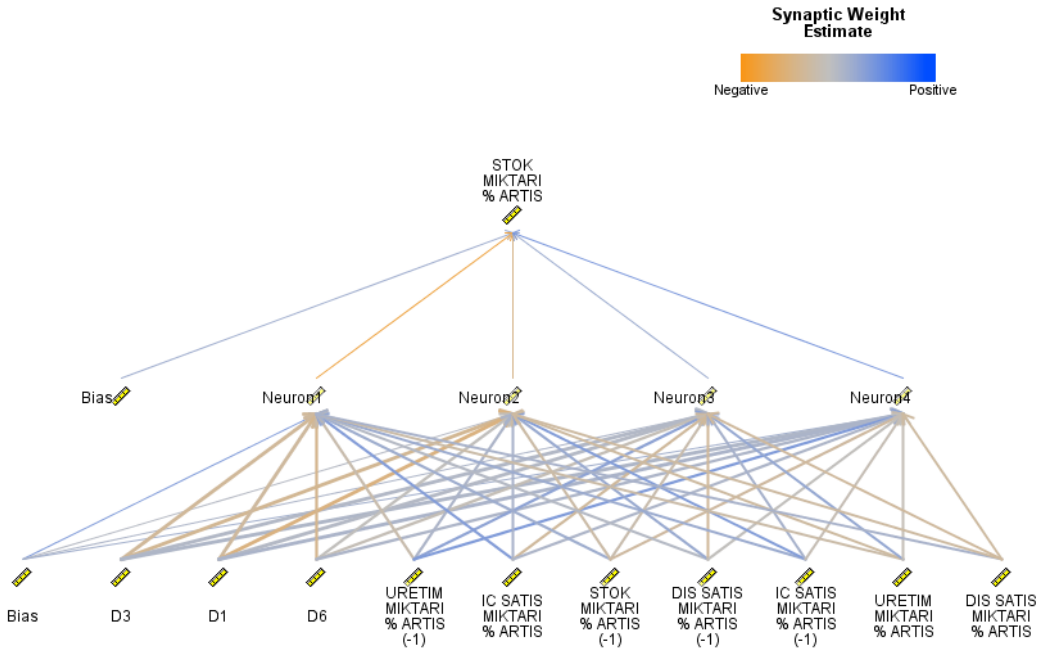
Regresyon modeli ile karşılaştırma yapabilmek için Yapay Sinir Ağları modeli için tüm değişkenlerin *yüzde artış oranları* hesaplanmıştır. Regresyon modeli için belirlenen kukla değişkenler eklenmiş özel modele göre model sınamaları gerçekleştirilmiştir.

Akdeniz Bölgesinde olduğu gibi veriler öğrenme (%70) ve test (%30) verisi olmak üzere ikiye ayrılmıştır ve sonuçları aşağıdaki Çizelge 5.24'deki gibidir. Öğrenme aşaması için 91 gözlem ayrılmış ve tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.63 olarak bulunmuştur. Test aşamasında 41 gözlemle çalışılmış ve bu durumda korelasyon 0.368 şeklinde düşük düzeyde bulunmuştur. Her iki aşama için de hatalara ait istatistikler Çizelge 5.24'den de incelenebilir.

Çizelge 5.24. Marmara Bölgesi YSA modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler

	Öğrenme	**Test**
Minimum Hata	-34.288	-40.461
Maximum Hata	69.233	108.314
Ortalama Hata	-1.95	2.037
Ortalama Kesin Hata	14.621	17.519
Standart Sapma	18.775	25.821
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{YŶ}$)	0.63	0.368
Gözlem	91	41

YSA modeline ilişkin Şekil 5.15'deki sonuçlara bakıldığında 4 sinir ağlı bir yapı oluştuğu ve modellemede en önemli değişkenin "Üretim Miktarı (-1)" olduğu görülmektedir.



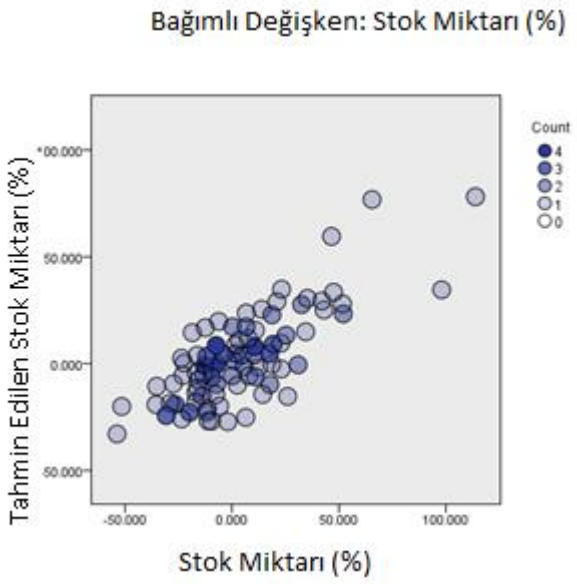
Şekil 5.15. Marmara Bölgesi YSA modeli yapısı

Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.25‘deki gibidir. Modele ait tahmin performanslarını değerlendirmek amacıyla Ortalama Hata Kare (MSE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) hesaplanmıştır.

Çizelge 5.25. Marmara Bölgesi YSA modeli performans sonuçları

	YSA modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.765
Standart Hata	16.22
Minimum Hata	-32.839
Maksimum Hata	63.82
Gözlem Sayısı	132
Bağımsız Değişken Sayısı	13
Ortalama Hata Kare (MSE)	261.47
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	6.75
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	12.74

Tahmin edilen ile gerçekleşen Stok miktarı arasındaki korelasyon 0.765 olup, bu uyum Şekil 5.16’de görülmektedir.



Şekil 5.16. Marmara Bölgesi YSA modeli uyum göstergesi

5.1.2.4. Marmara bölgesi CHAID karar ağacı modeli

Marmara bölgesi CHAID karar ağacı modeliiçin YSA ve Regresyon modelinde olduğu gibi belirlenen özel modele ait değişkenler ele alınmıştır. CHAID karar ağacı modelinde de öncelikle veriler eğitim (%70) ve test (%30) amacıyla ikiye bölünmüştür. Öğrenme ve test verisine ait sonuçlar Çizelge 5.26'dan da incelendiğinde öğrenme test modelinde, tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon yüksek düzeydeyken, test verisinde düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.26. Marmara Bölgesi CHAID modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler

	Öğrenme	**Test**
Minimum Hata	-38.764	38.794
Maximum Hata	49.145	110.433
Ortalama Hata	-0.0	5.677
Ortalama Kesin Hata	13.673	17.65
Standart Sapma	17.151	25.947
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.693	0.395
Gözlem	91	41

Şekil 5.17'den de görülebileceği gibi başlangıçta 15 bağımsız değişken modele alınmasına rağmen ağacın oluşmasında sadece 7 bağımsız değişken etkili olmuştur. Bu değişkenler "İç Satış Miktarı", "Stok Miktarı (-1)", "Üretim Miktarı" , D4, "Yapı Ruhsatı Endeksi", "İnşaat Ciro Endeksi"ve "Dış Satış Miktarı (-1)"dır. CHAID karar ağacı modeline ait sonuçlara bakıldığında 4 dala bölünen karar ağacının oluşmasında en önemli değişken "İç Satış Miktarı"dır. Dalların oluşmasında etkili olan ikinci önemli değişken ise "Stok Miktarı (-1)" dir.

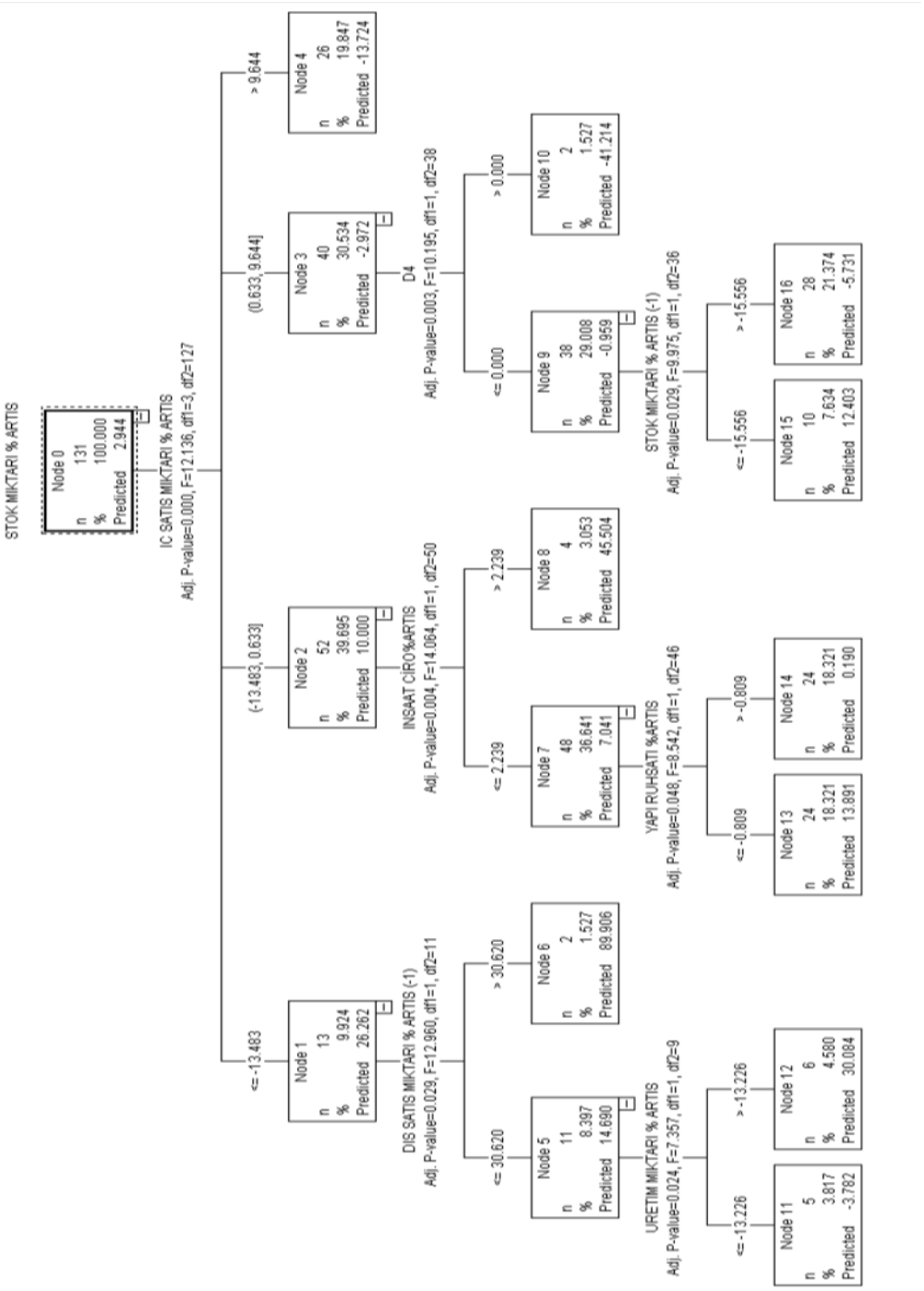
Karar ağacında birinci dala ait sonuçlara bakıldığında 13 gözlemin bulunduğu ve bu gözlemlerin verinin yaklaşık %10'unu kapsadığı görülebilir. Birinci daldaki ilk bölünmeye göre Dış Satış Miktarındaki % artış 30.620'den küçük ise Stok Miktarındaki beklenen % artış 14.690'dır. Bununla birlikte Dış Satış Miktarındaki % artış 30.620'den büyük ise Stok Miktarındaki beklenen % artış 89.906'dır. Dış Satış Miktarındaki % artış 30.620'den küçük ise dal tekrar ve Üretim Miktarı'ndaki artış %'sine göre ikiye ayrılmaktadır. Üretim

Miktarındaki % artış 13.226'dan küçük ise Stok Miktarındaki beklenen % artış -3.782'dir. Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.27'deki gibidir.

Çizelge 5.27. Marmara Bölgesi CHAID karar ağacı modeli performans sonuçları

	CHAID modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.734
Standart Hata	17.063
Minimum Hata	-47.29
Maksimum Hata	52.787
Gözlem Sayısı	132
Bağımsız Değişken Sayısı	7
Ortalama Hata Kare (MSE)	288.18
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	7.04
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	13.36

Tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.734 olup, bu uyum oldukça yüksektir.



Şekil 5.17. Marmara Bölgesi CHAID Karar ağacı yapısı

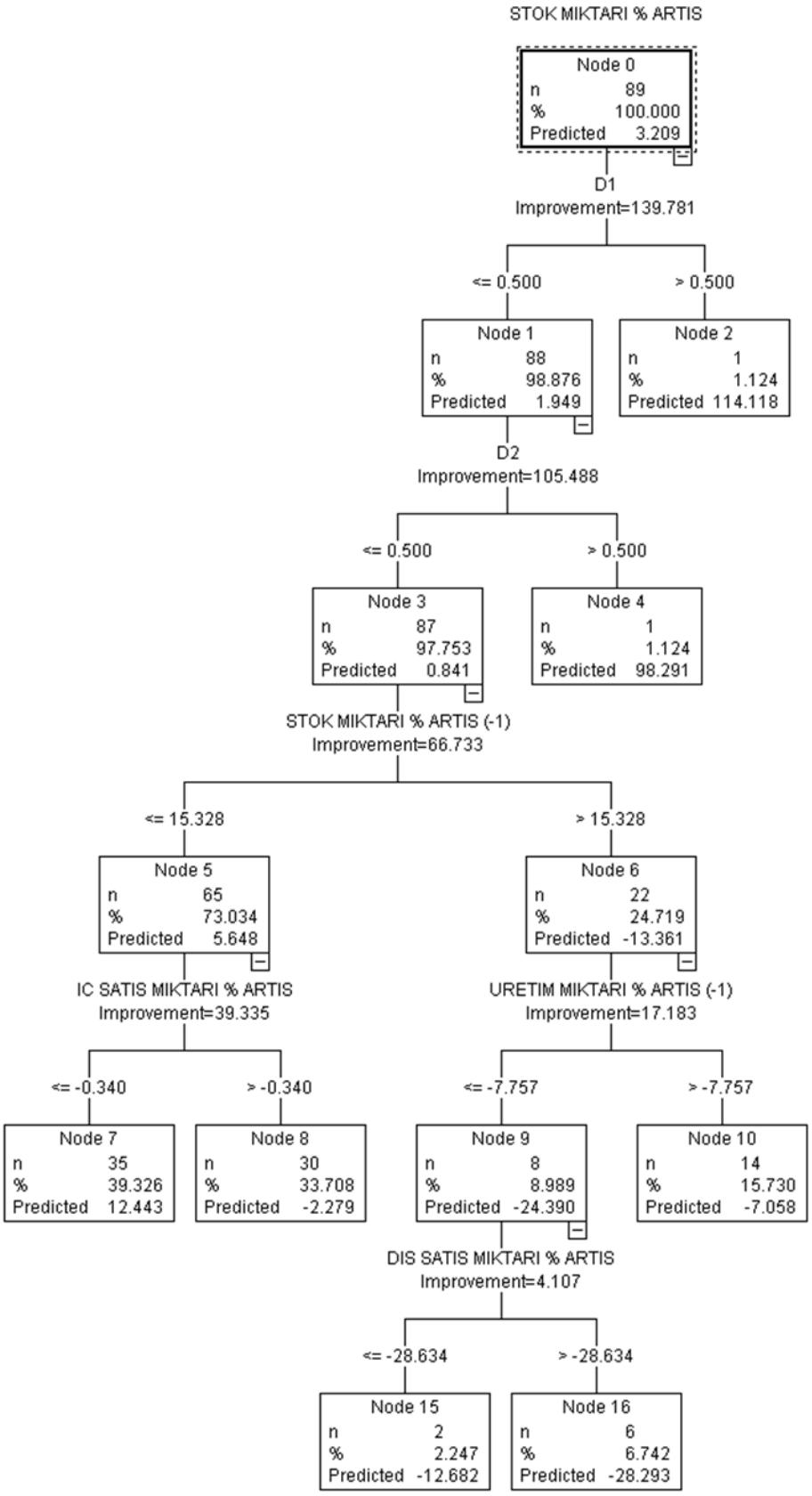
5.1.2.5. Marmara bölgesi C&R karar ağacı modeli

Marmara bölgesi C&R karar ağacı modeli için daha önceki Regresyon, YSA ve CHAID karar ağacı modellerinde olduğu gibi seçilen özel model değişkenleri üzerinden modelleme gerçekleştirilmiştir. Öncelikle veriler eğitim (%90) ve test (%10) amacıyla ikiye bölünmüştür. Öğrenme ve test verisine ait sonuçlar Çizelge 5.28'den incelendiğinde öğrenme modelinde, tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.689 olarak bulunurken, test modelinde korelasyon sıfır düzeyindebulunmuştur.

Çizelge 5.28. Marmara Bölgesi C&R modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler

	Öğrenme	**Test**
Minimum Hata	-39.88	-68.686
Maximum Hata	48.005	135.55
Ortalama Hata	0.076	10.816
Ortalama Kesin Hata	13.4	24.673
Standart Sapma	17.075	38.738
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.689	-0.207
Gözlem	111	21

C&R karar ağacı modeline ait Şekil 5.18'deki sonuçlara bakıldığında ağacın bölünmesinde D1, D2, "Stok Miktarı (-1)", "İç Satış Miktarı","Üretim Miktarı (-1) ve "Dış Satış Miktarı" değişkenlerinin etkin olduğu görülmektedir.



Şekil 5.18. Marmara Bölgesi C&R Karar ağacı yapısı

Şekil 5.18'den de görülebileceği gibi, karar ağacında birinci dala ait sonuçlara bakıldığında 88 gözlemin bulunduğu ve bu gözlemlerin verinin yaklaşık %99'unu kapsadığı görülebilir. Bölünmeye göre D1 Kukla değişkeni 0 ise Stok Miktarındaki beklenen % artış 1.949'dur. Bununla birlikte D1 Kukla değişkeni 1 ise Stok Miktarındaki beklenen % artış 114.118'dir. Daha sonra D1 Kukla değişkeni 0 ise dal tekrar D2 kukla değişkenine göre ikiye bölünmüştür. D2 kukla değişkeni 0 ise Stok Miktarındaki beklenen % artış 0.841'dir. Bu durumda dal tekrar bir önceki dönem stok miktarı olan "Stok Miktarı(-1)" değişkenine göre ikiye ayrılmıştır. "Stok Miktarı (-1)"ndaki % artış 15.328'den küçük ise Stok Miktarındaki beklenen % artış 5.648'dir. Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.29'daki gibidir. Tahmin edilen ile gerçekleşen Stok miktarı arasındaki korelasyon 0.712 olup, bu uyum oldukça yüksektir.

Çizelge 5.29. Marmara Bölgesi C&R karar ağacı modeli performans sonuçları

	C&R modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.712
Standart Hata	17.659
Minimum Hata	-46.556
Maksimum Hata	55.109
Gözlem Sayısı	132
Bağımsız Değişken Sayısı	12
Ortalama Hata Kare (MSE)	309.46
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	3.94
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	13.430

5.1.2.6. Marmara bölgesi modellerinin karşılaştırması

Regresyon modeli ile sınıflama modellerini karşılaştırabilmek amacıyla öncelikle aynı değişkenler üzerinden modellemeler gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin *yüzde artış oranları* hesaplanmış ve regresyon modelinde belirlenen özel modele ait sınıflama modelleri elde edilmiştir. Marmara Bölgesi için hesaplanan modellere ait çeşitli performans göstergeleri Çizelge 5.30'da belirtilmiştir.

Çizelge 5.30. Marmara Bölgesi model performans göstergeleri karşılaştırması

	Regresyon	**YSA**	**CHAID**	**C&R**
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	**0.825**	0.765	0.734	0.712
Standart Hata	14.224	16.22	17.063	17.659
Minimum Hata	-29.805	-32.839	-47.29	-46.556
Maksimum Hata	36.296	63.82	52.787	55.109
Gözlem Sayısı	131	131	131	131
Bağımsız Değişken Sayısı	15	13	7	12
Ortalama Hata Kare (MSE)	**212.6**	261.47	288.18	309.46
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	11.72	6.75	7.04	**3.94**
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	11.278	**12.74**	13.36	13.430

Model karşılaştırması için, başlangıçta aynı değişkenler seçilerek yapılmasına karşın modelleme sırasında değişken seçimleri farklı olabilmektedir. Örneğin CHAID karar ağacı modeli 7 değişkenle tahmin yapabilirken, C&R karar ağacı modeli 12 değişkenle tahmin yapmaktadır. Karşılaştırma yapabilmek için tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki uyumu gösteren korelasyon katsayısına göre en yüksek uyum "Regresyon" modelinde elde edilmiştir. Ancak burada dikkat çeken modeller arasında aslında korelasyon kriterine göre çok yüksek bir farklılık olmadığıdır. Ortalama Hata Kare (MSE) kriterine göre en düşük hata yine "Regresyon" modelindedir. Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) değerine bakıldığında en düşük MAPE değeri 3.94 ile "C&R karar ağacı" modeline aittir. Ortalama Mutlak Hata (MAE) değerine bakıldığında ise en düşük hatanın "YSA" modeline ait olduğu görülebilir. Tüm bu kriterler göz önüne alındığında Marmara Bölgesinde Çimento Stok Miktarı tahmini için "Regresyon" modelinin en iyi sonuçları verdiği söylenebilir.

5.1.3. Akdeniz Bölgesi ile Marmara Bölgesinin Karşılaştırması

Akdeniz Bölgesi ile Marmara Bölgesine ait Çimento Stok Miktarının tahminine ilişkin modellerin tahmin performansı incelendiğinde her iki model için de "Regresyon" modelinin seçildiği görülmektedir. Her iki coğrafi bölge için de ele alınan değişkenlerin *yüzde artış oranları* ile hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Çizelge 5.31'de belirtilen özel modeller için karar verilen bağımsız değişkenlere bakıldığında her iki bölge için de "Stok Miktarı (-1)" , "İç Satış Miktarı", "Dış Satış Miktarı", "Üretim Miktarı", "Üretim Miktarı

(-1)", "İnşaat Ciro Endeksi" önemlidir. Özellikle "İnşaat Ciro Endeksinin" etkisinin yüksek olduğu model sonuçlarından görülmektedir. Özel modellere ait regresyon modeli sonuçlarına göre, "İnşaat Ciro Endeksinde" %1'lik artış (diğer değişkenler sabitken) Akdeniz Bölgesinin Stok Miktarını %2.20 artırırken, Marmara Bölgesinin Stok Miktarını %2.249 artırmaktadır (Bkz. Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.20). Ayrıca Marmara Bölgesinde, "İç Satış Miktarı(-1)", "Dış Satış Miktarı (-1)", "Yapı Ruhsatı Endeksi" önemli bulunmuşken, Akdeniz Bölgesi için önemsiz bulunmuştur. Aynı şekilde Akdeniz Bölgesi için "İnşaat Ciro Endeksi (-1)" önemliyken, Marmara Bölgesi için özel modele seçilmemiştir.

Çizelge 5.31. Akdeniz Bölgesi ile Marmara Bölgesinin karşılaştırması

Değişkenler	**Marmara Bölgesi**	**Akdeniz Bölgesi**	**Tür**
Stok Miktarı	√	√	Bağımlı
Stok Miktarı (-1)	√	√	Bağımsız
İç Satış Miktarı	√	√	Bağımsız
İç Satış Miktarı(-1)	√	x	Bağımsız
Dış Satış Miktarı	√	√	Bağımsız
Dış Satış Miktarı (-1)	√	x	Bağımsız
Üretim Miktarı	√	√	Bağımsız
Üretim Miktarı (-1)	√	√	Bağımsız
İnşaat Ciro Endeksi	√	√	Bağımsız
İnşaat Ciro Endeksi (-1)	x	√	Bağımsız
Yapı Ruhsatı Endeksi	√	x	Bağımsız
Yapı Ruhsatı Endeksi(-1)	x	x	Bağımsız
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.825	0.78	
Bağımsız Değişken Sayısı	12	8	

Her iki bölge için seçilen regresyon modellerine ait Granger Nedensellik analizleri incelendiğinde bazı benzerlikler ve farklılıklar bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi için "Üretim Miktarı" ile "Stok Miktarı" arasında çift yönlü nedensellik tespit edilmişken, Marmara Bölgesinde "Üretim Miktarı", "Stok Miktarı"nın Granger nedeni iken, tersi geçerli değildir. Her iki bölge için de "İç Satış Miktarı", "Stok Miktarı"nın Granger nedeni olarak tespit edilmiştir, ancak tersi geçerli değildir. Akdeniz bölgesi için "Stok Miktarı", "Dış Satış Miktarının"; "Dış Satış Miktarı" da "İnşaat Ciro Endeksi"nin Granger nedeni iken; Marmara Bölgesi için "İç Satış Miktarı", "İnşaat Ciro Endeksi"nin Granger

nedeni'dir. Beklenti; "Üretim Miktarı", "İç ve Dış Satış Miktarı" değişkenlerinin "Stok Miktarı'nın" Granger nedeni olmasıdır. Elde edilen sonuçlara göre en uyumlu sonuçlar Akdeniz Bölgesinden elde edilmiştir.

Her iki bölgeye ait Etki-Tepki Fonksiyonları Analizi sonuçları kıyaslanmak istenirse; Akdeniz Bölgesinde "İç Satış Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, 2. dönemden sonra "Stok Miktarı'nda" beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye sebep olurken; Marmara Bölgesinde 3. dönemden sonra düşme yönünde bir etkiye sebep olmuştur. Akdeniz Bölgesinde "Çimento İç Satış miktarı'nda" meydana gelen 1 standartlık şoka karşı "Çimento Stok Miktarı'nın" tepkisi 5. dönemden sonra dengeye ulaşırken, Marmara bölgesinde bu tepki 8. dönemde halen dengeye ulaşmamıştır.

Akdeniz Bölgesinde "Dış Satış Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, 2. dönemden sonra stok miktarında beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye sebep olurken; Marmara Bölgesinde ancak 3. dönemden sonra stok miktarında beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye sebep olmuştur. Marmara Bölgesinde "Çimento Dış Satış Miktarı'nda" meydana gelen 1 standartlık şoka karşı "Çimento Stok Miktarı'nın" tepkisi 6. dönemden sonra dengeye gelirken, Akdeniz Bölgesinde bu tepki 4. dönemden sonra dengeye gelmektedir.

Akdeniz Bölgesinde "Üretim Miktarında" meydana gelen artış yönündeki şok, ikinci dönemde "Stok Miktarında" beklentilere uygun olarak artış yönünde bir etkiye sebep olurken, Marmara Bölgesinde "Üretim Miktarında" meydana gelen artış yönündeki şok, 1. dönemden "Stok Miktarında" beklentilere uygun olarak artış yönünde bir etkiye sebep olmuştur.

Hem Akdeniz Hem de Marmara Bölgesinde "İnşaat Ciro Endeksinde" meydana gelen artış yönündeki şok, ilk dönemde "Stok Miktarında" beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye sebep olmuştur.

Akdeniz Bölgesinde "Stok Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, ilk dönemde "Stok Miktarı'nda" beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye sebep olmuş, mevcut önceki döneme ait "Stok Miktarı" arttıkça stok miktarının azalması

beklenmektedir. Marmara Bölgesinde de aynı tepki söz konusudur. Ancak Akdeniz Bölgesinde "Çimento Stok Miktarı'nda" meydana gelen 1 standartlık şoka karşı "Çimento Stok Miktarı'nın" 3. dönemden sonra dengeye gelirken, Marmara bölgesinde bu tepki 10. döneme kadar dalgalı bir yapıya sahiptir ve 10. dönem itibariyle dengeye gelmektedir.

Bu durumda Marmara Bölgesinin oluşabilecek şoklara karşı daha geç tepki verdiğini ve Akdeniz Bölgesinin "Çimento Stok Miktarı" bulundurmak için en avantajlı bölge olduğu söylenebilir.

Varyans Ayrıştırması sonuçlarına bakıldığında ise her iki bölge için 1. dönemden 10. döneme kadar "Stok Miktarı'ndaki" değişimi en çok kendisinin açıkladığı görülmektedir. 10. döneme ait sonuçlara bakıldığında "Stok miktarı'ndaki" değişimi Akdeniz Bölgesi için %74 ile "Stok Miktarı" açıklarken, Marmara Bölgesinde %56 ile "Stok Miktarı" açıklamaktadır. Stok miktarındaki değişimi etkileyen ikinci değişken Akdeniz Bölgesi için %14 ile "Üretim Miktarı" iken, Marmara Bölgesinde %21 ile "İç Satış Miktarı"dır. En düşük açıklama yüzdesi olan değişkenler ise Akdeniz Bölgesi için 1.77 ile "Dış Satış Miktarı" iken, Marmara Bölgesi için %4 ile "Yapı Ruhsatı Endeksi"dir.

5.2. Taş Kömürü Stok Miktarı Modelinin Müesseseler Bazında İncelenmesi

Taş kömürü sektörüne ait modellerin kurulumu aşamasında Türkiye Taş Kömürü Kurumu (TTK) tarafından düzenli olarak derlenen aylık istatistiksel çizelgeler ile TÜİK tarafından yayınlanan ekonomik gösterge verilerinden yararlanılmıştır.

TTK tarafından 5 müessese (Armutçuk, Amasra, Karadon, Kozlu, Üzülmez) ayrımında Taş kömürü,

- "Tuvenan Üretim Miktarı",
- "Fiili Üretim Miktarı",
- "Fiili Satış Miktarı",
- "İç Tüketim Miktarı",
- "Stok Miktarı",
- "Müessese çalışan sayıları (işçi+memur)" verileri yayınlanmaktadır.

Çalışma dönemi 2010/1-2015/12 olup, Amasra ve Armutçuk müesseseleri için aylık verilerle modellemeler gerçekleştirilmiştir. Bu müesseseler Taş kömürü "Stok Miktarı" kapasitesi olarak fazla ve stok verisi eksik olmayan bölgeler olduğu için tercih edilmiştir. Her bir müessese için toplam 72 veri (6 yıl*12 ay) ile çalışılmıştır.

Modellerde kullanılan değişkenler Çizelge 5.32.'de listelenmiştir. Taş kömürü modeli için "Tuvenan Üretim Miktarı", "Fiili Üretim Miktarı", "Fiili Satış Miktarı", "İç Tüketim Miktarı", "Stok Miktarı" ve "Müessese çalışan sayıları (işçi+memur)" müessese ayrımındadır. Bağımlı değişken olarak "Stok Miktarı" alınmıştır. Ayrıca T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'ndan "Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminde Taş kömürünün Payına" ait verilerden yararlanılmıştır.

Çizelge 5.32. Taş kömürü modelindeki değişkenler

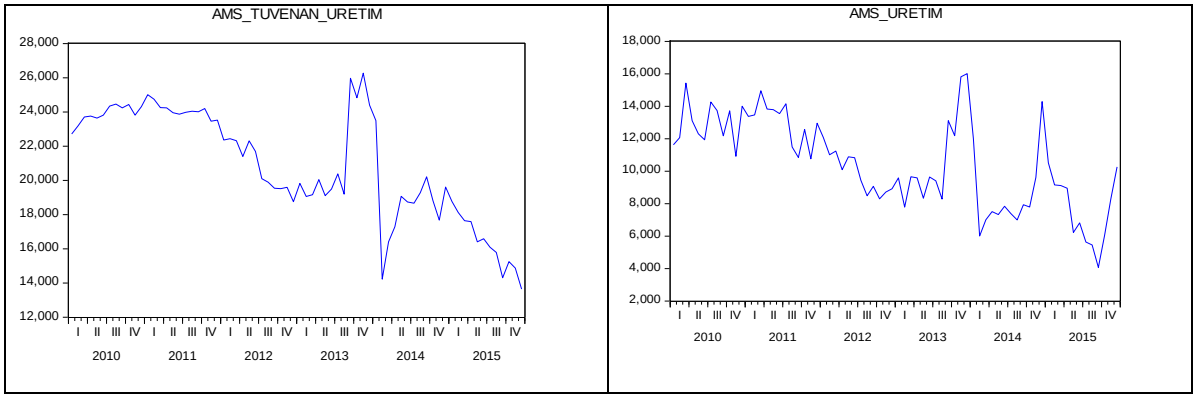
No	Değişken	Birim	Değişken	Beklenti	Kaynak	Kısaltmalar
1	Fiili Üretim Miktarı	Ton	Bağımsız	+	TTK	URETIM
2	Fiili Satış Miktarı	Ton	Bağımsız	-	TTK	SATIS
3	Tuvenan Üretim Miktarı	Ton	Bağımsız	+	TTK	TUVENAN_URETIM
4	İç Tüketim Miktarı	Ton	Bağımsız	-	TTK	IC_TUKETIM
5	Stok Miktarı	Ton	Bağımlı	+	TTK	STOK
6	İstihdam (memur+işçi)	Kişi	Bağımsız	+	TTK	ISTIHDAM
7	Elektrik Enerjisi	GWh	Bağımsız	Belli değil	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	ELEK_ENERJI

Türkiye brüt elektrik enerjisi üretiminin taş kömürüne ait payı olan "Elektrik Enerjisi" değişkeni ile Türkiye Taş Kömürü Kurumu (TTK) tarafından yayınlanan Taş kömürü "Tuvenan Üretim Miktarı", "Fiili Üretim Miktarı", "Fiili Satış Miktarı", "İç Tüketim Miktarı","Müessese çalışan sayıları (işçi+memur)" ve "Stok Miktarı" değişkenlerine ait zaman serisi verileri TRAMO-SEATS mevsimsel düzeltme yöntemi kullanılarak mevsimsellikten arındırılmıştır. Serilerin mevsimsellikten arındırılmasında Gianluca Caporello ve Agustin Maravall tarafından 1996 yılında geliştirilen TSW (TRAMO/SEATS for Windows) 3 paket programının Beta 1.04 versiyonu kullanılmıştır. Dolayısıyla tüm değişkenler mevsim ve takvim etkisinden arındırılmış aylık serilerdir.

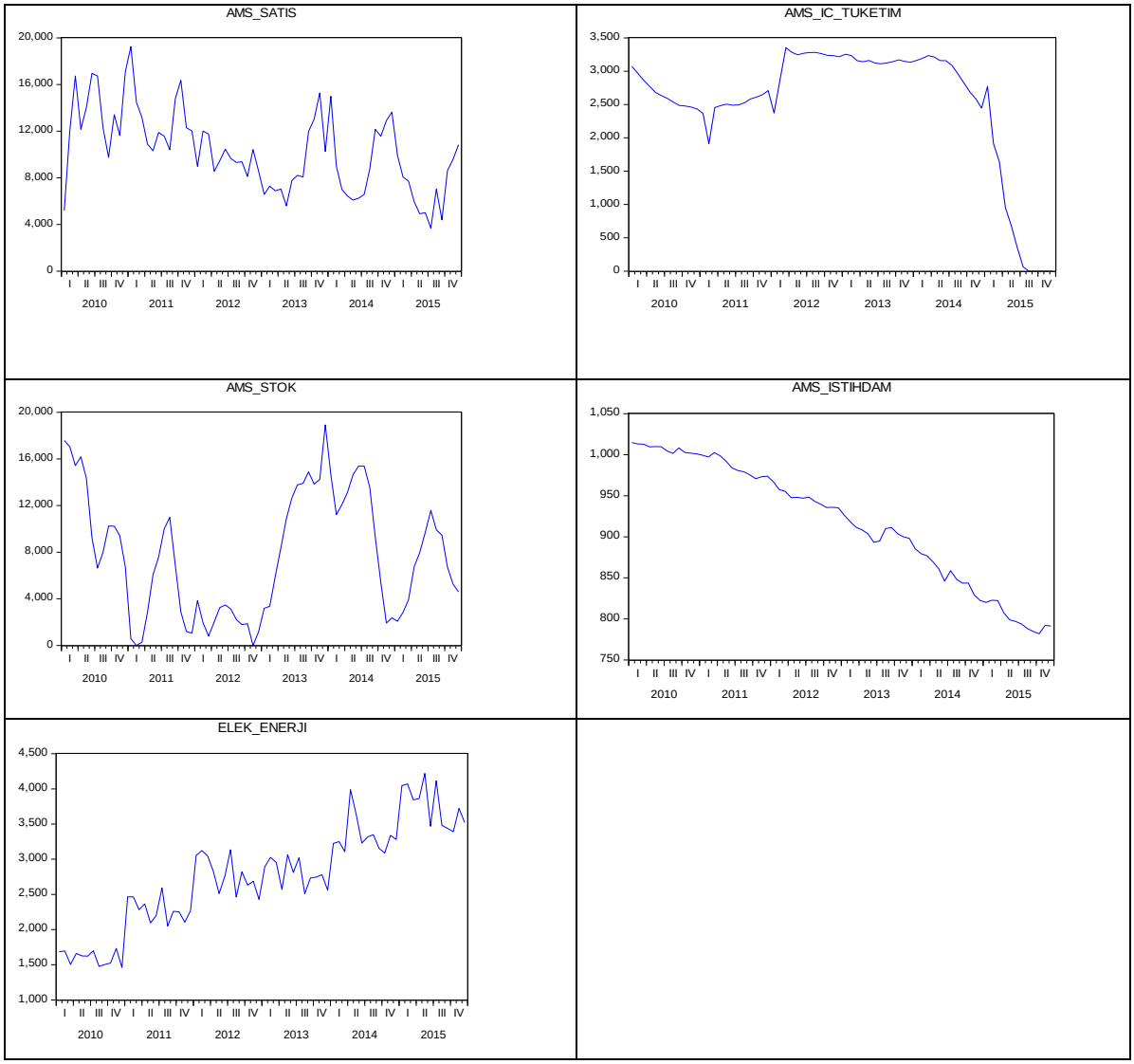
Seçilen tüm bu değişkenler Taş Kömürü sektöründe üretimi ve dolayısıyla stok politikasında etkin olduğu önsel bilgi olarak kabul edilen değişkenlerdir. Çizelge 5.32'de "Beklenti" sütununda, seçilen değişkenlerin stok miktarı üzerindeki beklenen etkisi özetlenmiştir. Girişimin stok tutma politikasına göre değişkenlik göstermesine rağmen genel beklenti, üretim arttıkça stok miktarının artması yönündedir. Aynı şekilde tuvenan üretim miktarı arttıkça da stok miktarının artması beklenmektedir. Bununla birlikte satış miktarı ve iç tüketim miktarı arttıkça stok miktarının azalması, istihdam arttıkça da üretimin ve dolayısıyla stok miktarının artması beklenmektedir. Elektrik enerjisi değişkeni ile de stok miktarı arasında tam belirli bir ilişki bulunmamaktadır. Birincil enerji kaynağı olan kömüre olan talep artıkça üretim ve satışlar artacaktır ve stok miktarı girişimin elinde bulundurduğu stok miktarına bağlı olarak değişkenlik gösterecektir.

5.2.1. Amasra Müessesesi

Çalışmada ilk olarak Amasra Müessesi için bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan modeldeki değişkenler Çizelge 5.32.'de verilmiştir. Bu değişkenlere ait 2010/1-2015/12 dönemine ait grafikler aşağıda Şekil 5.19 ve 5.20'deki gibidir.



Şekil 5.19. Amasra Müessesesi (AMS) Taş kömürü "Tuvenan Üretim Miktarı (TUVENAN_ÜRETİM)", "Fiili Üretim Miktarı (AMS_ÜRETİM)" 2010/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği



Şekil 5.20. Amasra Müessesesi (AMS) Taş Kömürü "Fiili Satış Miktarı (AMS_SATIŞ)" ,"İç Tüketim Miktarı (AMS_İÇ_TÜKETİM)", "Stok (AMS_STOK)," "İstihdam (AMS_İSTİHDAM)" ve "Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Taş kömürüne Ait Payı" 2010/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği

Şekil 5.19 ve 5.20 incelendiğinde, Taş Kömürü "Tuvenan Üretim Miktarı'nın" ve "Fiili Üretim Miktarı'nın" 2010-2013 yıllarında giderek azaldığı ve 2013 yılında ani bir artış yaşadığı görülmektedir. Bu artış kısa sürmüş olup, 2014 yılında tekrar düşüşe geçmiştir. 2014 yılından sonra tekrar artış-azalışlar devam etmektedir ancak dikkat çeken nokta, Tuvenan Üretim Miktarının giderek azaldığıdır. İç Tüketim Miktarı da yıllar itibariyle 2014 yılına kadar belli bir seviyedeyken, 2014 yılında sonra ani bir düşüş yaşayarak sıfıra yaklaşmıştır.

Stok Miktarının ise üretim ve satış miktarlarına da bağlı olarak çok dalgalı bir yapıya sahip olduğu, 2010 yılından sonra stok miktarının azalarak 2012 yılına kadar bazı dönemlerde sıfıra ulaştığı görülmektedir. 2012-2014 yılları arasında stok miktarı tekrar artmış, ancak 2014 yılından sonra tekrar azalmıştır. Amasra müessesine ait istihdam grafiğine bakıldığında istihdam edilen kişi sayısının 2010 yılından önce en yüksek seviyelerindeyken, giderek azaldığı ve 2015 yılında en düşük istihdam seviyesine sahip olduğu görülebilir. "Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Taş kömürüne Ait Payı" değişkeninin pozitif eğimli olduğu görülmektedir.

5.2.1.1. Durağanlık testleri

Regresyon analizinde öncelikle Çizelge 5.32'de yer alan değişkenlerin zaman serilerini incelemek ve durağanlık testlerinin yapılması gerekmektedir. Zaman serisi verilerinde durağanlık önkoşulunu sağlamak için değişkenlerin *bir önceki döneme göre farkları* hesaplanmıştır ve bütün değişkenlere ADF birim-kök testi uygulanmıştır. Çizelge 5.33'deki ADF testi sonuçlarına göre bütün değişkenler düzeyde durağandır.

Çizelge 5.33. Amasra Müessesesi modelindeki değişkenlerin ADF birim kök test sonuçları

No	Değişken	t istatistiği (sabit)	P değeri	
1	Fiili Üretim Miktarı	-9.50401	0.0000*	I(0)
2	Fiili Satış Miktarı	-9.93584	0.0001*	I0)
3	Tuvenan Üretim Miktarı	-10.0513	0.0001*	I(0)
4	İç Tüketim Miktarı	-7.40356	0.0000*	I(0)
5	Stok Miktarı	-5.22423	0.0000*	I(0)
6	İstihdam(Memur+ İşçi)	-8.01760	0.0000*	I(0)
7	Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Taş kömürü'ne ait payı	-12.6847	0.0001*	I(0)
	Test Kritik Değerleri: $\alpha_{0.01}$	-3.527045		
	$\alpha_{0.05}$	-2.903566		
	$\alpha_{0.10}$	-2.589227		

* "Sabit+ eğim" modelinde, $\alpha_{0.05}$' e göre H_O hipotezi reddedilmiştir.

5.2.1.2. Amasra müessesesi regresyon modeli

Taş kömürü stok miktarı tahminine ilişkin en uygun regresyon modeline karar vermek için Hendry'nin Genelden-Özele Modelleme yöntemi kullanılmıştır. Genel modelin belirlenmesi aşamasında öncelikle modelin gecikme sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 5.34'de belirtildiği gibi AIC değeri dikkate alındığında, en küçük değer 2 gecikmeli modele aittir. Bu nedenle genel model için belirlenen gecikme sayısı 2 alınmıştır.

Çizelge 5.34. Amasra Müessesesi genel modelin gecikmeli modeline ilişkin Akaike (AIC) ve Schwarz (SC) değerleri

Gecikme sayısı	AIC	SC
k=4	15.061	16.15
k=3	15.017	15.90
k=2	**14.95**	**15.60**
k=1	15.07	15.49

2 gecikmeli Otoregresif-Dağıtılmış Gecikme modeli kurulmuş ve kurulan genel modele ait parametreler Klasik En Küçük Kareler (KEKK) yöntemi ile tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları Çizelge 5.35'de verilmiştir.

Çizelge 5.35. Amasra Müessesesi genel model sonucu

Değişkenler	Katsayılar	t-istat.	P değeri
ΔSTOK(-1)	0.495370	3.837976	0.0004[a]
ΔSTOK(-2)	0.505687	3.729059	0.0005[a]
ΔELEK_ENERJI	-0.335505	-1.868532	0.0677
ΔELEK_ENERJI(-1)	0.007158	0.037681	0.9701
ΔELEK_ENERJI(-2)	-0.155349	-0.898415	0.3734
ΔTUVENAN_URETIM	0.043239	0.900084	0.3725
ΔTUVENAN_URETIM(-1)	-0.148111	-2.892681	0.0057[a]
ΔTUVENAN_URETIM(-2)	-0.084848	-1.563648	0.1243
ΔURETIM	0.929662	21.16182	0.0000[a]

Çizelge 5.35. (devam) Amasra Müessesesi genel model sonucu

Değişkenler	Katsayılar	t-istat.	P değeri
ΔURETIM(-1)	0.443472	3.511162	0.0010[a]
ΔURETIM(-2)	0.017020	0.333112	0.7405
ΔSATIS	-0.986394	-34.57797	0.0000[a]
ΔSATIS(-1)	-0.414015	-3.268454	0.0020[a]
ΔSATIS(-2)	-0.004430	-0.150251	0.8812
ΔIC_TUKETIM	-0.770189	-2.756157	0.0082[a]
ΔIC_TUKETIM(-1)	0.163442	0.547584	0.5865
ΔIC_TUKETIM(-2)	0.575747	2.117623	0.0393[a]
ΔISTIHDAM	-2.946507	-0.358721	0.7213
ΔISTIHDAM(-1)	5.599145	0.678368	0.5007
ΔISTIHDAM(-2)	2.444107	0.294806	0.7694
R^2=0.98; DW= 2.23,F=112.897 (p:0.00)			

a: $\alpha_{0.05}$'e göre H_0 hipotezi reddedilmiştir. Parametreler istatistiksel bakımdan anlamlıdır.

Genel modelde $\alpha_{0.05}$ anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız olan parametrelere ait değişkenler ve iktisadi beklentilere uymayan parametrelere ait değişkenler, modelden çıkartılarak Çizelge 5.36'daki özel modele ulaşılmıştır.

Çizelge 5.36. Amasra Müessesesi özel model sonucu

Değişkenler	Katsayılar	t-istat.	P değeri
ΔSTOK(-1)	0.503222	5.246124	0.0000[a]
ΔSTOK(-2)	0.502988	5.275357	0.0000[a]
ΔTUVENAN_URETIM(-1)	-0.115267	-2.766879	0.0075[a]
ΔURETIM	0.959406	28.75545	0.0000[a]
ΔURETIM(-1)	0.426464	4.406385	0.0000[a]
ΔSATIS	-0.990491	-38.91145	0.0000[a]
ΔSATIS(-1)	-0.420284	-4.366580	0.0001[a]
ΔIC_TUKETIM	-0.770724	-3.117256	0.0028[a]
ΔIC_TUKETIM(-2)	0.603029	2.454674	0.0170[a]
R^2=0.97; DW=2.13, Fwhite=1.37 (p:0.21), F=243.629(p:0.00) $F_{kısıt}$=1.125			

a : $\alpha_{0.05}$'e göre H_0 hipotezi reddedilmiştir. Parametreler istatistiksel bakımdan anlamlıdır.

Elde edilen özel modele ait kısıtlamaların geçerliliği Hendry'nin Genelde Özele modeli ile test edilmiştir ve F_{hesap} değeri 1.125 olarak hesaplanmıştır. $F_{Çizelge}(F_{11,49}$:2.03)

değeri F_{hesap} değerinden büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilemez ve kısıtlamalara ait özel modelin geçerli olduğu söylenebilir.

Özel model sonuçlarına göre:

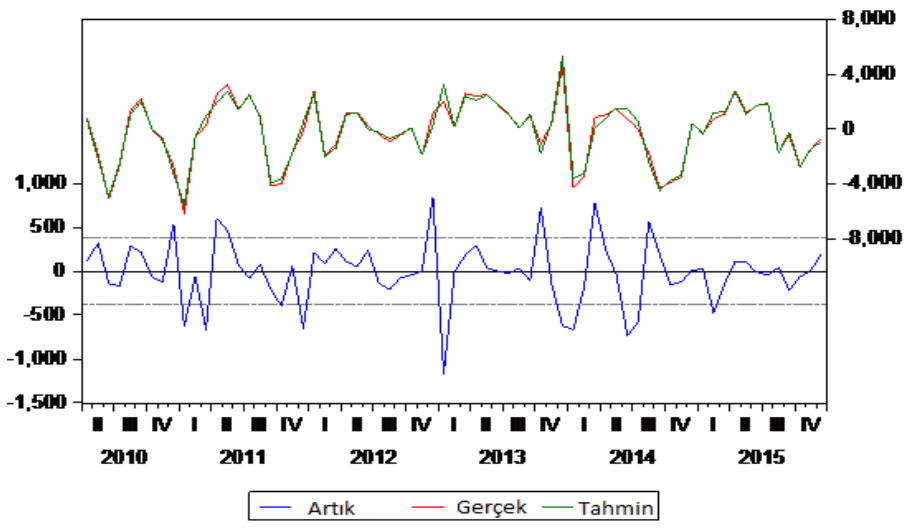
- Müessesenin "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.503 artmaktadır. Bu durum genel olarak beklenen bir sonuçtur, girişimin bir önceki dönem stok miktarına bağımlılığı birikimli olarak stokların ilgili dönemdeki durumunu belirlemektedir.
- Müessesenin "İki Önceki Dönem Stok Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.502 artmaktadır. Girişimin stok tutma politikasına göre de değişebilecek stok politikası ile genel olarak stok miktarının birikimli olarak önceki dönemlere bağlı olarak değişmesi beklenmektedir.
- Müessesenin "Bir Önceki Dönem Tuvenan Üretim Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.12 azalmaktadır. "Tuvenan Üretim Miktarı", "Stok Miktarı" ile doğru orantılıdır ancak maden sahalarından elde edilen tuvenana bağlı olarak girişimler mevcut stoklarını korumak istemektedirler.
- Müessesenin Taş Kömürü "Üretim Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.959 artmaktadır. Stok miktarının üretimle doğru orantılı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle üretimdeki değişikliğe bağlı olarak girişimler ellerindeki stokları değerlendirmektedirler.
- Müessesenin "Bir Önceki Dönem Taş Kömürü Üretim Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.43 artmaktadır. "Bir Önceki Dönem Üretim Miktarı'nın" "Stok Miktarı'nın" üzerindeki etkisi beklenildiği gibi pozitiftir.
- Müessesenin Taş Kömürü "Satış Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.99 azalmaktadır. Girişimlerin stok miktarını etkileyen diğer bir değişken olan satış miktarı beklenildiği gibi negatiftir, satışlar arttıkça stokların azalması beklenmektedir.
- Müessesenin "Bir Önceki Dönem Taş Kömürü Satış Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.42

azalmaktadır. “Bir Önceki Dönem Satış Miktarı” beklenildiği gibi negatiftir, satışlar arttıkça stokların azalması beklenmektedir.

- Müessesenin Taş Kömürü “İç Tüketim Miktarı’ndaki” değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) “Stok Miktarı’ndaki” değişim %0.77 azalmaktadır. “İç Tüketim Miktarı” beklenildiği gibi negatiftir, iç tüketim arttıkça stokların azalması beklenmektedir.
- Müessesenin “İki Önceki Dönem Taş Kömürü İç Tüketim Miktarı’ndaki” değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) “Stok Miktarı’ndaki” değişim %0.60 artmaktadır. İki dönem önceki İç Tüketim Miktarı’ndaki değişime göre girişim politikasını belirlemekte ve bu değişime göre stok politikasını yönlendirmektedir, beklenildiği gibi değişkenlik söz konusudur.

Özel modele ait Çizelge 5.36’ya bakıldığında modelin otokorelasyonsuz olduğu (DW=2.13), çoklu doğrusal bağlantı ve değişen varyans (Fwhite=1.37) sorunlarının olmadığı görülmektedir. Modelde değişkenlere ait parametreler istatistiksel bakımdan anlamlıdır. Modelin açıklama gücü (R^2=0.97) yüksek ve denklem tümüyle F=243.629 (P:0.000) anlamlıdır.

Özel modele ait tahmin edilen değerler, gerçek değerler ve artıklara ilişkin grafik Şekil 5.21’de belirtilmiştir ve tahmin edilen değerlerle, gerçek değerlerin birbirine yakın oldukları görülmektedir.



Şekil 5.21. Amasra Müessesesi özel modele ait tahmin edilen ve gerçek değerler ve artıklar

5.2.1.2.1. Amasra Müessesesi VAR modeli tahmin sonuçları

Çalışmanın bundan sonraki aşamasında, özel modelde yer alan değişkenlerin cari değerleri kullanılarak; bu değişkenler arasındaki etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırma sonuçlarını elde edebilmek amacıyla VAR yöntemi uygulanmıştır. VAR yöntemini uygulayabilmek için gecikme sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 5.37'den de görüleceği üzere Schwarz (SC) ve Hannan-Quinn (HQ) kriterlerine göre gecikme sayısı 1 olarak alınmıştır.

Çizelge 5.37. Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Gecikme uzunluğu	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-2573.317	NA	3.55e+30	84.53499	84.70801	84.60280
1	-2465.176	195.0094	2.33e+29	81.80904	**82.84717***	**82.21589***
2	-2438.525	43.68970*	2.25e+29*	81.75491	83.65816	82.50081
3	-2415.842	33.46644	2.53e+29	81.83089	84.59925	82.91583
4	-2399.756	21.09655	3.69e+29	82.12315	85.75662	83.54714
5	-2380.248	22.38588	5.10e+29	82.30322	86.80181	84.06626
6	-2360.819	19.11085	7.71e+29	82.48587	87.84956	84.58795
7	-2338.605	18.20850	1.21e+30	82.57720	88.80601	85.01833
8	-2295.345	28.36693	1.15e+30	81.97852	89.07244	84.75870
9	-2256.550	19.07939	1.72e+30	81.52624	89.48527	84.64545
10	-2159.177	31.92559	6.74e+29	79.15335*	87.97749	82.61161

* : Kriter tarafından seçilen gecikme uzunluğunu göstermektedir.

VAR modeli, değişkenlerin sıralamasına ve gecikme sayısına çok duyarlıdır. Değişkenlerin en az etkilenenden en çok etkilenen durumunu tespit edebilmek için Granger nedensellik testi yapılmıştır ve aşağıda Çizelge 5.38'de gösterilmiştir. Gecikme sayısı 1 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.38. Amasra Müessesesi Stok Miktarı, Tuvenan Üretim Miktarı, Üretim Miktarı, Satış Miktarı ve İç Tüketim Miktarı Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Yokluk Hipotezi	**P Değeri**	**F İst.**	**Gözlem Sayısı**	**Gecikme Sayısı**
Tuvenan Üretim Miktarı, Stok Miktarının Granger nedeni değildir.	0.5946	0.28591	70	1
Stok Miktarı, Tuvenan Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.2202	1.53164	70	1
Üretim Miktarı, Stok Miktarının Granger nedeni değildir.	0.3356	0.94069	70	1
Stok Miktarı, Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.0492	4.01270	70	1
Satış Miktarı, Stok Miktarının Granger nedeni değildir.	0.4864	0.48987	70	1
Stok Miktarı, Satış Miktarının Granger nedeni değildir.	0.0425	4.27619	70	1
İç Tüketim Miktarı, Stok Miktarının Granger nedeni değildir.	0.4272	0.63826	70	1
Stok Miktarı, İç Tüketim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.4688	0.53076	70	1
Üretim Miktarı, Tuvenan Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.1891	1.76006	70	1
Tuvenan Üretim Miktarı, Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.4440	0.59289	70	1
Satış Miktarı, Tuvenan Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.2224	1.51691	70	1
Tuvenan Üretim Miktarı, Satış Miktarının Granger nedeni değildir.	0.9894	0.00018	70	1
İç Tüketim Miktarı, Tuvenan Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.9072	0.01370	70	1
Tuvenan Üretim Miktarı, İç Tüketim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.8434	0.03935	70	1
Satış Miktarı, Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.5290	0.40049	70	1
Üretim Miktarı, Satış Miktarının Granger nedeni değildir.	0.1003	2.77630	70	1
İç Tüketim Miktarı, Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.9949	4.2E-05	70	1
Üretim Miktarı, İç Tüketim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.2642	1.26775	70	1

Çizelge 5.38. (devam) Amasra Müessesesi Stok Miktarı, Tuvenan Üretim Miktarı, Üretim Miktarı, Satış Miktarı ve İç Tüketim Miktarı Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Yokluk Hipotezi	**P Değeri**	**F İst.**	**Gözlem Sayısı**	**Gecikme Sayısı**
İç Tüketim Miktarı, Satış Miktarının Granger nedeni değildir.	0.5060	0.44705	70	1
Satış Miktarı, İç Tüketim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.8177	0.05353	70	1

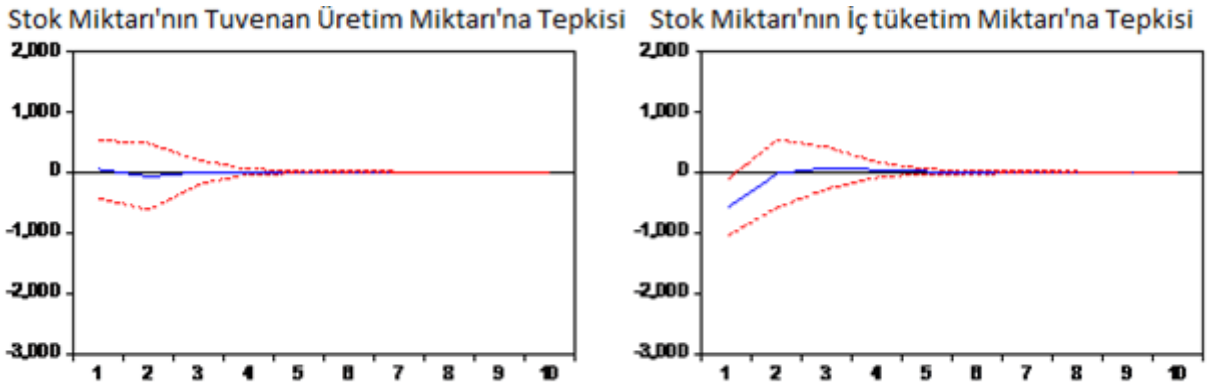
Çizelge 5.38'e göre %5 anlamlılık düzeyinde**,** Amasra Müessesesi için Taş kömürü Stok Miktarı, Taş kömürü Satış Miktarının Granger nedeniyken tersi yönde bir nedensellik tespit edilememiştir. Aynı şekilde Taş kömürü Stok Miktarı, Taş kömürü Üretim Miktarının Granger nedeniyken tersi yönde bir nedensellik tespit edilememiştir. Bununla birlikte %5 anlamlılık düzeyinde diğer ikili değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. %10 anlamlılık düzeyinde değerlendirildiğinde ise Üretim Miktarının, Satış Miktarının nedeni olduğu söylenebilir.

Bu durumda VAR modeli için sıralama önsel bilgilere göre, en az etkilenenden en çok etkilenene doğru aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

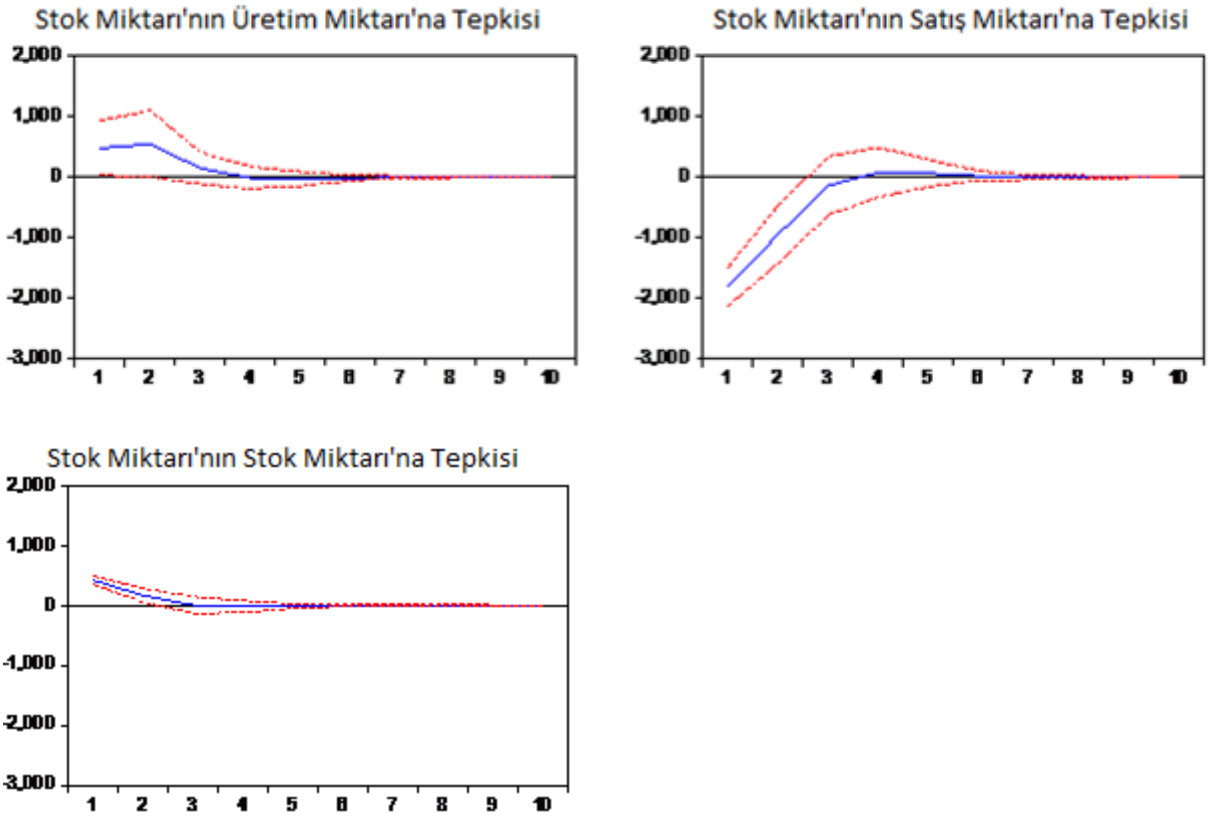
Tuvenan Üretim Miktarı ⟶ İç Tüketim Miktarı ⟶ Üretim Miktarı ⟶ Satış Miktarı ⟶ Stok Miktarı

VAR modeli için gecikme sayısı SC ve HQ bilgikriterine göre 1 olarak belirlenmişti. VAR modeline ait Etki-Tepki fonksiyonları Şekil 5.22 ve 5.23'de verilmiştir.

Birinci grafikte Amasra Müessesesinde Taş Kömürü "Tuvenan Üretim Miktarı'nda" meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı stok miktarı ilk 3 dönemde pozitif, ancak anlamsız tepki verirken; bu tepki 4. dönemden sonra dengeye ulaşmıştır.



Şekil 5.22 Amasra Müessesesi için Etki-Tepki fonksiyonları



Şekil 5.23. Amasra Müessesesi için Etki-Tepki fonksiyonları (Üretim Miktarı, Satış Miktarı, Stok Miktarı)

İkinci grafikte ise Taş Kömürü "İç Tüketim Miktarı'nda" meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Taş Kömürü "Stok Miktarı'nın" 1. ve 2. dönemde tepkisi anlamlı ve negatiftir. 2. dönemden sonra bu tepki azalarak, 4. dönemden sonra dengeye ulaşmıştır. Taş Kömürü "İç Tüketim Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde beklentilere uygun olarak önce azalış yönünde bir etkiye neden olmuştur.

Üçüncü grafikte "Üretim Miktarı'nda" meydana gelen 1 standart hatalık şoka karşı stok miktarının tepkisi ilk 4 dönem anlamlı ve pozitif iken, bu tepki azalarak 4. dönemden sonra dengeye ulaşmaktadır. Taş Kömürü "Üretim Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde beklentilere uygun olarak ilk dönemde artış yönünde bir etkiye sebep olmuştur.

Dördüncü grafikte "Satış Miktarı'nda" meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı "Stok Miktarı'nın" tepkisinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu tepki ilk 3 dönem anlamlı negatifken, 3. dönemden sonra dengeye ulaşmaktadır. Taş kömürü satış miktarında meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde beklentilere uygun olarak azalış yönünde bir etkiye sebep olmuştur.

Son grafikte ise "Stok Miktarı'nda" meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı "Stok Miktarı'nın" 1. ve 3. dönem arasında anlamlı ve pozitif etkisi bulunmaktadır. 3. dönemden sonra bu etkinin dengeye ulaştığı söylenebilir. Taş Kömürü "Stok Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde beklentilere uygun olarak ilk dönemde azalış yönünde bir etkiye sebep olmuştur.

Varyans ayrıştırmasından elde edilen sonuçlar Çizelge 5.39'da özetlenmiştir.

Çizelge 5.39. Amasra Müessesesi stok miktarı değişkenine ait varyans ayrıştırması sonucu

Periyot	Tuvenan Üretim Miktarı	İç Tüketim Miktarı	Üretim Miktarı	Satış Miktarı	Stok Miktarı
1	0.047182	8.718760	5.705765	81.20355	4.324740
2	0.144830	6.690347	10.17811	79.18189	3.804816
3	0.143617	6.724769	10.50497	78.85429	3.772351
4	0.143718	6.738787	10.49073	78.85009	3.776668
5	0.143824	6.732999	10.49831	78.84894	3.775925
6	0.143824	6.732418	10.50072	78.84740	3.775645
7	0.143824	6.732514	10.50076	78.84725	3.775650
8	0.143825	6.732506	10.50076	78.84726	3.775651
9	0.143825	6.732501	10.50077	78.84726	3.775650
10	0.143825	6.732501	10.50077	78.84725	3.775650

Çizelge 5.39'da, 10. dönem sonunda, "Stok Miktarı'ndaki" değişimin yaklaşık %78.85'i "Satış Miktarı'ndan", %10.50'si "Üretim Miktarı'ndan", %6.73'ü "İç Tüketim

Miktarı'ndan", %3.77'si "Stok Miktarı'ndan", %0.15'i "Tuvenan Üretim Miktarı'ndan" kaynaklanmaktadır. "Stok Miktarı'nın" en çok "Satış Miktarı'ndaki" dönemsel değişiminden etkilenmesi beklenilen bir durumdur. Girişimler satış miktarlarındaki artışa bağlı olarak mevcut stoklarının durumuna göre ellerinde stok bulundurup bulundurmama kararı vermektedirler. Dikkat çeken diğer bir durum üretim miktarındaki değişimin 1. dönemde %5 civarından %10 civarına yükselmesidir. Satış miktarında olduğu gibi üretim politikası da stok politikasını etkileyen ikinci büyük etmendir.

5.2.1.3. Amasra Müessesesi yapay sinir ağı modeli

Regresyon modeli ile karşılaştırma yapabilmek için Yapay Sinir Ağları modeli için tüm değişkenlerin *bir önceki döneme göre farkları* hesaplanmıştır. Çizelge 5.36.'da modellemede kullanılacak değişkenler bulunmaktadır.

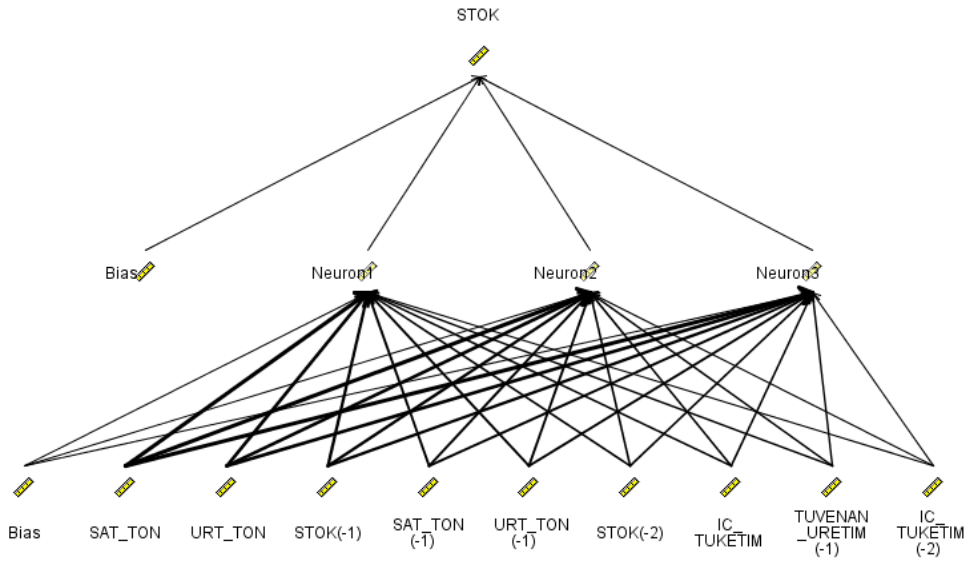
Modellemeye başlamadan önce Çimento modelinde olduğu gibi YSA modelleri için veriler iki parçaya bölünmüştür. 1. kısım verinin %70 olarak ayrılmış ve öğrenme amaçlı kullanılmıştır. Geriye kalan %30'luk kısım ise test amaçlı kullanılmaktadır. Analiz sonuçlarında öğrenme ve test sonuçlarının performansları da sonuç kısmında ayrıca belirtilmektedir. Ancak regresyon modeli ile karşılaştırma yapabilmek için tüm verilerin kullanıldığı YSA modeli dikkate alınarak karşılaştırma yapılacaktır.

YSA modeline ilişkin öğrenme ve test aşaması sonuçları Çizelge 5.40'da belirtilmiştir. Öğrenme aşaması için 53 gözlem ayrılmış ve tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.984 bulunmuştur. Test aşamasında 20 gözlemle çalışılmış ve bu korelasyon 0.945 olarak yüksek düzeyde bulunmuştur. Her iki aşama için de hatalara ait istatistikler Çizelge 5.40'dan incelenebilir.

Çizelge 5.40. Amasra Müessesesi YSA modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler

	Öğrenme	Test
Minimum Hata	-1314.8	-1431.66
Maximum Hata	963.099	1349.008
Ortalama Hata	-1.097	182.101
Ortalama Kesin Hata	266.257	716.888
Standart Sapma	374.469	836.034
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.984	0.945
Gözlem	53	20

YSA modeline ilişkin sonuçlara bakıldığında Şekil 5.24'de 3 sinir ağlı bir yapı oluştuğu ve en önemli değişkenin "Satış Miktarı" olduğu görülmektedir. İkinci en önemli değişken "Üretim Miktarı" değişkeni seçilmiş olup, en önemsiz değişken "İç Tüketim (-2)" değişkenidir.



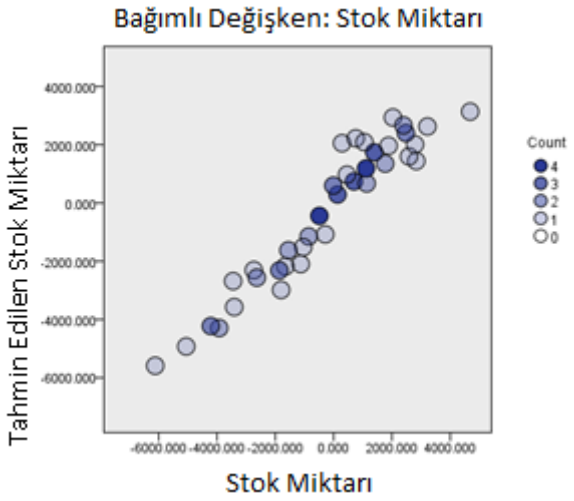
Şekil 5.20.Amasra Müessesesi YSA modeli yapısı

Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.41'deki gibidir. Modele ait tahmin performanslarını değerlendirmek amacıyla Ortalama Hata Kare (MSE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) hesaplanmıştır.

Çizelge 5.41. Amasra Müessesesi YSA modeli performans sonuçları

	YSA modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	**0.966**
Standart Hata	581.368
Minimum Hata	-1774.702
Maksimum Hata	1541.384
Gözlem Sayısı	71
Bağımsız Değişken Sayısı	9
Ortalama Hata Kare (MSE)	323858.2
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	-2.72
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	401.858

Tahmin edilen ile gerçekleşen Stok miktarı arasındaki korelasyon 0.966 olup, bu uyum Şekil 5.25'de görülmektedir.



Şekil 5.21. Amasra Müessesesi YSA modeli uyum göstergesi

5.2.1.4. Amasra Müessesesi CHAID karar ağacı modeli

YSA ve Regresyon modelinde olduğu gibi belirlenen özel modele ait değişkenler ele alınmıştır. CHAID karar ağacı modelinde de öncelikle veriler eğitim (%70) ve test (%30) amacıyla ikiye bölünmüştür. Öğrenme ve test verisine ait sonuçlar Çizelge 5.42'den incelendiğinde öğrenme modelinde tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon yüksekken (0.839), test modelinde oldukça düşük (0.099) düzeyde kaldığı görülebilir.

Çizelge 5.42. Amasra Müessesesi CHAID Modeli Öğrenme ve Test Aşamasına Ait İstatistikler

	Öğrenme	Test
Minimum Hata	-3097.32	-5266.0
Maximum Hata	2240.688	5524.0
Ortalama Hata	0.0	193.862
Ortalama Kesin Hata	819.805	2611.848
Standart Sapma	1132.595	3211.262
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.839	0.099
Gözlem	53	20

CHAID karar ağacı modeline ait Çizelge 5.43'deki sonuçlara bakıldığında 2 dala bölünen karar ağacının oluşmasında 7 değişken etkilidir ve bu değişkenlerin en önemlileri "Satış Miktarı", "Stok Miktarı (-1) " ve "İç Tüketim" dir.

Çizelge 5.43. Amasra Müessesesi CHAID karar ağacı yapısı

SAT_TON <= 1,279 [Ave: 607.92, Effect: 790.962]
STOK(-1) <= -3,886 [Ave: -2,439, Effect: -3,046.92]
IC_TUKETIM(-2) <= -105.681 [Ave: -3,886, Effect: -1,447] => -3886.0
IC_TUKETIM(-2) > -105.681 and IC_TUKETIM(-2) <= -70.865 [Ave: -2,615, Effect: -176] => -2615.0
IC_TUKETIM(-2) > -70.865 and IC_TUKETIM(-2) <= -17.799 [Ave: -590, Effect: 1,849] => -590.0
IC_TUKETIM(-2) > -17.799 and IC_TUKETIM(-2) <= -8.509 [Ave: -3,424, Effect: -985] => -3424.0
IC_TUKETIM(-2) > -8.509 [Ave: -1,680, Effect: 759] => -1680.0
STOK(-1) > -3,886 and STOK(-1) <= 124 [Ave: 204.5, Effect: -403.42]
IC_TUKETIM <= -17.777 [Ave: 902, Effect: 697.5] => 902.0
IC_TUKETIM > -17.777 [Ave: -493, Effect: -697.5]
SAT_TON(-1) <= -3,701 [Ave: 334.667, Effect: 827.667]
TUVENAN_URETIM(-1) <= -1177.686 [Ave: 857, Effect: 522.333] =>857.0
TUVENAN_URETIM(-1) > -1177.686 and TUVENAN_URETIM(-1) <= -496.297 [Ave: -134, Effect: -468.667] => -134.0
TUVENAN_URETIM(-1) > -496.297 [Ave: 281, Effect: -53.667] =>281.0

Çizelge 5.43. (devam) Amasra Müessesesi CHAID karar ağacı yapısı

SAT_TON(-1) > -3,701 [Ave: -906.833, Effect: -413.833]
URT_TON <= -2,314 [Ave: -823, Effect: 83.833] => -823.0
URT_TON > -2,314 and URT_TON <= -1,247 [Ave: -446, Effect: 460.833] => -446.0
URT_TON > -1,247 and URT_TON <= -931 [Ave: -906, Effect: 0.833] => -906.0
URT_TON > -931 and URT_TON <= 589 [Ave: -1,142, Effect: -235.167] => -1142.0
URT_TON > 589 and URT_TON <= 2,197 [Ave: -682, Effect: 224.833] => -682.0
URT_TON > 2,197 [Ave: -1,442, Effect: -535.167] => -1442.0
STOK(-1) > 124 [Ave: 1,441.111, Effect: 833.191] => 1441.111
SAT_TON > 1,279 [Ave: -2,066.286, Effect: -1,883.243]
STOK(-1) <= -1,142 [Ave: -4,593, Effect: -2,526.714]
TUVENAN_URETIM(-1) <= -1177.686 [Ave: -3,464, Effect: 1,129] => -3464.0
TUVENAN_URETIM(-1) > -1177.686 and TUVENAN_URETIM(-1) <= -73.347 [Ave: -5,075, Effect: -482] => -5075.0
TUVENAN_URETIM(-1) > -73.347 and TUVENAN_URETIM(-1) <= 65.171 [Ave: -3,993, Effect: 600] => -3993.0
TUVENAN_URETIM(-1) > 65.171 and TUVENAN_URETIM(-1) <= 527.487 [Ave: -6,141, Effect: -1,548] => -6141.0
TUVENAN_URETIM(-1) > 527.487 [Ave: -4,292, Effect: 301] => -4292.0
STOK(-1) > -1,142 or STOK(-1) IS MISSING [Ave: -1,276.688, Effect: 789.598] => -1276.688

Çizelge 5.43'de; karar ağacının birinci dalındaki bölünmeye göre "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'ndaki" değişim, -3886 ton'dan küçük ise "Stok miktarı'ndaki" beklenen değişim -2439 ton'dur. Bununla birlikte değişim -3886 ile 124 ton arasındaysa "Stok Miktarı'ndaki" beklenen değişim 204 ton'dur. "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'ndaki" değişim 124 ton'dan büyük ise "Stok Miktarı'ndaki" beklenen değişim 1441 ton'dur.

Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.44'deki gibidir. Tahmin edilen ile gerçekleşen Stok miktarı arasındaki korelasyon 0.84 olup, bu uyum oldukça yüksektir.

Çizelge 5.44. Amasra Müessesesi CHAID karar ağacı modeli performans sonuçları

	CHAID modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	**0.84**
Standart Hata	1194.024
Minimum Hata	-3002.312
Maksimum Hata	3243.889
Gözlem Sayısı	71
Bağımsız Değişken Sayısı	7
Ortalama Hata Kare (MSE)	1405614
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	10.269
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	806.245

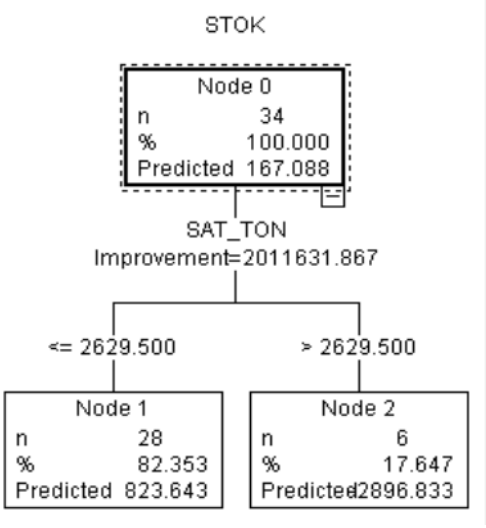
5.2.1.5. Amasra Müessesesi C&R karar ağacı modeli

Daha önceki Regresyon, YSA ve CHAID karar ağacı modellerinde olduğu gibi seçilen özel model değişkenleri üzerinden modelleme gerçekleştirilmiştir. Diğer modellemelerde olduğu gibi öncelikle veriler eğitim (%70) ve test (%30) amacıyla ikiye bölünmüştür. Öğrenme ve test verisine ait sonuçlar Çizelge 5.45'den incelendiğinde öğrenme modelinde, tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.503 olarak bulunurken, test modelinde korelasyon 0.377 olarak düşük düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 5.45. Amasra Müessesesi C&R Modeli Öğrenme ve Test Aşamasına Ait İstatistikler

	Öğrenme	**Test**
Minimum Hata	-4709.643	-6964.643
Maximum Hata	3883.833	3861.357
Ortalama Hata	-195.756	-842.269
Ortalama Kesin Hata	1477.916	1729.055
Standart Sapma	1867.897	2360.058
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.503	0.377
Gözlem	53	20

C&R karar ağacı modeline ait sonuçlara bakıldığında 2 dala bölünen karar ağacının oluşmasında tek değişken etkilidir ve bu değişkenin "Satış Miktarı" olduğu görülmektedir.



Şekil 5.22. Amasra MüessesesiC&R karar ağacı yapısı

Şekil 5.26'daki karar ağacında birinci dala ait sonuçlara bakıldığında 28 gözlemin bulunduğu ve bu gözlemlerin verinin yaklaşık %82'sini kapsadığı görülebilir. Bölünmeye göre "Satış Miktarı'ndaki" değişim 2629.5 ton'dan küçük ise "Stok Miktarı'ndaki" beklenen değişim 823 ton'dur. Bununla birlikte "Satış Miktarı'ndaki" değişim 2629.5 ton'dan büyük ise "Stok Miktarı'ndaki" beklenen değişim 2986.8 ton'dur. Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.46'daki gibidir. Tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.442 olup, bu uyum oldukça düşüktür.

Çizelge 5.46. Amasra Müessesesi C&R karar ağacı modeli performans sonuçları

	C&R modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	**0.442**
Standart Hata	**2022.32**
Minimum Hata	**-6964.643**
Maksimum Hata	**3883.833**
Gözlem Sayısı	71
Bağımsız Değişken Sayısı	1
Ortalama Hata Kare (MSE)	4174962
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	145.932
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	**1548.66**

5.2.1.6. Amasra Müessesesi modellerinin karşılaştırması

Regresyon modeli ile sınıflama modellerini karşılaştırabilmek amacıyla öncelikle aynı değişkenler üzerinden modellemeler gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin *bir önceki döneme göre farkları* hesaplanmış ve "Regresyon" modelinde belirlenen özel modele ait sınıflama modelleri elde edilmiştir. Amasra Müessesesi için hesaplanan modellere ait çeşitli performans göstergeleri Çizelge 5.47.'de belirtilmiştir.

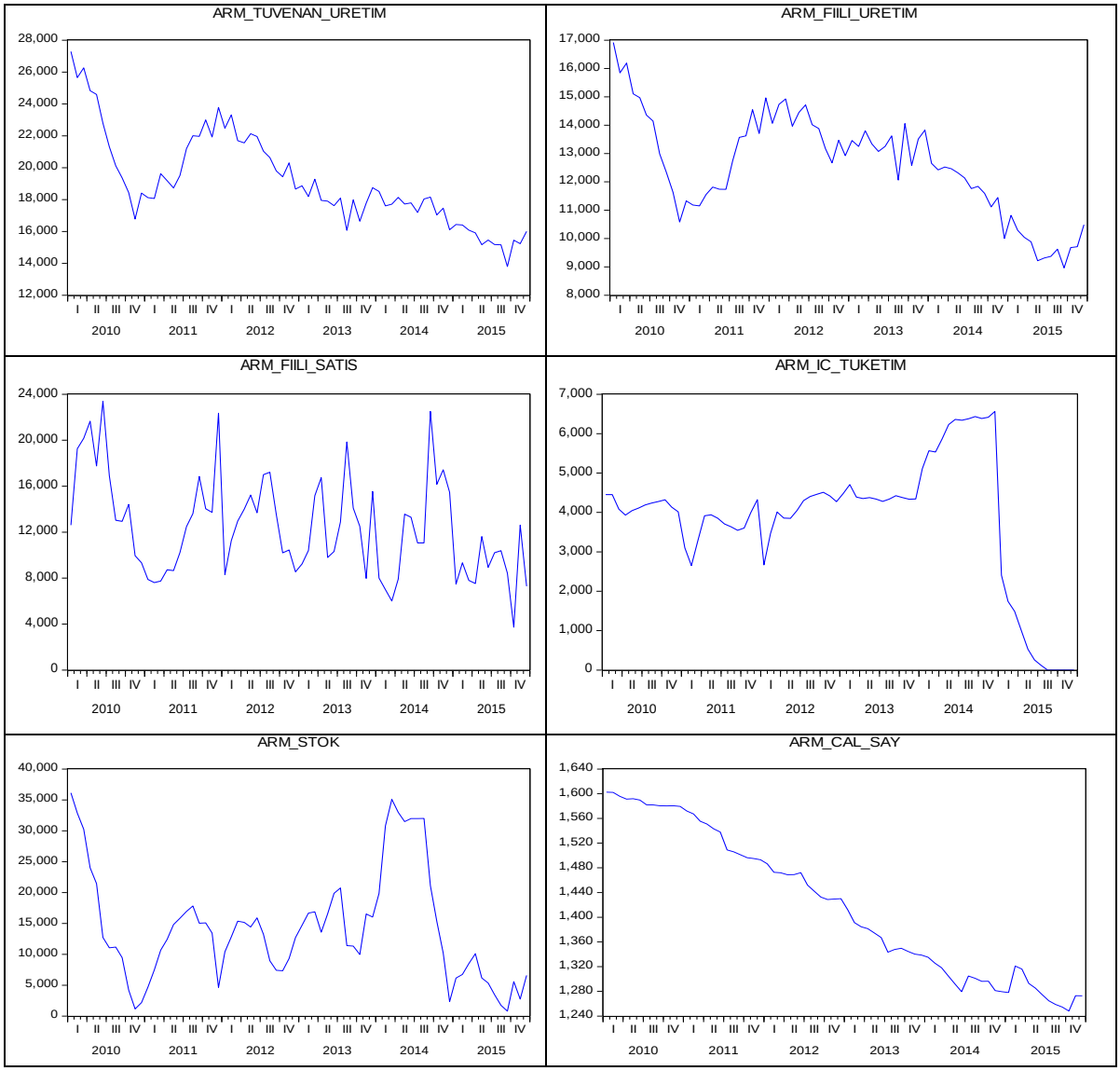
Çizelge 5.47. Amasra Müessesesi model performans göstergeleri karşılaştırması

	Regresyon	**YSA**	**CHAID**	**C&R**
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	**0.987**	0.966	0.84	0.442
Standart Hata	360.724	581.368	1194.024	2022.32
Minimum Hata	-1158.454	-1774.702	-3002.312	-6964.643
Maksimum Hata	861.02	1541.384	3243.889	3883.833
Gözlem Sayısı	71	71	71	71
Bağımsız Değişken Sayısı	9	9	7	1
Ortalama Hata Kare (MSE)	**124623**	323858.2	1405614	4174962
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	14.45	**-2.72**	10.269	145.932
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	**245.009**	401.858	806.245	1548.66

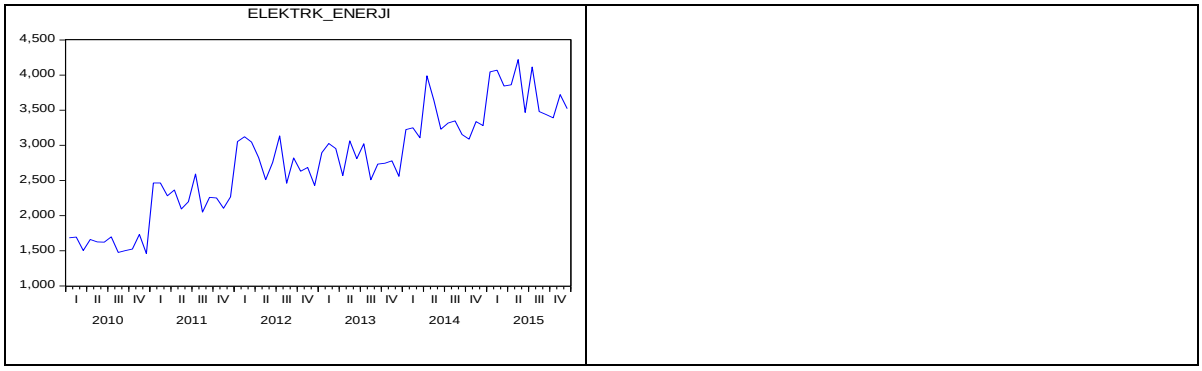
Model karşılaştırması için başlangıçta aynı değişkenler seçilerek modellemeler gerçekleştirilmiştirancak CHAID modeli 7 değişkenle, C&R modeli 1 değişkenle tahmin yapmaktadır. Karşılaştırma yapabilmek için tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki uyumu gösteren korelasyon katsayısına göre en yüksek uyum "Regresyon" modelinde elde edilmiştir. Ortalama Hata Kare (MSE) kriterine göre en düşük hata yine "Regresyon" modelindedir. Ancak Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) değerine bakıldığında en düşük MAPE değeri -2.72 ile "YSA" modeline aittir. Ortalama Mutlak Hata (MAE) değerine bakıldığında ise yine en düşük hatanın "Regresyon" modeline ait olduğu görülebilir. Tüm bu kriterler göz önüne alındığında Amasra Müessesesi Taş Kömürü Stok Miktarı tahmini için "Regresyon" modelinin en iyi sonuçları verdiği söylenebilir.

5.2.2. Armutçuk Müessesesi

Çalışmada ikinci bölgeolarak Armutçuk Müessesesi için bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan modeldeki değişkenler Çizelge 5.32'de verilmiştir. Bu değişkenlere ait 2010/01- 2015/12 Zaman Serisi grafikleri aşağıdaki Şekil 5.27'deki gibidir.



Şekil 5.23. Armutçuk Müessesesi (ARM) Taş kömürü "Tuvenan Üretim Miktarı (ARM_TUVENAN_URETİM)", "Fiili Üretim Miktarı (ARM_FİİLİ-ÜRETİM)" , "Fiili Satış Miktarı (ARM_FİİLİ_SATIŞ)" , Armutçuk Müessesesi (ARM) Taş kömürü "Stok Miktarı (ARM_STOK)", "İstihdam (ARM_CAL_SAY)" 2010/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği



Şekil 5.24. (devam) Armutçuk Müessesesi (ARM) "Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Taş kömürüne Ait Payı" 2010/01- 2015/12 Zaman Serisi Grafiği

Şekil 5.27'ye bakıldığında, Taş Kömürü "Tuvenan Üretim Miktarı'nın" ve "Fiili Üretim Miktarı'nın" 2010-2015 yıllarında giderek azaldığı görülmektedir. "İç Tüketim Miktarı" yıllar itibariyle 2014 yılına kadar belli bir seviyedeyken, 2014 yılından sonra ani bir düşüş yaşayarak sıfıra yaklaşmıştır. Bununla birlikte "Satılan Taş Kömürü" miktarı yıllar itibariyle inişler çıkışlar yaşamış olsa da ortalama 12000 ton seviyelerindedir.

Stok miktarının ise üretim ve satış miktarlarına da bağlı olarak çok dalgalı bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. 2010 yılından önce 36000 ton seviyelerinde olan stok miktarı 2010 yılı sonunda 2000 ton seviyelerine kadar düşmüştür. Daha sonra tekrar artışa geçen stok miktarı en yüksek seviyesini 2014 yılında elde etmiştir. 2014 yılından sonra ise tekrar ani bir düşme ile 16000 ton seviyelerine kadar düşmüştür.

Şekil 5.24'deki Armutçuk müessesine ait istihdam grafiğine bakıldığında istihdam edilen kişi sayısının 2010 yılından önce 1600 kişi seviyelerinden giderek azaldığı ve 2015 yılında 1200 kişi seviyesine kadar düştüğü görülmektedir. "Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Taş kömürüne Ait Payı" değişkeninin ise 2010-2015 yılları arasında pozitif eğimli olduğu görülmektedir.

5.2.2.1. Durağanlık testleri

Zaman serisi verilerinde durağanlık önkoşulunu sağlamak için değişkenlerin *bir önceki döneme göre farkları* hesaplanmıştır ve bütün değişkenlere ADF birim-kök testi

uygulanmıştır. Çizelge 5.48.'deki ADF testi sonuçlarına göre bütün değişkenler düzeyde durağandır.

Çizelge 5.48. Armutçuk Müessesesi modeldeki değişkenlerin ADF Birim Kök Sonuçları

No	Değişken	t istatistiği (sabit)	P değeri	
1	Fiili Üretim Miktarı	-12.97	0.0001*	I(0)
2	Fiili Satış Miktarı	-12.08	0.0001*	I(0)
3	Tuvenan Üretim Miktarı	-11.53	0.0001*	I(0)
4	İç Tüketim Miktarı	-7.48	0.0000*	I(0)
5	Stok Miktarı	-6.22	0.0000*	I(0)
6	İstihdam(Memur+ İşçi)	-7.78	0.0000*	I(0)
7	Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Taş kömürü'ne ait payı	-12.6847	0.0001*	I(0)
	Test Kritik Değerleri: $\alpha_{0.01}$	-3.527045		
	$\alpha_{0.05}$	-2.903566		
	$\alpha_{0.10}$	-2.589227		

* : "Sabit+ eğim" modelinde, $\alpha_{0.05}$' e göre H_O hipotezi reddedilmiştir.

5.2.2.2. Armutçuk Müessesesi regresyon modeli

Taş kömürü stok miktarı tahminine ilişkin en uygun regresyon modeline karar vermek için Hendry'nin Genelden-Özele Modelleme yöntemi kullanılmıştır. Genel modelin belirlenmesi aşamasında öncelikle modelin gecikme sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 5.49'da belirtildiği gibi SC değeri dikkate alındığında, en küçük değer 1 gecikmeli modele aittir. Bu nedenle genel model için belirlenen gecikme sayısı 1 alınmıştır.

Çizelge 5.49. Armutçuk Müessesesi Genel Modelin Gecikmeli Modeline ilişkin Akaike (AIC) ve Schwarz (SC) değerleri

Gecikme sayısı	AIC	SC
k=4	17.76	18.91
k=3	17.78	18.69
k=2	17.96	18.63
k=1	17.85	**18.29**

1 gecikmeli Otoregresif-Dağıtılmış Gecikme modeli kurulmuş ve kurulan genel modele ait parametreler Klasik En Küçük Kareler (KEKK) yöntemi ile tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları Çizelge 5.50'de verilmiştir.

Çizelge 5.50. Armutçuk Müessesesi genel model sonucu

Değişkenler	**Katsayılar**	**t-istat.**	**P değeri**
ΔSTOK(-1)	0.756540	9.977288	0.0000[a]
ΔCAL_SAY	-10.94696	-0.471898	0.6388
ΔCAL_SAY(-1)	15.00125	0.719310	0.4749
ΔELEKTRK_ENERJI	0.047321	0.064519	0.9488
ΔELEKTRK_ENERJI(-1)	1.668661	2.358710	0.0219[a]
ΔFIILI_SATIS	-0.898874	-14.27684	0.0000[a]
ΔFIILI_SATIS(-1)	-0.092071	-1.443140	0.1546
ΔFIILI_URETIM	2.155710	3.790477	0.0004[a]
ΔFIILI_URETIM(-1)	-0.493663	-0.834041	0.4078
ΔIC_TUKETIM	-0.312663	-0.831934	0.4090
ΔIC_TUKETIM(-1)	0.689248	1.645342	0.1055
ΔTUVENAN_URETIM	-0.168366	-0.415261	0.6795
ΔTUVENAN_URETIM(-1)	0.599590	1.492705	0.1411
C	19.33934	0.074270	0.9411
R^2= 0.85, DW= 2.17, F=24.59 (p:0.00)			

a : $\alpha_{0.05}$' e göre H_0 hipotezi reddedilmiştir. Parametreler istatistiksel bakımdan anlamlıdır.

Genel modelde $\alpha_{0.05}$ anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız olan parametrelere ait değişkenler ve iktisadi beklentilere uymayan parametrelere ait değişkenler, modelden çıkartılarak Çizelge 5.51'deki özel modele ulaşılmıştır.

Çizelge 5.51. Armutçuk Müessesesi özel model sonucu

Değişkenler	Katsayılar	t-istat.	P değeri
ΔSTOK(-1)	0.782832	12.54155	0.0000
ΔELEKTRK_ENERJI(-1)	1.458344	2.533637	0.0137
ΔFIILI_SATIS	-0.894599	-15.65079	0.0000
ΔFIILI_URETIM	1.981753	6.853787	0.0000
R^2= 0.82, DW=2.44, Fwhite=3.12 (p:0.00), F=76.16 (p:0.00) Fkısıt= 1.014			

a : $\alpha_{0.05}$' e göre H_0 hipotezi reddedilmiştir. Parametreler istatistiksel bakımdan anlamlıdır.

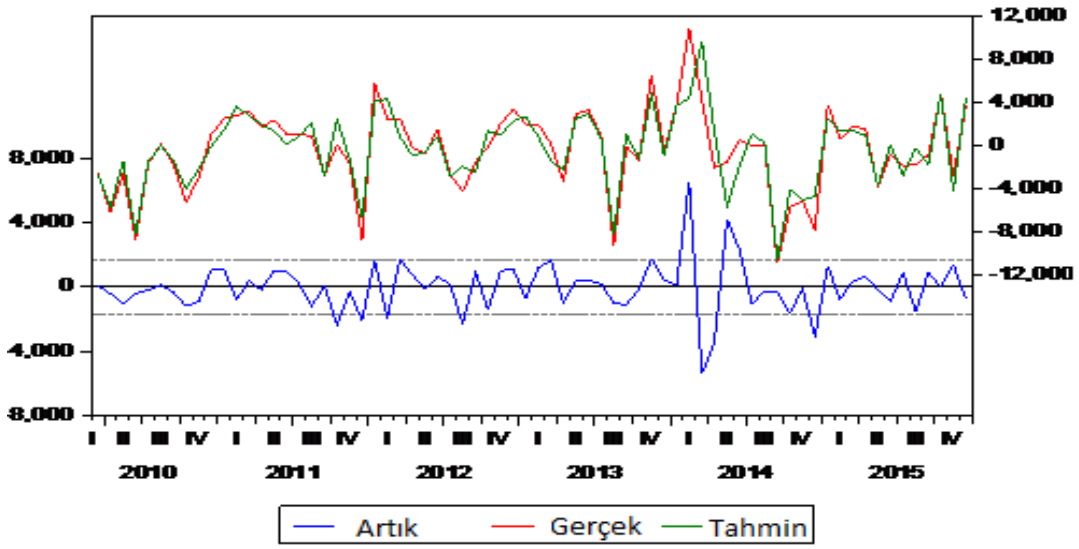
Elde edilen özel modele ait kısıtlamaların geçerliliği Hendry'nin Genelden Özele modeli ile test edilmiştir ve F_{hesap} değeri 1.014 olarak hesaplanmıştır. $F_{Çizelge}(F_{10,56}:1.99)$ değeri F_{hesap} değerinden büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilemez ve kısıtlamalara ait özel modelin geçerli olduğu söylenebilir.

Özel model sonuçlarına göre:

- Müessesenin "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.782 artmaktadır. Bu genel olarak beklenen bir sonuçtur, girişimin bir önceki dönem stok miktarına bağımlılığı birikimli olarak stokların ilgili dönemdeki durumunu belirlemektedir.
- "Bir Önceki Dönem Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretimi'nin" Taş kömürü'ne ait payı %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %1.46 artmaktadır. Elektrik enerjisinde taş kömürüne ait pay arttıkça müessesenin daha çok üretim yapma ve dolayısıyla stok tutma eğiliminde olması beklenmektedir.
- Müessesenin Taş Kömürü "Satış Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.89 azalmaktadır. Girişimlerin stok miktarını etkileyen diğer bir değişken satış miktarı beklenildiği gibi negatiftir, satışlar arttıkça stokların azalması beklenmektedir.
- Müessesenin Taş Kömürü "Üretim Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %1.98 artmaktadır. Stok miktarının üretimle doğru orantılı olduğu bilinmektedir, bu nedenle üretimdeki değişikliğe bağlı olarak girişimler ellerindeki stokları değerlendirmektedirler.

Özel modele ait çizelgeye bakıldığında modelin otokorelasyonsuz olduğu (DW=2.44), çoklu bağlantı ve değişen varyans (Fwhite=3.12) sorunlarının olmadığı görülmektedir. Modelde değişkenlere ait parametreler istatistiksel bakımdan anlamlıdır. Modelin açıklama gücü (R^2=0.82) yüksek ve denklem tümüyle F=76.16 (p:0.00) anlamlıdır.

Özel modele ait tahmin edilen değerler, gerçek değerler ve artıklara ilişkin grafik aşağıda Şekil 5.28'de verilmiştir.



Şekil 5.25. Armutçuk Müessesesi özel modele ait tahmin edilen değerler, gerçek değerler ve artıklar

Şekil 5.28.'de, tahmin edilen değerlerle, gerçek değerlerin birbirine yakın oldukları görülmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki aşamasında, özel modelde yer alan değişkenlerin cari değerleri kullanılarak; bu değişkenler arasındaki etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırma sonuçlarını elde edebilmek amacıyla VAR yöntemi uygulanmıştır.

VAR yöntemini uygulayabilmek için gecikme sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 5.52.'den de görüleceği üzere Schwarz (SC) ve Hannan-Quinn (HQ) kriterlerine göre gecikme sayısı 1 olarak alınmıştır.

Çizelge 5.52. Armutçuk Müessesesi gecikme sayısının belirlenmesi

Gecikme uzunluğu	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-2031.858	NA	1.10e+25	69.01212	69.15297	69.06711
1	-1966.590	119.4722	2.08e+24*	67.34205	68.04630*	67.61696*
2	-1956.654	16.84148	2.57e+24	67.54759	68.81524	68.04243
3	-1937.718	29.52743*	2.37e+24	67.44806	69.27911	68.16283
4	-1924.645	18.61171	2.72e+24	67.54730	69.94175	68.48200
5	-1914.935	12.50796	3.59e+24	67.76052	70.71837	68.91514
6	-1894.825	23.17826	3.44e+24	67.62118	71.14243	68.99573
7	-1880.780	14.28278	4.25e+24	67.68746	71.77211	69.28194

Çizelge 5.52. (devam) Armutçuk Müessesesi gecikme sayısının belirlenmesi

Gecikme uzunluğu	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
8	-1867.585	11.62943	5.75e+24	67.78254	72.43059	69.59695
9	-1850.292	12.89669	7.40e+24	67.73870	72.95015	69.77304
10	-1835.121	9.256965	1.16e+25	67.76680	73.54165	70.02107
11	-1800.469	16.44460	1.15e+25	67.13456	73.47281	69.60875
12	-1743.779	19.21718	7.51e+24	65.75521*	72.65686	68.44934

* : Kriter tarafından seçilen gecikme uzunluğunu göstermektedir.

VAR modeli, değişkenlerin sıralamasına ve gecikme sayısına çok duyarlıdır. Değişkenlerin en az etkilenenden en çok etkilenen durumunu tespit edebilmek için Granger nedensellik testi yapılmıştır ve aşağıda Çizelge 5.53'de gösterilmiştir. Gecikme sayısı 1 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.53. Armutçuk Müessesesi Stok Miktarı, Tuvenan Üretim Miktarı, Üretim Miktarı, Satış Miktarı ve İç Tüketim Miktarı Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Yokluk Hipotezi	P Değeri	F İstatistiği	Gözlem Sayısı	Gecikme Sayısı
Elektrik Enerjisi, Stok Miktarının Granger nedeni değildir.	0.41	0.70	70	1
Stok Miktarı, Elektrik Enerjisinin Granger nedeni değildir.	0.99	1.11E-06	70	1
Satış Miktarı, Stok Miktarının Granger nedeni değildir.	0.82	0.053	70	1
Stok Miktarı, Satış Miktarının Granger nedeni değildir.	0.00005	18.66	70	1
Üretim Miktarı, Stok Miktarının Granger nedeni değildir.	0.15	2.076	70	1
Stok Miktarı, Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.14	2.298	70	1
Satış Miktarı, Elektrik Enerjisinin Granger nedeni değildir.	0.12	2.537	70	1
Elektrik Enerjisi, Satış Miktarının Granger nedeni değildir.	0.77	0.088	70	1
Üretim Miktarı, Elektrik Enerjisinin Granger nedeni değildir.	0.55	0.370	70	1
Elektrik Enerjisi, Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.92	0.011	70	1
Üretim Miktarı, Satış Miktarının Granger nedeni değildir.	0.77	3.222	70	1

Çizelge 5.53. (devam) Armutçuk Müessesesi Stok Miktarı, Tuvenan Üretim Miktarı, Üretim Miktarı, Satış Miktarı ve İç Tüketim Miktarı Arasındaki Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Yokluk Hipotezi	P Değeri	F İstatistiği	Gözlem Sayısı	Gecikme Sayısı
Satış Miktarı, Üretim Miktarının Granger nedeni değildir.	0.85	0.035	70	1

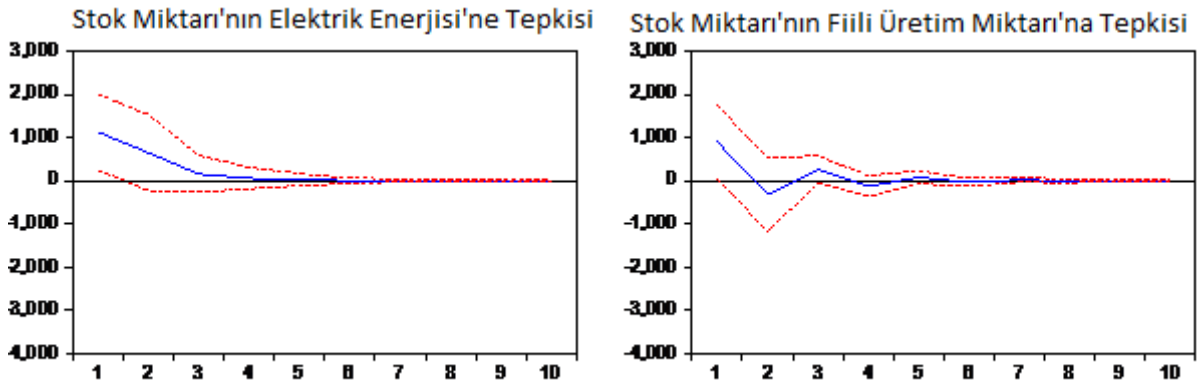
Çizelge 5.53'e göre %5 anlamlılık düzeyinde**,** Armutçuk Müessesesi için Taş kömürü Stok Miktarı, Taş kömürü Satış Miktarının Granger nedeniyken tersi yönde bir nedensellik tespit edilememiştir. Bununla birlikte %5 anlamlılık düzeyinde diğer ikili değişkenler arasında da herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Bu durumda VAR modeli için sıralama önsel bilgilere göre, en az etkilenenden en çok etkilenene doğru aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

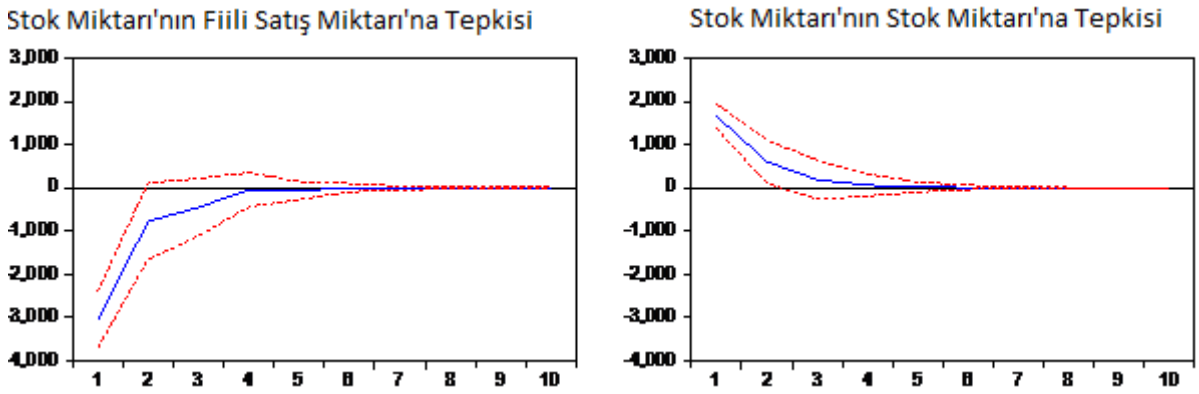
Elektrik Enerjisi ⟶ Üretim Miktarı ⟶ Satış Miktarı ⟶ Stok Miktarı

5.2.2.2.1. Armutçuk Müessesesi VAR modeli tahmin sonuçları

VAR modeli için gecikme sayısı SC ve HQ bilgi kriterine göre 1 olarak belirlenmişti. VAR modeline ait Etki-Tepki fonksiyonları Şekil 5.29'da verilmiştir.



Şekil 5.29. Armutçuk Müessesesi için Etki-Tepki fonksiyonları



Şekil 5.29. (devam) Armutçuk Müessesesi için Etki-Tepki fonksiyonları

Şekil 5.29'daki birinci grafikte Türkiye brüt elektrik enerjisi üretiminin taş kömürü'ne ait payını ifade eden "Elektrik Enerjisi" değişkeninde meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı "Stok Miktarı" ilk 3 dönemde pozitif ve anlamlı olan tepkisinin 4. dönemden sonra dengeye ulaştığı görülmektedir. Armutçuk Müessesesinde Türkiye brüt elektrik enerjisi üretiminin taş kömürü'ne ait payını ifade eden "Elektrik Enerjisi" değişkeninde meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye neden olmuştur.

İkinci grafikte ise Taş Kömürü "Üretim Miktarı'nda" meydana gelen 1 standart hatalık şoka karşı "Stok Miktarı'nın" tepkisi ilk dönem anlamlı ve pozitif iken, 2. dönemde bu tepki anlamsız ve negatiftir. 2. dönemden sonra tepkinin pozitif ve negatif etkisinin 4. döneme kadar devam ettiği görülmektedir ve 4. dönemden sonra bu tepki dengeye ulaşmaktadır. Armutçuk Müessesesinde Taş Kömürü "Üretim Miktarı" değişkeninde meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde beklentilere uygun olarak ikinci dönemde artış yönünde bir etkiye neden olmuştur.

Üçüncü grafikte "Satış Miktarı'nda" meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı "Stok Miktarı'nın" tepkisinin ilk 4 dönem yüksek derecede, anlamlı ve negatif olduğu, 4. dönemden sonra bu tepkinin dengeye ulaştığı görülmektedir. Armutçuk Müessesesinde Taş Kömürü "Satış Miktarı" değişkeninde meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde beklentilere uygun olarak 4. Döneme kadar azalış yönünde bir etkiye neden olmuştur. 4. dönemden sonra dengeye ulaştığı görülmektedir.

Son grafikte ise “Stok miktarı’nda” meydana gelen 1 standart sapmalık şoka karşı “Stok Miktarı’nın” 1. ve 3. dönem arasında anlamlı ve pozitif etkisi bulunmaktadır. 3. dönemden sonra bu etkinin dengeye ulaştığı söylenebilir. Varyans ayrıştırmasından elde edilen sonuçlar Çizelge 5.54’de özetlenmiştir. Armutçuk Müessesesinde Taş Kömürü “Stok Miktarı” değişkeninde meydana gelen artış yönündeki şok, “Stok Miktarı” değişkeninde beklentilere uygun olarak azalış yönünde bir etkiye neden olmuştur.

Çizelge 5.54. Armutçuk Müessesesi stok miktarı değişkenine ait varyans ayrıştırması sonucu

Periyot	Elektrik Enerjisi	Üretim Miktarı	Satış Miktarı	Stok Miktarı
1	9.013400	5.687173	65.82220	19.47723
2	10.86107	5.795761	63.38352	19.95965
3	10.78622	6.088335	63.35313	19.77232
4	10.78967	6.177758	63.26490	19.76768
5	10.78596	6.209664	63.24799	19.75638
6	10.78492	6.218345	63.24190	19.75484
7	10.78474	6.220822	63.24029	19.75415
8	10.78468	6.221451	63.23985	19.75401
9	10.78468	6.221611	63.23974	19.75397
10	10.78467	6.221649	63.23971	19.75396

Çizelge 5.54’de Armutçuk Müessesesinde “Taş kömürü Stok Miktarı” için yapılan varyans ayrıştırmasının sonucuna göre 10. dönem sonunda “Stok Miktarı’ndaki” değişimin yaklaşık %63.23’ü “Satış Miktarı’ndan”, %19.75’i “Stok Miktarı’ndan” %10.784’ü “Elektrik Enerjisi” değişkeninden, %6.22’si “Üretim Miktarı’ndan” kaynaklanmaktadır. Amasra Müessesesinde olduğu gibi stok miktarının en çok satış miktarındaki dönemsel değişiminden etkilenmesi, beklenilen bir durumdur. Girişimler satış miktarlarındaki artışa bağlı olarak mevcut stoklarının durumuna göre ellerinde stok bulundurup bulundurmama kararı vermektedirler. Satış miktarında olduğu gibi mevcut stok miktarı da stok politikasını etkileyen ikinci büyük etmendir. Türkiye brüt elektrik enerjisi üretiminin taş kömürüne ait payını ifade eden “Elektrik Enerjisi” değişkeninin 1. dönemde “Stok Miktarı’ndaki” değişime katkısı %9.01 iken 10. dönem sonunda bu katkı %10.78’e çıkmıştır. Ülke genelinde taş kömüründen elektrik üretimine bağlı talebin artması ile taş kömürünün stok miktarının etkilenmesi, beklenilen bir durumdur.

5.2.2.3. Armutçuk Müessesesi yapay sinir ağı modeli

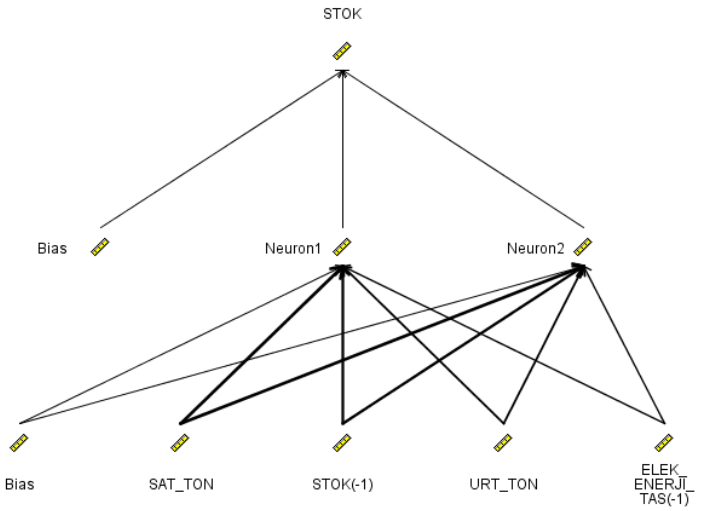
Regresyon modeli ile karşılaştırma yapabilmek için Yapay Sinir Ağları modeli için tüm değişkenlerin *bir önceki döneme göre farkları* alınmıştır. Modellemede kullanılacak değişkenler Çizelge 5.51'dedir.

Amasra Müessesesinde olduğu gibi veriler öğrenme (%70) ve test (%30) verisi olmak üzere ikiye ayrılmıştır ve sonuçlar Çizelge 5.55'deki gibidir. Öğrenme aşaması için 52 gözlem ayrılmış ve tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.93 bulunmuştur. Test aşamasında 20 gözlemle çalışılmış ve bu korelasyon 0.895 olarak yüksek düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 5.55. Armutçuk Müessesesinde YSA modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler

	Öğrenme	**Test**
Minimum Hata	-2642.959	-3753.599
Maximum Hata	5838.883	1803.541
Ortalama Hata	-117.029	-61.875
Ortalama Kesin Hata	1078.458	953.837
Standart Sapma	1508.902	1389.23
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.932	0.895
Gözlem	52	20

YSA modeline ilişkin Şekil 5.30'daki sonuçlara bakıldığında 2 sinir ağlı bir yapı oluştuğu ve modellemede en önemli değişkenin "Satış Miktarı" olduğu görülmektedir.



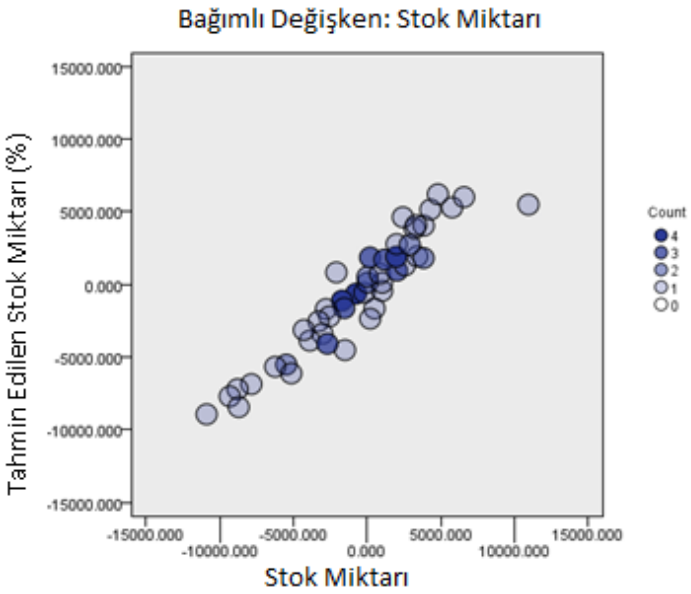
Şekil 5.30. Yapay sinir ağ modeli yapısı

Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.56'daki gibidir. Modele ait tahmin performanslarını değerlendirmek amacıyla Ortalama Hata Kare (MSE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) hesaplanmıştır.

Çizelge 5.56. Armutçuk Müessesesi YSA modeli performans sonuçları

	YSA modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.94
Standart Hata	1331.372
Minimum Hata	-2930.873
Maksimum Hata	5440.757
Gözlem Sayısı	70
Bağımsız Değişken Sayısı	4
Ortalama Hata Kare (MSE)	1748019
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	28.313
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	965.491

Tahmin edilen ile gerçekleşen Stok miktarı arasındaki korelasyon 0.94 olup, bu uyum Şekil 5.31.'den görülmektedir.



Şekil 5.31. Armutçuk Müessesesi YSA modeli uyum göstergesi

5.2.2.4. Armutçuk Müessesesi CHAID karar ağacı modeli

YSA ve Regresyon modelinde olduğu gibi belirlenen özel modele ait değişkenler ele alınmıştır. CHAID karar ağacı modelinde de öncelikle veriler eğitim (%70) ve test (%30) amacıyla ikiye bölünmüştür. Öğrenme ve test verisine ait sonuçları Çizelge 5.57'den incelendiğinde öğrenme test modelinde, tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.822 ile yüksek düzeydeyken, test verisinde 0.33 olarak düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.57. Armutçuk Müessesesi CHAID modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler

	Öğrenme	**Test**
Minimum Hata	-5425.2	-6426.696
Maximum Hata	7197.304	5676.8
Ortalama Hata	0.0	159.852
Ortalama Kesin Hata	1639.982	2750.151
Standart Sapma	2347.874	3482.36
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.822	0.33
Gözlem	52	20

CHAID karar ağacı modeline ait Çizelge 5.58'deki sonuçlara bakıldığında 3 dala bölünen karar ağacının oluşmasında en önemli değişken "Satış Miktarı"dır. Dalların oluşmasında etkili olan ikinci önemli değişken ise "Stok Miktarı (-1)"'dir.

Çizelge 5.58. Armutçuk Müessesesi CHAID karar ağacı yapısı

SAT_TON <= 979 [Ave: 906.419, Effect: 1,322.602]
STOK(-1) <= 591 [Ave: 25.031, Effect: -881.387]
URT_TON <= 485.917 [Ave: -883.25, Effect: -908.281] => -883.25
URT_TON > 485.917 [Ave: 2,749.875, Effect: 2,724.844] => 2749.875
STOK(-1) > 591 and STOK(-1) <= 3,395 [Ave: 2,549.556, Effect: 1,643.137]
ELEK_ENERJI_TAS(-1) <= -183.050 [Ave: 1,950.25, Effect: -599.306] =>1950.25
ELEK_ENERJI_TAS(-1) > -183.050 [Ave: 3,029, Effect: 479.444] =>3029.0
STOK(-1) > 3,395 [Ave: 7,614.5, Effect: 6,708.081]
URT_TON <= -229.890 [Ave: 10,942, Effect: 3,327.5] =>10942.0
URT_TON > -229.890 [Ave: 4,287, Effect: -3,327.5] =>4287.0
SAT_TON > 979 and SAT_TON <= 5,615 [Ave: -1,494.238, Effect: -1,078.055]
STOK(-1) <= -1,359 [Ave: -6,342.25, Effect: -4,848.012]
URT_TON <= -1070.747 [Ave: -6,250, Effect: 92.25] => -6250.0
URT_TON > -1070.747 and URT_TON <= -702.382 [Ave: -5,246, Effect: 1,096.25] => -5246.0
URT_TON > -702.382 and URT_TON <= -503.871 [Ave: -8,719, Effect: -2,376.75] => -8719.0
URT_TON > -503.871 [Ave: -5,154, Effect: 1,188.25] => -5154.0
STOK(-1) > -1,359 and STOK(-1) <= 1,587 [Ave: -1,664.5, Effect: -170.262]
URT_TON <= 56.642 [Ave: -2,911, Effect: -1,246.5] => -2911.0
URT_TON > 56.642 [Ave: 413, Effect: 2,077.5]
ELEK_ENERJI_TAS(-1) <= -183.050 [Ave: -753, Effect: -1,166] => -753.0
ELEK_ENERJI_TAS(-1) > -183.050 and ELEK_ENERJI_TAS(-1) <= 131.412 [Ave: 1,115, Effect: 702] =>1115.0
ELEK_ENERJI_TAS(-1) > 131.412 [Ave: 877, Effect: 464] =>877.0
STOK(-1) > 1,587 [Ave: 811.778, Effect: 2,306.016] => 811.778
SAT_TON > 5,615 [Ave: -5,306.571, Effect: -4,890.388] => -5306.571

Çizelge 5.58'deki karar ağacının yapısı incelenirse birinci dalda 43 gözlemin bulunmakta ve bu gözlemler verinin yaklaşık %61'ini kapsamaktadır. Birinci daldaki

bölünmeye göre "Bir Önceki Dönem Satış Miktarı'ndaki" değişim 979 ton'dan az ise "Stok Miktarı'ndaki" beklenen değişim 906 ton'dur.

"Satış Miktarı'ndaki" değişim 979 ton ile 5615 ton arasındaysa "Stok Miktarı'ndaki" beklenen değişim -1494 ton'dur. "Satış Miktarı'ndaki" değişim 5615 ton'dan büyük ise "Stok Miktarı'ndaki" beklenen değişim -5306 ton'dur. Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.59'daki gibidir. Tahmin edilen ile gerçekleşen Stok Miktarı arasındaki korelasyon 0.81 olup, bu uyum oldukça yüksektir.

Çizelge 5.59. Armutçuk Müessesesi CHAID karar ağacı modeli performans sonuçları

	CHAID modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.808
Standart Hata	2281.012
Minimum Hata	-6977.75
Maksimum Hata	6646.25
Gözlem Sayısı	72
Bağımsız Değişken Sayısı	4
Ortalama Hata Kare (MSE)	5129735
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	45.46
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	1519.187

5.2.2.5. Armutçuk Müessesesi C&R karar ağacı modeli

Daha önceki Regresyon, YSA ve CHAID karar ağacı modellerinde olduğu gibi seçilen Özel model değişkenleri üzerinden modelleme gerçekleştirilmiştir. Diğer modellemelerde olduğu gibi öncelikle veriler eğitim (%70) ve test (%30) amacıyla ikiye bölünmüştür. Öğrenme ve test verisine ait sonuçlar Çizelge 5.60'dan incelendiğinde öğrenme modelinde, tahmin edilen ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.79 olarak bulunurken, test modelinde korelasyon 0.45 düzeyinde bulunmuştur.

Çizelge 5.60. Armutçuk Müessesesi C&R modeli öğrenme ve test aşamasına ait istatistikler

	Öğrenme	Test
Minimum Hata	-6482.0	-5624.0
Maximum Hata	9196.5	8558.0
Ortalama Hata	23.515	33.442
Ortalama Kesin Hata	1659.645	2511.317
Standart Sapma	2584.848	3394.429
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.79	0.453
Gözlem	52	20

C&R karar ağacı modeline ait Çizelge 5.61'deki sonuçlara bakıldığında ağacın bölünmesinde tüm değişkenler etkindir ancak en önemli değişken "Satış Miktarı" değişkenidir.

Çizelge 5.61. Armutçuk Müessesesi C&R karar ağacı yapısı

SAT_TON <= 6297.500 [Ave: 554.71, Effect: 902.739]
URT_TON <= 97.549 [Ave: -618.278, Effect: -1,172.987]
SAT_TON <= -6,641 [Ave: 4,366.5, Effect: 4,984.778] =>4366.5
SAT_TON > -6,641 [Ave: -1,241.375, Effect: -623.097]
STOK(-1) <= 1,295 [Ave: -2,237, Effect: -995.625] => -2237.0
STOK(-1) > 1,295 [Ave: 1,745.5, Effect: 2,986.875] =>1745.5
URT_TON > 97.549 [Ave: 2,178.846, Effect: 1,624.136]
SAT_TON <= -809 [Ave: 4,192.6, Effect: 2,013.754]
ELEK_ENERJI_TAS(-1) <= -178.198 [Ave: 1,485, Effect: -2,707.6] =>1485.0
ELEK_ENERJI_TAS(-1) > -178.198 [Ave: 4,869.5, Effect: 676.9] => 4869.5
SAT_TON > -809 [Ave: 920.25, Effect: -1,258.596]
STOK(-1) <= -3156.500 [Ave: -2,613, Effect: -3,533.25] => -2613.0
STOK(-1) > -3156.500 [Ave: 1,425, Effect: 504.75]
STOK(-1) <= 2042.500 [Ave: 561.25, Effect: -863.75] => 561.25
STOK(-1) > 2042.500 [Ave: 2,576.667, Effect: 1,151.667] => 2576.667
SAT_TON > 6297.500 [Ave: -9,676.333, Effect: -9,328.304]
SAT_TON <= 10029.500 [Ave: -9,066, Effect: 610.333] => -9066.0
SAT_TON > 10029.500 [Ave: -10,897, Effect: -1,220.667] => -10897.0

Çizelge 5.61'deki karar ağacında birinci dala ait sonuçlara bakıldığında "Satış Miktarı'ndaki" değişim 6298 ton'dan az veya 6298 ton'a eşit ise, "Stok Miktarı'ndaki" beklenen değişim 555 ton'dur. Birinci dal tekrar ikiye ayrılmakta ve "Üretim Miktarı"na göre dal şekillenmektedir. "Üretim Miktarı" 97ton'dan az ise dal tekrar "Satış Miktarına" göre ikiye ayrılmaktadır. Bu noktada "Satış Miktarı"ndaki değişim -6641 ton'dan az ise dal tekrar "Bir önceki Stok miktarı'na (Stok Miktarı (-1))'e" göre tekrar ikiye ayrılmaktadır. Bununla birlikte karar ağacında ikinci dala ait sonuçlara bakıldığında "Satış Miktarı'ndaki" değişim 6298 ton'dan fazla ise, "Stok Miktarı'ndaki" beklenen değişim -9676 ton'dur. Elde edilen bu modele ait genel istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.62'deki gibidir. Tahmin edilen ile gerçekleşen Stok miktarı arasındaki korelasyon 0.724 olup, bu uyum yüksektir.

Çizelge 5.62. Armutçuk Müessesesi C&R karar ağacı modeli performans sonuçları

	C&R modeli
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.724
Standart Hata	2810.679
Minimum Hata	-6482.0
Maksimum Hata	9196.5
Gözlem Sayısı	72
Bağımsız Değişken Sayısı	4
Ortalama Hata Kare (MSE)	7789343
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	110.86
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	1899

5.2.2.6. Armutçuk Müessesesi modellerin karşılaştırması

Çalışmanın amacı olan regresyon modeli ile sınıflama modellerini karşılaştırabilmek amacıyla öncelikle aynı değişkenler üzerinden modellemeler gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin bir önceki döneme göre farkları hesaplanmış ve regresyon modelinde belirlenen özel modele aitsınıflama modelleri elde edilmiştir. Armutçuk Müessesesi için hesaplanan modellere ait çeşitli performans göstergeleri Çizelge 5.63'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.63. Armutçuk Müessesesi model performans göstergeleri karşılaştırması

	Regresyon	YSA	CHAID	C&R
Doğrusal Korelasyon Katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.91	0.94	0.808	0.724
Standart Hata	1627.434	1331.372	2281.012	2810.679
Minimum Hata	-5336.01	-2930.87	-6977.75	-6482.0
Maksimum Hata	6580.349	5440.757	6646.25	9196.5
Gözlem Sayısı	71	71	71	71
Bağımsız Değişken Sayısı	4	4	4	4
Ortalama Hata Kare (MSE)	2610704	1748019	5129735	7789343
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	7.71	28.313	45.46	110.86
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	1118.785	965.491	1519.187	1899

Karşılaştırma yapabilmek için Çizelge 5.63'den elde edilen göstergelere bakıldığında; tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki uyumu gösteren korelasyon katsayısına göre en yüksek uyum 0.94 ile "Yapay sinir Ağı (YSA)" modelinde elde edilmiştir. Ancak burada dikkat çeken modeller arasında aslında korelasyon kriterine göre "Regresyon " modeli ile çok yüksek bir farklılık olmadığıdır. Ortalama Hata Kare (MSE) kriterine göre en düşük hata yine "Yapay sinir Ağı (YSA)" modelindedir. Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) değerine bakıldığında ise en düşük MAPE değeri 7.71 ile "Regresyon" modeline aittir. Ortalama Mutlak Hata (MAE) değerine bakıldığında ise en düşük hatanın "YSA" modeline ait olduğu görülebilir. Tüm bu kriterler göz önüne alındığında Armutçuk Müessesesinde "Taş kömürü Stok Miktarı" tahmini için "YSA" modelinin en iyi sonuçları verdiği söylenebilir.

5.2.3. Amasra Müessesesi ile Armutçuk Müessesesi Karşılaştırması

Türkiye Taşkömürü Kurumuna ait örnek olarak belirlenen Amasra Müessesesi ile Armutçuk Müessesesine ait taş kömürü stok miktarının tahminine ilişkin modellerin performansı incelendiğinde Amasra Müessesesinde *"Regresyon"* modeli en yüksek korelasyon değeri ile en düşük Ortalama Hata Kare (MSE) ve Ortalama mutlak hata (MAE) değerlerine sahip iken; Armutçuk Müessesesinde *"Yapay Sinir Ağı (YSA)"* modeli en yüksek korelasyon değeri ile en düşük Ortalama Hata Kare (MSE) ve Ortalama mutlak hata (MAE) değerlerine sahiptir. Her iki müessese için de ele alınan değişkenlerin *bir önceki döneme göre farkları* ile hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Müesseseler için

belirlenen tahmin modelleri birbirinden farklı çıktığı için bu müesseselerin tamamen farklı değerlendirilmesi gerektiği söyelenebilir ancak bu modeller için belirlenen özel model yöntemleri aynı olduğu için bu kısımda regresyon modelleri değerlendirilecektir.

Çizelge 5.64'de belirtilen özel modeller için karar verilen bağımsız değişkenlere bakıldığında her iki bölge için de "Stok Miktarı (-1)", "Fiili Satış Miktarı" ve "Fiili Üretim Miktarı" ortak olarak modele seçilen değişkenlerdir.

Çizelge 5.64. Amasra Müessesesi ile Armutçuk Müessesesi karşılaştırması

Değişkenler	**Amasra Müessesesi**	**Armutçuk Müessesesi**	**Tür**
Stok Miktarı	√	√	Bağımlı
Stok Miktarı (-1)	√	√	Bağımsız
Stok Miktarı (-2)	√	x	Bağımsız
Fiili Satış Miktarı	√	√	Bağımsız
Fiili Satış Miktarı (-1)	√	x	Bağımsız
Fiili Üretim Miktarı	√	√	Bağımsız
Fiili Üretim Miktarı (-1)	√	x	Bağımsız
Tuvenan Üretim Miktarı	x	x	Bağımsız
Tuvenan Üretim Miktarı (-1)	√	x	Bağımsız
İç Tüketim Miktarı	√	x	Bağımsız
İç Tüketim Miktarı (-1)	x	x	Bağımsız
İç Tüketim Miktarı (-2)	√	x	Bağımsız
Elektrik Enerjisi	x	x	Bağımsız
Elektrik Enerjisi (-1)	x	√	Bağımsız
Doğrusal korelasyon katsayısı ($r_{Y\hat{Y}}$)	0.987	0.91	
Bağımsız Değişken sayısı	9	4	

Özellikle "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı' değişkeninin etkisinin modellerde olması beklenen bir durumdur. Amasra Müessesesinin "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.503 artarken; Armutçuk Müessesesinin "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.782 artmaktadır. Bununla birlikte Amasra Müessesesinde "Stok Miktarı (-2)", "Fiili Satış Miktarı(-1)", "Fiili Üretim Miktarı(-1)", "Tuvenan Üretim Miktarı (-1)", "İç Tüketim Miktarı" ve "İç Tüketim

Miktarı (-2)" değişkenleri model tahmini için anlamlı bulunmuşken, Armutçuk Müessesesi için bu değişkenler anlamsız bulunmuştur. Aynı şekilde Armutçuk Müessesesi için "Elektrik Enerjisi (-1)" model tahmini için seçilmişken; Amasra Müessesesi için özel modele seçilmemiştir. Tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki uyum da Armutçuk Müessesi ile kıyaslandığında yüksektir. Bunun bir nedeni de modelde yer alan bağımsız değişken sayısının fazla olmasıdır ancak değişkenlerin modelde yer alan değişkenler dikkate alındığında Amasra Müesesesi için belirlenen değişkenlerin beklentiyi karşıladığı görülmektedir.

Her iki müessese için seçilen regresyon modellerine ait Granger Nedensellik analizleri incelendiğinde bazı benzerlikler ve farklılıklar bulunmaktadır. Her iki müessese için "Stok Miktarı", "Satış Miktarı"nın Granger nedeni iken, tersi geçerli değildir. Amasra Müessesesi için "Stok Miktarı", "Üretim Miktarı"nın Granger nedeni iken, tersi geçerli değildir. Beklentimiz aynı durumun Armutçuk Müessesinde de geçerli olmasıydı ancak bu noktada Müeseseler farklılık göstermiştir ve Amasra Müessesi sonuçları daha tutarlı sonuçlar vermiştir.

Her iki müesseseye ait Etki-Tepki Fonksiyonları Analizi sonuçları kıyaslanmak istenirse;

Amasra Müessesesi Taş Kömürü "Üretim Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde beklentilere uygun olarak ilk dönemde artış yönünde bir etkiye sebep olurken, Armutçuk Müessesesi "Taş Kömürü Üretim Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde ikinci dönemde artış yönünde bir etkiye neden olmuştur. Amasra Müessesesinde Taş kömürü "Üretim Miktarı'nda" meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Taş Kömürü "Stok Miktarı'nın" tepkisi 4. dönemden sonra dengeye gelirken, Armutçuk Müessesesinde de bu tepki 4. dönemden sonra dengeye gelmektedir.

Hem Amasra Müessesesi hem de Armutçuk Müessesinde Taş Kömürü "Satış Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde beklentilere uygun olarak azalış yönünde bir etkiye sebep olmuştur. Amasra Müessesesinde Taş Kömürü "Satış Miktarı'nda" meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Taş Kömürü "Stok

Miktarı'nın" tepkisi 3. dönemden sonra dengeye gelirken, Armutçuk Müessesesinde bu tepki 4. dönemden sonra dengeye gelmektedir.

Aynı şekilde hem Amasra Müessesinde hem de Armutçuk Müessesinde "Stok Miktarı"nda meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Taş kömürü "Stok Miktarı'nın" tepkisi 1. ve 3. dönem arasında anlamlı ve pozitif olup; 3. dönemden sonra bu tepki dengeye ulaşmaktadır.

Etki-tepki fonksiyonları dikkate alındığında müesseseler arasında dikkat çekici bir farklılık bulunmamakla birlikte, "Satış Miktarı'ndaki" ve "Üretim Miktarı'ndaki" meydana gelen artış yönündeki şoklara Amasra Müesesesinin "Stok Miktarı" daha erken tepki verdiği için Amasra Müesesesinin daha avantajlı konumda olduğu tespit edilmiştir. Ancak her iki müessese de benzer sonuçlar verdikleri için oluşabilecek şoklara karşı stok tutma konusunda aynı politikaları takip edebilirler.

Varyans Ayrıştırması sonuçlarına bakıldığında ise her iki müessese için 1. dönemden 10. döneme kadar Stok miktarındaki değişimi en çok "Satış Miktarı" değişkeninin açıkladığı görülmektedir. 10. döneme ait sonuçlara bakıldığında "Stok miktarı'ndaki" değişimi Amasra Müessesesi için %79, Armutçuk Müessesinde %63 ile "Satış Miktarı" açıklamaktadır. "Stok miktarı'ndaki" değişimi etkileyen ikinci değişken Amasra Müessesesi için %11 ile "Üretim Miktarı" iken, Armutçuk Müessesinde %20 ile "Stok Miktarı"dır. En düşük açıklama yüzdesi olan değişkenler ise Amasra Müessesesi için %0.14 ile "Tuvenan Üretim Miktarı" iken, Armutçuk Müessesi için %6 ile "Üretim Miktarı" dır. Bu sonuçlar Armutçuk Müessesesi için belirlenen YSA modelini doğrular niteliktedir. Elde edilen YSA modelinde 2 sinir ağlı bir yapı ile tahminler gerçekleştirilmiştir ve en önemli değişken "Satış Miktarı" olarak belirlenmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmeler, içinde bulundukları durumu değerlendirmek ve ileriye yönelik planlarını yapabilmek için üretim planlama ve kontrolü, kalite kontrolü, stok kontrolü gibi kontrol fonksiyonlarına ihtiyaç duymaktadırlar. Stok, tedarik veya üretim yoluyla elde edilen, kullanılmadan belirli bir süre bekletilen mal miktarıdır ve bir işletmenin sahip olduğu mevcut mallar olarak tanımlanabilir. İçinde bulundukları piyasa koşullarına, mevcut talep şartlarına, ellerinde bulunan mal durumlarına, girişim yönetiminin aldığı kararlara, ülkenin genel ekonomik durumu gibi birçok faktöre göre girişimler üretim ve satış politikalarını geliştirmektedirler ve "Stok Yönetimi" adı altında alınan kararlara göre bu politikalar şekillenmektedir.

Her girişim faaliyet koluna göre farklı türde stok bulundurmaktadır. "Stok yönetimi", üretim ve satış için sağlanan veya üretim sonrası nihai ürün olarak elde tutulan stokların girişime olan maliyeti ile elde stok bulundurmamanın maliyetlerinin dengelenmesi temeline dayanmaktadır ve stok kontrolü ve planlaması son derece yaşamsal bir öneme sahiptir (Sulak, 2008:153). Girişimlerin farklı stok türlerine göre, stok tutarını belirleyen faktörler bulunmaktadır. Örneğin hammadde fiyatlarındaki gelişmelere yönelik beklentiler hammadde stoğunu etkilerken, satış hacmi mamul stoğunu belirlemektedir. Ayrıca ülkenin ekonomik durumuna göre de girişimler stok yönetimini değerlendirmektedirler. Büyüme dönemlerinde düşük faiz oranları yatırımı teşvik etmektedir ve böylece girişimlerin de üretimlerini artırmaları beklenmektedir. Bu süreçte de artan bu üretim talebine yönelik girişimler girişimlerin satışlarının üstüne çıkarak stoklamayı tercih etmektedirler.

Girişimlerin stok tutma istekleri, stok tahmin yöntemlerinin gelişmesini sağlamıştır. Bu konuyla ilgili daha çok matematiksel modellemeler ile kısa ömürlü ürünler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada da ülkemizin kalkınmasında önemli rola sahip imalat ve madencilik sektörlerini temsilen Çimento ve Taş Kömürü ürünlerinin stok miktarı tahmini üzerine model sınamaları gerçekleştirilmiştir. Tercih edilen modeller veri madenciliği sınıflama modelleri ile çoklu regresyon modelidir.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümü giriş olup bu kısımda çalışma ile genel bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde Tedarik Zinciri Yönetiminin (SCM) önemli bir dalı olan "Stok Yönetimi", "Stok" kavramı, girişimlerin stoklama nedenleri ve bunu etkileyen faktörler detaylı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde Türkiye'nin üretim sektörünü temsilen "Çimento" ürünü ve madencilik sektörünü temsilen "Taş kömürü" ürünleri ele alınmıştır. Bu bölümde sektörlerin Dünya'daki ve Türkiye'deki durumu detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu sektörlerin seçilmesindeki ana neden, ilgili sektörlerin ülke ekonomisinde hem ihracat bakımından hem de diğer sektörlerde kullanımı bakımından önemli etkiye sahip olmalarıdır. İlgili sektörlerdeki üretim, satış ve stok bilgilerindeki değişimler diğer sektörleri de etkileyerek ülkemizin ekonomik büyümesini etkilemektedir. Çalışmanın dördüncü bölümde ise uygulamada yöntem olarak kullanılacak olan veri madenciliğinin tanımından, sürecinden ve uygulamalarından bahsedildikten sonra tahmin edici modellere değinilmiştir. Çalışmanın beşinci bölümü olan uygulama bölümünde ise Türkiye ekonomisini temsilen seçilen Çimento ve Taş Kömürü sektörlerine ilişkin stok miktarlarının tahminine yönelik olarak bahsi geçen sınıflama ve regresyon model denemeleri gerçekleştirilmiştir. Burada amaç, mevcut bölge veya müesseseler için stok miktarını en iyi tahminleyen modele ya da modellere karar vermektir.

Demir- çelik, demir dışı metaller, çimento, seramik, cam vb imalat sanayinin büyük bölümü girdilerini ağırlıklı olarak madencilik sektöründen almaktadır. Bütün dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de söz konusu sanayiler tümüyle yurtiçi madenciliğe dayalı olarak oluşmuş ve bugünkü gelişmişlik düzeylerine ulaşmışlardır (DPT,2007:119). Çimento sektörü, nüfus artışıyla paralel olarak büyümeye devam edecek önemli bir sektördür. Sektörün genel yapısına bakıldığında en önemli yapı maddesi olarak kullanılması, oligopolistik piyasaya sahip olması, ihracat potansiyelinin yüksek olması ve kentsel dönüşüm ve altyapı gereksinimlerinden dolayı güçlü bir sektör olduğu söylenebilir. Türk çimento sanayisinin genel durumuna bakıldığında 2008 krizinden sonra toparlanma yaşandığı ve 2010 yılında en yüksek ihracat değerine ulaştığı görülmektedir. 2015 yılına gelindiğinde Türk çimento sanayisi dünyanın en büyük altıncı üreticisi konumuna ulaşmıştır.

Çalışmada yararlanılan TÇMB'nin coğrafi bölge ayrımında yayınladığı verilere göre Çimento kapasitesi en yüksek bölge Akdeniz Bölgesi iken ikinci sırada Marmara Bölgesi yer almaktadır. Toplam çimento üretiminin yaklaşık %50'si bu iki bölgede gerçekleşmektedir. Akdeniz Bölgesinin 2010-2015 yılları arasındaki çimento kapasitesi incelendiğinde 2010 yılında yaklaşık 25 milyon ton olan kapasite, 2015 yılında artarak 35 milyon tona kadar yükselmiştir. Bu artış stok miktarına da yansımıştır. Akdeniz Bölgesinde stok miktarı 2010 yılında yaklaşık 2 milyon ton civarındayken 2015 yılında 3 milyon tona ulaşmıştır. Bununla birlikte Marmara Bölgesinde 2010 yılında yaklaşık 30 milyon ton olan kapasite 2015 yılında aynı seviyelerde kalmıştır ve 2010 yılında 2 milyon ton civarında olan stok miktarı 2015 yılına gelindiğinde yaklaşık 2,5 milyon ton seviyesinde kalmıştır.

Taş kömürü sektörü de ülkemiz için diğer önemli sektörlerden biridir.

Taş kömürü en önemli yer altı zenginliklerinden biridir ve elektrik enerjisi üretiminde, dumansız sanayi dahil demir çelik endüstrisinde, çimento fabrikaları ve diğer endüstrilerde yoğun olarak kullanılmaktadır. Ülkelerin, sanayilerin enerji kaynaklarına olan ihtiyaçları ile bağlantılı olarak taş kömürüne ilgi de gittikçe artmaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde ucuz ve rekabetçi bir yakıt olması nedeniyle Dünya elektrik üretiminin yaklaşık %40 'ı kömürden karşılanmaktadır. Türkiye'de de birincil enerji arzı dağılımına bakıldığında kömür, petrol ve doğal gazdan sonra 3. sırada tercih edilmektedir ve sadece kömürün payı 1973 yılında %21 civarında iken 2015 yılında %27'ye yükselmiştir. Bununla birlikte 1975 yılında toplam üretilen ve ithal edilen kömürün %27'si Güç ve Isı Tesislerinde kullanılmaktayken 2014 yılında %74 'ü kullanılmaktadır. Bu yüksek artışın en önemli sebebi toplam üretimin yıllar içinde giderek artmasıdır.

Türkiye'nin kömür üretimi 1981-2015 yılları arasında dalgalı bir yapıya sahip olup, 1981 yılında 20 milyon ton ile başlayan üretim en yüksek seviyelere 2007-2009 döneminde ulaşmış ve 80 milyon tonu bulmuştur. Ancak daha sonra tekrar diğer enerji kaynaklarına olan talep nedeniyle kömüre olan talep azalmış ve 2015 yılında 46 milyon ton civarına kadar üretim düşmüştür. Ülkemizde kömür ihracatı 1975 yılından 2013 yılına kadar neredeyse hiç gerçekleşmemişken, 2015 yılında 0,2 milyon tonluk ihraç söz konusudur. Kömür ithalatı ise ihtiyaçlar doğrultusunda giderek artan bir seyir izlemektedir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2015 yılı faaliyet raporuna göre ülkemizde taş kömürü rezervi sadece Zonguldak yöresinde bulunmakta olup toplam taş kömürü rezervimiz 1,3 milyar tondur. Bu çalışma örnek olarak seçilen TTK'nın verilerine göre Havzadan toplam 1.434.986 ton taş kömürü üretimi gerçekleşmiştir (TTK, 2006: 26). Beş farklı müesesese (Amasra, Armutçuk, Karadon, Kozlu, Üzülmez) ayrımında verilen bilgilere göre 2010-2015 yılları arasında ortalama "Tuvenan Fiili Taş kömürü" üretimi en yüksek derecede Karadon müessesinde gerçekleşirken (737 bin ton), en az üretim Armutçuk müessesinde (230 bin ton) gerçekleşmektedir. Bu yıllar arasında üretim giderek azalmış ve 2015 yılı tüm müesseseler için en düşük üretimin elde edildiği yıl olmuştur. Bunun en önemli nedeni diğer enerji kaynaklarına olan taleptir. Söz konusu yıllar arasında ortalama olarak en çok satış Karadon müessesinden (489 bin ton), en az satış ise Amasra müessesinden (125 bin ton) yapılmaktadır. Tüm serilerin en düşük seviyelerinin yine 2015 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Üretim ve satışla paralel olarak ortalama stok miktarı en yüksek olan müesesese Armutçuk olurken (170 bin ton), en az stok Üzülmez müessesinde (7 bin ton) bulunmaktadır.

Çalışmada uygulama bölümünde ele alınacak olan tüm yöntemler dördüncü bölümde detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu bölümde öncelikle Yapay Sinir Ağları, CHAID karar ağacı ve C&R karar ağacı yöntemleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Ayrıca uygulamada belirlenecek modeller için önemli değişkenlerin belirlenmesini sağlayan Hendry'nin Genelden - Özele Modelleme yöntemi ile bu değişkenler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesini sağlayan VAR yöntemi ele alınmıştır. İktisadi ilişkiler arasındaki etkileşimin karmaşıklığı, eşanlı denklem sistemlerinin kullanılmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. VAR modelleri birden çok içsel değişkenin bir arada yer aldığı eşanlı denklem sistemlerine dayanmaktadır ancak herhangi bir iktisat teorisine bağlı kalmamaktadır. Yapısal modele herhangi bir kısıtlama getirmeksizin dinamik ilişkileri verilebildiği için zaman serileri açısından sıklıkla VAR modelleri tercih edilmektedir (Keating, 1990: 453 - 454).

Çalışmanın uygulama bölümünde öncelikle sözü edilen sektörler için, Çimento modelinde 2005 Ocak-2015 Aralık dönemi; Taş kömürü modelinde ise 2010 Ocak - 2015 Aralık dönemi ele alınmış; stok miktarı ve stok miktarını etkilediği önsel olarak belirlenen değişkenler arasındaki ilişkiler, Hendry'nin Genelden-Özele Modelleme yöntemi ile incelenmiştir. Bu yöntemle istatistiksel olarak anlamlı katsayılara sahip, iktisadi ve önsel

beklentileri karşılayan katsayıları içeren değişkenlerin seçilmesi amaçlanmaktadır. Genel modelin belirlenmesi aşamasında modellere ayrıca kukla (dummy) değişkenler eklenmiştir. Bu kukla değişkenlere karar verilirken, küresel etkiler ile girişim politikalarından dolayı, stok miktarını etkileyen ani iniş-çıkışların gerçekleştiği dönemler dikkate alınmıştır. Hendry'nin Genelden-Özele Modelleme yöntemi ile daha sonra uygun özel modeller belirlenmiştir. Özel modelde yer alan değişkenlerin cari değerleri kullanılarak; bu değişkenler arasındaki etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırma sonuçlarını elde edebilmek amacıyla VAR modelleri elde edilmiştir. Daha sonra özel regresyon modelinde belirlenen değişkenlere göre veri madenciliği sınıflama modellerinden Yapay Sinir Ağları ile CHAID ve C&R karar ağacı yöntemleri ile denemeler gerçekleştirilmiş ve regresyon modelleri dahil tüm model sonuçları ve tahmin performansları değerlendirilmiştir. Modellerin tahmin performanslarını değerlendirebilmek amacıyla her bir model için tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok miktarına ait korelasyon değeri, modelin standart hatası, minimum hata, maksimum hata, gözlem sayısı, bağımsız değişken sayısı, ortalama hata kare (MSE), Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE), Ortalama mutlak hata (MAE) kriterleri elde edilmiştir.

Çimento sektörüne ait "stok miktarı" tahmin modeli için TÇMB tarafından yayınlanan "Üretim Miktarı", "İç Satış Miktarı", "Dış Satış Miktarı" ve "Stok Miktarı" verileri ile TÜİK tarafından yayınlanan "2010=100" bazlı "Sanayi Üretim Endeksi", "Sanayi Ciro Endeksi", "Sanayi İstihdam Endeksi", "Sanayi İstihdam Maaş Endeksi", "Sanayi İstihdam Saat Endeksi", "İnşaat Ciro Endeksi", "İnşaat İstihdam Endeksi", "İnşaat Maaş Endeksi", "İnşaat Saat Endeksi", "Üretici Fiyat Endeksi", "Yapı Kullanma İzin Yapı Sayısı Endeksi" ve "Yapı Ruhsatı Sayısı Endeksi" verilerinden yararlanılmıştır. Coğrafi Bölgelerimizden sadece Akdeniz ve Marmara coğrafi bölgeleri için model denemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu bölgeler çimento ve klinker kapasitesi bakımından en fazla olan bölgeler olduğu için tercih edilmiştir.

Akdeniz ve Marmara Bölgeleri için zaman serisi verilerinde durağanlık önkoşulunu sağlamak için değişkenlerin *yüzde artış oranları* hesaplanmıştır ve ADF testi sonuçlarına göre bütün değişkenlerin yüzde artış değerleri birim kök içermemektedir ve düzeyde durağandır. Akdeniz ve Marmara coğrafi bölgeleri için özel regresyon modeline karar verildikten sonra karşılaştırma yapabilmek amacıyla bu özel model için sırasıyla Yapay

Sinir Ağları, CHAID karar ağacı, C&R karar ağacı modelleri tahmin edilmiştir. Akdeniz Bölgesi ile Marmara Bölgesine ait Çimento "Stok Miktarı'nın" tahminine ilişkin modellerin tahmin performansı bütünüyle incelendiğinde her iki model için de *"Regresyon"* modelinin en iyi sonuçları verdiği görülmektedir. Çizelge 5.31'de belirtilen özel modeller için belirlenen bağımsız değişkenlere bakıldığında her iki bölge için de "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı , "İç Satış Miktarı", "Dış Satış Miktarı", "Üretim Miktarı", "Bir Önceki Dönem Üretim Miktarı" ve "İnşaat Ciro Endeksi" değişkenleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Özellikle "İnşaat Ciro Endeksi" değişkeninin etkisinin yüksek olduğu görülmektedir (Bkz. Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.20). Bununla birlikte Marmara Bölgesinde, "Bir Önceki Dönem İç Satış Miktarı", "Bir Önceki Dönem Dış Satış Miktarı" ve "Yapı Ruhsatı Endeksi" önemli bulunmuşken, Akdeniz Bölgesi için bu değişkenler önemsiz bulunmuştur. Aynı şekilde Akdeniz Bölgesi için "Bir Önceki Dönem İnşaat Ciro Endeksi" değişkeni önemliyken, Marmara Bölgesi için önemli bulunmamıştır.

Regresyon modeli sonuçları değerlendirildiğinde elde edilen model katsayılarının beklentileri karşıladığı söylenebilir (Bkz. Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.20). Genel itibariyle cari yıldaki "İnşaat Ciro Endeksi" değişkenindeki artış, girişimlerin bir önceki döneme ait çimento üretimini tetiklediği için, üretimle ilişkili olarak stok miktarının artması beklenmektedir. "Bir Önceki Dönem İnşaat Ciro Endeksi" değişkenindeki artış ise biriken stok miktarlarının erimesine neden olup, stok miktarlarının azalması beklenmektedir. Bu durum girişimlerin stok politikalarına göre değişkenlik gösterebilir ancak genel itibariyle her iki bölgeye ait regresyon modeli sonuçları beklentiyi karşılamıştır. Stok miktarının kendisinin dönemsel değişiminden etkilenmesi de beklentiler içindedir. Girişimler geçmiş dönemlerden etkilenen mevcut stoklarının durumuna göre ellerinde stok bulundurup bulundurmama kararı vermektedirler. Bunun sebebi de bölgede bulunan girişimcilerin stok politikalarını, mevcut olan geçen döneme ait stoklara göre planlamasıdır.

Her iki bölge için belirlenen regresyon modeli daha detaylı incelendiğinde; "Dış Satış Miktarı" değişkeninin Marmara Bölgesi "Stok Miktarı'nda" daha az etkili olduğu görülmektedir. Çimento "Dış Satış Miktarı'nda" %1'lik artış (diğer değişkenler sabitken) Akdeniz Bölgesinin "Stok Miktarı'nı" %0.24 azaltırken, Marmara Bölgesinin "Stok Miktarı'nı" %0.09 azaltmaktadır. Aynı şekilde Çimento "Üretim Miktarı" değişkeni Marmara Bölgesi "Stok Miktarı" üzerinde Akdeniz Bölgesine göre daha az etkilidir.

Çimento "Üretim Miktarı'nda" %1'lik artış, (diğer değişkenler sabitken) Akdeniz Bölgesinin "Stok Miktarı'nı" %1.38 artırırken, Marmara Bölgesinin "Stok Miktarı'nı" %1.086 artırmaktadır. Çimento "Üretim Miktarı" ve "Dış Satış Miktarı" değişkenleri açısından değerlendirildiğinde Akdeniz Bölgesinin Çimento "Stok Miktarı" bulundurma açısından daha etkin bir bölge olduğu söylenebilir.

Her iki bölgeye ait Etki-Tepki Fonksiyonları Analizi sonuçları kıyaslandığında; "İç Satış Miktarı" ve "Dış Satış Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şoklara karşı "Stok Miktarı" Marmara Bölgesinde, Akdeniz Bölgesine göre daha geç tepki vermektedir ve daha uzun dönemde dengeye gelmektedir. Örneğin Akdeniz Bölgesinde "İç Satış Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, 2. dönemden sonra "Stok miktarı'nda" beklentilere uygun olarak düşme yönünde bir etkiye sebep olurken; Marmara Bölgesinde 3. dönemden sonra düşme yönünde bir etkiye sebep olmaktadır. Yine Akdeniz Bölgesinde Çimento "İç Satış miktarı'nda" meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Çimento "Stok Miktarı'nın" tepkisi 5. dönemden sonra dengeye ulaşırken, Marmara bölgesinde bu tepki 8. dönemde halen dengeye ulaşmamıştır. Aynı durum "Stok Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok için de geçerlidir. Akdeniz Bölgesinde Çimento "Stok Miktarı'nda" meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Çimento "Stok Miktarı'nın" tepkisi 3. dönemden sonra dengeye gelirken, Marmara bölgesinde bu tepki 10. döneme kadar dalgalı bir yapıya sahiptir ve 10. dönem itibariyle dengeye gelmektedir.

Elde edilen etki-tepki fonksiyonları analizi sonuçlarına göre Marmara Bölgesinin oluşabilecek şoklara karşı daha geç tepki vermesinden dolayı da Akdeniz Bölgesinin Çimento "Stok Miktarı" bulundurmak için daha avantajlı bölge olduğu söylenebilir.

Varyans Ayrıştırması sonuçları değerlendirildiğinde her iki bölge için 1. dönemden 10. döneme kadar "Stok miktarı'ndaki" değişimi en çok kendisinin açıkladığı görülmektedir. Bununla birlikte "İç Satış Miktarı" değişkeninin her iki bölgedeki "Stok Miktarı" üzerindeki başlangıçta düşük olan açıklama yüzdelerinin zaman geçtikçe arttığı gözlenmiştir. Akdeniz Bölgesinde "İç Satış Miktarı" değişkeninin "Stok miktarı'ndaki" değişimi ilk dönemde açıklama yüzdesi %0.05 iken, 10. dönemde %5'e çıkmıştır. Marmara Bölgesinde ise bu açıklama yüzdesi %8.48'den %21.24'e çıkmaktadır. Bu durumda Marmara Bölgesinde "İç Satış Miktarı'nın" "Stok Miktarı" üzerinde daha

açıklayıcı olduğu söylenebilir. Diğer dikkat çeken bir durum, Akdeniz Bölgesinde "İnşaat Ciro Endeksi" değişkeninin "Stok miktarı'ndaki" değişimi açıklama yüzdesi 1. dönemde %2.7 iken, Marmara Bölgesinde %4.48'dir. 10. döneme gelindiğinde ise Akdeniz Bölgesinde "İnşaat Ciro Endeksi" değişkeninin "Stok miktarı'ndaki" değişimi açıklama yüzdesi %5.7'ye çıkarken, Marmara Bölgesinde %3.26'ya düşmektedir. Bu durumda "İnşaat Ciro Endeksi" değişkeninin de bölgeler arası çok farklı bir etki yarattığını ve bölgesel inşaat kararlarının da stok miktarını etkilediği söylenebilir.

Uygulamada ele alınan Taş kömürü sektörüne ilişkin "Stok Miktarı" tahmin modellemesi için TTK ve T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından derlenenverilerden yararlanılmıştır. Taş kömürü için "Tuvenan Üretim Miktarı", "Fiili Üretim Miktarı", "Fiili Satış Miktarı", "İç Tüketim Miktarı", "Müessese çalışan sayıları (işçi+memur)" ve "Stok Miktarı" verileri ile "Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminde Taş kömürünün Payı" değişkenleri ile model denemeleri gerçekleştirilmiştir. TTK tarafından derlenen veriler Amasra, Armutçuk, Karadon, Kozlu ve Üzülmez müesseseleri olmak üzere 5 farklı müessese ayrımındadır.

Çalışma dönemi 2010 Ocak-2015 Aralık olup sadece "Amasra" ve "Armutçuk" müesseseleri için aylık verilerle modellemeler gerçekleştirilmiştir. Bu müesseseler Taş kömürü "Stok Miktarı" kapasitesi yüksek ve stok verisi eksik olmayan bölgeler olduğu için tercih edilmiştir.

Amasra ve Armutçuk müesseselerine ait zaman serisi verilerinde durağanlık önkoşulunu sağlamak için değişkenlerin *bir önceki döneme göre farkları* hesaplanmıştır ve ADF testi sonuçlarına göre bütün değişkenler birim kök içermemektedir ve düzeyde durağandır. Amasra Müessesesi ile Armutçuk Müessesesine ait Taş Kömürü "Stok Miktarı'nın" tahminine ilişkin modellerin performansı incelendiğinde Amasra Müessesesinde *"Regresyon"* modeli en yüksek korelasyon değeri ile en düşük Ortalama Hata Kare (MSE) ve Ortalama mutlak hata (MAE) değerlerine sahip iken; Armutçuk Müessesesinde *"Yapay Sinir Ağı (YSA)"* modeli en yüksek korelasyon değeri ile en düşük Ortalama Hata Kare (MSE) ve Ortalama mutlak hata (MAE) değerlerine sahiptir.

Seçilen özel modeller için karar verilen bağımsız değişkenlere bakıldığında her iki müessese için de "Bir Önceki Dönem Stok miktarı", "Fiili Satış Miktarı" ve "Fiili Üretim Miktarı" modele seçilen değişkenlerdir (Çizelge 5.64). Amasra Müessesesi için belirlenen regresyon modelinde en önemli değişken "Fiili Satış Miktarı" iken, Armutçuk Müessesesi için belirlenen regresyon modelinde "Fiili Üretim Miktarı" değişkenidir. Çimento Sektöründe olduğu gibi "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'nın" etkisinin modellerde olması beklenen bir durumdur. Amasra Müessesesinin "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'ndaki" değişim %1 artarsa, (diğer değişkenler sabitken) "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.503 artarken; Armutçuk Müessesesinin "Bir Önceki Dönem Stok Miktarındaki" değişim %1 artarsa, "Stok Miktarı'ndaki" değişim %0.782 artmaktadır. Bununla birlikte Amasra Müessesesinde "İki Önceki Dönem Stok miktarı", "Bir Önceki Dönem Fiili Satış Miktarı", "Bir Önceki Dönem Fiili Üretim Miktarı", "Bir Önceki Dönem Tuvenan Üretim Miktarı ", "İç Tüketim Miktarı" ve "İki Önceki Dönem İç Tüketim Miktarı" değişkenleri model tahmini için anlamlı bulunmuştur. Fakat Armutçuk Müessesesi için bu değişkenler anlamsız bulunmuştur. Aynı şekilde Armutçuk Müessesesi için "Bir Önceki Dönem Elektrik Enerjisi" değişkeni model tahmini için önemli bulunmuşken, Amasra Müessesesi için özel modele seçilmemiştir.

Armutçuk Müessesesi için elde edilen YSA modelinde ise öncelikle veri öğrenme (%70) ve test (%30) verisi olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Öğrenme aşaması için 52 gözlem ayrılmış ve tahmin edilen stok miktarı ile gerçekleşen stok miktarı arasındaki korelasyon 0.93 bulunmuştur. Test aşamasında 20 gözlemle çalışılmış ve bu korelasyon 0.895yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu aşamadan sonra Armutçuk müessesesi için iki sinir ağlı bir yapıya sahip YSA modeli elde edilmiştir ve "Bir Önceki Dönem Stok miktarı" , "Fiili Satış Miktarı", "Fiili Üretim Miktarı" ve "Bir Önceki Dönem Elektrik Enerjisi"değişkenleri ile model tahmin edilebilmektedir. YSA modellemesinde en önemli değişken "Satış Miktarı" olarak tespit edilmiştir.

Her iki müesseseye ait Etki-Tepki Fonksiyonları Analizi sonuçlarına göre Taş Kömürü "Satış Miktarı'nda", "Üretim Miktarı'nda" ve "Stok Miktarı"nda meydana gelen artış yönündeki şoklar, "Stok Miktarı" değişkeninde beklentilere uygun etkilere sebep olmuştur. Örneğin, hem Amasra Müessesesi hem de Armutçuk Müessesinde Taş Kömürü "Satış Miktarı'nda" meydana gelen artış yönündeki şok, "Stok Miktarı" değişkeninde

beklentilere uygun olarak azalış yönünde bir etkiye sebep olmuştur. Etki-tepki fonksiyonları dikkate alındığında bölgeler arasında dikkat çekici bir farklılık bulunmamakla birlikte, "Satış Miktarı'ndaki" ve "Üretim Miktarı'ndaki" meydana gelen artış yönündeki şoklara Amasra Müesesesinin "Stok Miktarı" daha erken tepki verdiği için daha avantajlı konumda olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; Taş Kömürü "Satış Miktarı'nda" meydana gelen 1 standartlık şoka karşı Amasra Müessesesinde Taş Kömürü "Stok Miktarı'nın" tepkisi 3. dönemden sonra dengeye gelirken, Armutçuk Müessesesinde bu tepki 4. dönemden sonra dengeye gelmektedir.

Varyans Ayrıştırması sonuçlarına bakıldığında ise 1. dönemden 10. döneme kadar "Stok Miktarı'ndaki" değişimi en çok "Satış Miktarı" değişkeninin açıkladığı görülmektedir. Bununla birlikte "Satış Miktarı" değişkeninin her iki müessesedeki "Stok Miktarı" üzerindeki başlangıçta yüksek olan açıklama yüzdelerinin zaman geçtikçe azaldığı gözlenmiştir. Amasra Müessesesinde "Satış Miktarı" değişkeninin "Stok miktarı'ndaki" değişimi ilk dönemde açıklama yüzdesi %81 iken, 10. dönemde %79'a düşmüştür. Armutçuk Müessesesinde ise bu açıklama yüzdesi %65.82'den %63.23'e düşmüştür. Bu durumda Amasra Müessesesinde "Satış Miktarı" değişkeninin stok miktarı üzerinde daha açıklayıcı olduğu söylenebilir. Diğer dikkat çeken bir durum 10. dönem itibariyle "Stok miktarı'ndaki" değişimi etkileyen ikinci değişken, Amasra Müessesesi için %11 ile "Üretim Miktarı" iken, Armutçuk Müessesesinde %20 ile "Stok Miktarı"dır. Bu durumda Armutçuk Müessesesi "Stok Miktarı'nın" mevcut stok miktarından Amasra Müessesine kıyasla daha çok etkilendiği söylenebilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada Türkiye'deki İmalat ve Madencilik Sektörlerini temsilen seçilen "Çimento" ve "Taş Kömürü" ürünlerinin stok miktarlarını etkileyen önemli değişkenler tespit edilmiş ve bu değişkenlerin de bölgelere ve müesseselere göre farklılık gösterebildiği ekonometrik analizlerle ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar, Türkiye'de Çimento ve Taş Kömürü sektörleri ile ilgili mevcut durumu destekler niteliktedir. Çimento sektöründe stok miktarının artması inşaat sektörü ile doğrudan ilişkilidir ve sonuçlarda da "İnşaat Ciro Endeksi" ve "Bir Önceki Dönem İnşaat Ciro Endeksi" değişkenlerinin etkisi görülmektedir. Taş kömürü sektöründe ise "Fiili Satış Miktarı" ve "Fiili Üretim miktarlarının" değişkenlerinin daha etkili olduğu görülmektedir. "Stok miktarı'nın" üretimle doğru, satışla ters orantılı olduğu bilinmektedir. Ayrıca her iki

sektörde de ortak çıkan sonuçlara göre "Stok miktarı'nın" artması, "Üretim Miktarı" ve "Bir Önceki Dönem Stok Miktarı'nın" artması ile sağlanabilir. "Satış Miktarının" artması ise genel anlamda stokların erimesine neden olacağı için negatif etkiye sahiptir.

Literatür taramasından da tespit edildiği üzere çeşitli ürünlere ilişkin stok tahmini modelleri konusunda eksiklikler bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın çeşitli sektörlere ilişkin ürünlerin stok modellemeleri konusunda yol gösterici olması beklenmektedir. Türkiye'de İmalat ve Madencilik sektörlerini temsil eden diğer ürünler üzerinde de benzer çalışmalar yapılabilir. Örneğin şeker imalatı, linyit üretimi vb. literatüre katkı anlamında tahmin edici modeller kullanılarak ürün bazında üretim, satış, stok, ihracat miktarı gibi tahmin modellemeleri geliştirilebilir. Bu modellemeler ürünlerin üretildiği bölge/fabrika/girişime göre de ayrıştırılarak analizler genişletilebilir. Böylece detaylı bir şekilde inceleme yapılarak, üretim politikaları geliştirilebilir. Bu politikaları kullanmak isteyen yöneticiler/idareciler için yönlendirici kaynaklar oluşturulabileceği düşünülmektedir. Özellikle bu çalışmanın ülke ekonomisini etkileyen İnşaat, Perakende ve Toptan Ticaret gibi önemli katkısı olan sektörlere yönelik çalışmalara da katkısı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Agahanov, A. (2007). Tedarik Zinciri Yönetiminde Scor Modeli ve Scorcard Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 11-14.

Akçorakoğlu, A., Yurdakul, F. (2002). Siyasal Ekonomi Açısından Büyüme, Enflasyon ve Bütçe Açıkları: Türkiye Üzerine Bir Uygulama, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 59-1, 10.

Akdi, Y. (2010). *Zaman Serileri Analizi (Birim Kökler ve Kointegrasyon*), Ankara: Gazi Kitabevi, 1-60.

Akpınar, H. (2000). Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 29(1), 1- 22.

Alpaydın, E. (2000). *Zeki Veri Madenciliği: Ham Veriden Altın Bilgiye Ulaşma Yöntemleri.* Bilişim 2000 Eğitim Semineri Sunumu, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Alpar, R. (2011). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler*, Ankara: Detay Yayıncılık, 453-455.

Arguden, Y., Erşahin B. (2008). *Veri Madenciliği Veriden Bilgiye, Masraftan Değere,* İstanbul:Arge Danışmanlık Yayıncılık, 25.

Arı, A., Önder, H. (2013). Farklı Veri Yapılarında Kullanılabilecek Regresyon Yöntemleri, *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 28 (3), 168-174.

Ataseven, B. (2013). Yapay Sinir Ağları ile Öngörü Modellemesi, *Öneri Dergisi*, 10 (39), 101-115.

Avetisyan, H. G. (2008). *Sustainable Design and Operation of the Cement Industry*, Yüksek Lisans Tezi, The Russ College of Engineering and Technology of Ohio University, 16-20.

Babadağ, K. (2003). *Veri Madenciliği Yaklaşımı ve Veri Kalitesinin Artması İçin Kullanılması*, Devlet İstatistik Enstitüsü Uzmanlık Tezi, Ankara, 3-32.

Babbitt, C.W., Lindner,A. S. (2005), A Life Cycle Inventory of Coal Used for Electricity Production in Florida, *Journal of Cleaner Production*, 13, 903-912,1-10.

Bai, L., Zhong, Y. (2008). *Improvıng Inventory Management In Small Busıness A Case Study*, Master Thesis in International Logistics And Supply Chain Management, Jönköping International Business School, Jönköpıng Unıversity, 6-28.

Belo, F., Lin, X., (2011). The Inventory Growth Spread. *The Review of Financial Studies*, 25 (1), 278-313.

Bilgin, D. (2013). *Kobi'lerde Modern Stok Yönetim Modellerinin Uygulanabilirliği: Karaman İlinde Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaman, 29-30.

Bilgin, D., Esengün K. (2014). KOBİ'lerde Modern Stok Yönetim Modellerinin Uygulanabilirliği; Karaman İlinde Bir Uygulama, *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (KMÜ) Sosyal ve Ekonomik Arastırmalar Dergisi,* 16 (26), 56-63.

Blanchard, O.J., (1982). The Production And Inventory Behavior Of The American Automobile Industry", Nber Workıng Paper Serıes, Working Paper No. 891, National Bureau Of Economic Research, 1-5.

Bohannon, J. M. (1958). *Production And Inventory Control In A Portland Cement Plant*, Yüksek Lisans Tezi, Faculty of the Graduate School of the Oklahoma State University, 1-5.

Bramer, M. (2007). *Principles of Data Mining* (Second edition), London: Springer, 2-19.

Breiman, L., Freidman, J.H., Olshen, R.A., Stone, C.J. (1998). *Classification And Regression Trees* (1 edition), U.S.: Chapman&Hall, 246-280.

British Petroleum, (2016). *Statistical Review of World Energy 2016 Workbook*, UK: British Petroleum, 1-48.

Caruso, H. G. (2006). *Reduction Of CO_2 Emissions From Cement Plants*, Yüksek Lisans Tezi, Chemical Engineering, Waterloo, Ontario, 3-9.

Charemza, W.W. , Deadman, D.F. (1992). *New Directian in Econometric Practice-General to Specific Modelling, Cointegration and Vector Autoregression* (2 edition), Worcester: Edward Elgar Pub,150-211.

Copeland, A., Hall, G., Maccini, L. (2015). *Interest Rates And The Market For New Light Vehicles*, Federal Reserve Bank Of New York Staff Reports, 741, 1-3.

Çelik, M.H., Durmaz, M. (2012). The Study Of Compressive Strength In Different Cement Types And Dosages Of Concretes Made By Using 60% Pumice And 40% Perlite, *Contemporary Engineering Sciences*, Vol. 5, no. 6, 287 – 293.

Çiğdem, Ş. (2009). *Zaman Serileri Analizinde Mevsimsel Düzeltme Yöntemleri ve Aylık Sanayi Üretim İndeksine Uygulanması*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 17-31.

Deichler, C. (1936). *Investigations of Portland Cement Mortars*, Yüksek Lisans Tezi, Civil Engineering, Georgia School of Technology, 1-5.

Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE). (1983). *Stok Değişmeleri, Kaynak ve Yöntemleri (1976-1978).* Ankara: Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası, Yayın No:1032, 1-42.

Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE). (1985). *Stok Hesapları (1979-1982).* Ankara: Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası, Yayın No:1123, 1-34.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2001). *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı, 6-130.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2007). *Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013 Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı, 13-202.

Döşlü, A. (2008), *Veri Madenciliğinde Market Sepet Analizi ve Birliktelik Kurallarının Belirlenmesi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1-100.

Ekici, E. (2012). *Farklı Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 13-19.

Elibüyük M., Güler, Y. (2015). Türkiye Taş Kömürü Kurumu'nun Zonguldak İli Ekonomisine Etkisi, *Journal Of World Of Turks*, 7 (1).

Emel, G. G., Taşkın, Ç. (2005). Veri Madenciliğinde Karar Ağaçları ve Bir Satış Analizi Uygulaması, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (2).

Eskici, H. B. (2013). *Metin Madenciliği ve TÜİK'de Uygulama Alanlarının İncelenmesi*, TÜİK Uzmanlık Tezi, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, 11-40.

Fausett, L. (1994). *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications*, Prentice Hall: Pearson, 1-40.

Gilbert, C.L. (1984). Professor Hendry's Econometric Methodology, *Oxford BuIletin of Economics and Statistics*, 48 (3).

Goldsby, T., Martichenko, R. (2005). *Lean Six Sigma Logistics: Strategic Development To Operational Success.* Boca Raton: J. Ross Publishing, Inc, USA, 9-14.

Gomes, J., Kogan, L., Yogo, M. (2009). Durability of Output and Expected Stock Returns. *Journal of Political Economy*, 117, 941-986.

Göktaş, Ö. (2005). *Teorik ve Uygulamalı Zaman Serileri Analizi*, İstanbul: Beşir Kitabevi, 5-20.

Griffith,E.D., Clarke,A.W. (1979), World Coal Production, *Scientific American*, 240, 1, 38-47.

Gujarati, D. N. (2006). *Temel Ekonometri*, İstanbul: Literatür Yayıncılık, 747-750.

Güneçıkan, Ö. (2008). *Kapasite Planlaması ve Optimum Stok Kontrolü Yönetimi,* Yüksek Lisans Projesi, T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilimdalı, Kahramanmaraş, 29-56.

Gürsoy, U. T., (2009). *Veri Madenciliği ve Bilgi Keşfi*, Ankara: Pegem Akademi, 30-156.

Gürsoy, U. T., (2011). *Uygulamalı Veri Madenciliği Sektörel Analizler* (2. Baskı), Ankara: Pegem Akademi, 3-74.

Han, J., Kamber, M. (2001). *Data Mining Concepts and Techniques (Third Edition)*, San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 18-398.

Hand, D.J. (1998). Data Mining: Statistics and More?. *The American Statistician*, 52 (2), 112-118.

International Energy Agency (IEA). (2014). *Key World Energy Statistics 2014*. Paris: International Energy Agency, 1-12.

International Energy Agency (IEA). (2014). *Coal Information 2014*. Paris: International Energy Agency, 1-10.

International Energy Agency (IEA). (2015). *Key World Energy Statistics 2015*. Paris: International Energy Agency, 1-12.

International Energy Agency (IEA). (2015). *Energy Balances of OECD Countries 2015*. Paris: International Energy Agency, 1-50.

International Energy Agency (IEA). (2015). *Energy Balances of non-OECD Countries 2015*. Paris: International Energy Agency, 1-50.

International Energy Agency (IEA). (2015). *World Energy Outlook 2015*. Paris: International Energy Agency, 1-585.

International Energy Agency (IEA). (2015). *CO2 Emissions from Fuel Combustion 2015*. Paris: International Energy Agency, 1-13.

International Energy Agency (IEA). (2015). *Coal Information 2015*. Paris: International Energy Agency, 53-550.

International Energy Agency (IEA). (2016). *Coal Information 2016*. Paris: International Energy Agency, 73-438.

İnternet: Ayhan, O. (2016). "*Stok Değerleme Yöntemleri"*. Web: http://www.batiymm.com.tr/?p=2591. Son ErişimTarihi: 1.12.2016.

İnternet: Baty, A. (2008). "Mathematical Models for Inventory". Web: https://www.missouriwestern.edu/orgs/momaa/2008/Baty.ElecProc2008.doc. Son Erişim Tarihi: 23.10.2018.

İnternet: Bounsaythip, C., Esa, R. R. (2001). "Overview of Data Mining For Customer Behavior Modeling", VTT Information Technology Research Report, 1, 1-53. Web: https://www.google.com.tr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiO1MX93cXeAhXEjiwKHebwAQUQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fvirtual.vtt.fi%2Fdatamining%2Fpublications%2Fcustomerprofiling.pdf&usg=AOvVaw2xp394VqYAPsD2Yx2SaB9v. Son Erişim Tarihi: 16.02.2013.

İnternet: Dittrich, J.P. (2007). "Data Warehousing, Institute of Information Systems". Web: http://www.inf.ethz.ch/~jensdi. Son Erişim Tarihi: 16.02.2013.

İnternet: Grossman, R. (1997). "Data Mining: The Two Cultures". Web: http://www.twocultures.net. Son Erişim Tarihi: 01.12.2014.

İnternet: Jones, C. S., Tuzel Ş. (2012). "*Inventory Investment and the Cost of Capital", SSRN*, 1 (4). Web: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1317457. Son Erişim Tarihi: 01.12.2014.

İnternet: Kamu Gözetimi Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu (2016). " Türkiye Muhasebe Standardı 1". Web: http://kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/T%C3%BCrkiye%20Muhasebe%20Standartlar%C4%B1/TMSTFRS2017Seti/3-TMS/TMS_1_2017.pdf. Son Erişim Tarihi: 15.05.2016.

İnternet: Kesavan, S.,Gaur, V.,Raman, A. (2010). "Do Inventory and Gross Margin Data Improve Sales Forecasts for U.S. Public Retailers?", Web: https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.1100.1209. Son Erişim Tarihi: 18.7.2018.

İnternet: Ma, Y. (1998). "*Data Warehousing, OLAP, And Data Mining: An Integrated Strategy For Use At FAA*". Web: http://www.citeseer.ist.psu.edu/ma98data.html. Son Erişim Tarihi: 16.02.2013.

İnternet: Rokack, L., Maimon O. (2008). "Data Mining with Decision Trees Theory and Applications". *Series in Machine Perception and Artificial Intelligence*, 69 (73). Web: https://books.google.com.tr/books?id=8B9pDQAAQBAJ&pg=PR2&dq=,+L.,+Maimon+O.+(2008).+Data+Mining+with+decision+Trees+Theory+and+Applications.+Series+in+Machine+Perception+and+Artificial+Intelligence&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwiI0N7An83eAhXEEiwKHXGmBVoQ6AEIKDAA#v=onepage&q=%2C%20L.%2C%20Maimon%20O.%20(2008).%20Data%20Mining%20with%20decision%20Trees%20Theory%20and%20Applications.%20Series%20in%20Machine%20Perception%20and%20Artificial%20Intelligence&f=false. Son Erişim Tarihi: 08.03.2016.

İnternet: Sadaquat, J., Hashmat, K. (2009). "*Inventory Investment and the Real Interest Rate,* Carleton University, Economics-The Open Access", *Open Assessment E-journal*, 2009 (23). Web: http://www.economics-ejournal.org/economics/discussionpapers/2009-23. Son Erişim Tarihi: 15.05.2016.

İnternet: Shmueli, G. (2015). "Classification Trees: CART vs. CHAID". Web: http://www.bzst.com/2006/10/classification-trees-cart-vs-chaid.html. Son Erişim Tarihi: 08.03.2016.

İnternet: Tanyaş, M. (2015). "Stok Yönetimi*"*. Web: kosano.org.tr/wp-content/uploads/2014/01/STOK.pdf. Son Erişim Tarihi: 11.06.2018.

İnternet: Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (2016). "Çimento Üretiminin Tarihçesi". Web: http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=53. Son Erişim Tarihi: 20.05.2016.

İnternet: Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (2015). *TÇMB Çimento ve Beton Dünyası Dergisi*, 113 (47). Web:http://tcma.ebrosur.net/cvbd/113/files/assets/basic-html/page-I.html#. Son Erişim Tarihi: 15.05.2016.

İnternet: Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (2015). "Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği İstatistikleri". Web: http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=53. Web:http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=36. Son Erişim Tarihi: 15.05.2016.

İnternet: TÜİK, (2016). "Kömür Dış Ticaret İstatistikleri". Web: http://www.tuik.gov.tr/. Son Erişim tarihi: 19.1.2016.

İnternet: Üst, H. (2016). "Stok Kontrolü ve Stok Kontrol Yöntemleri". Web: http://huseyinust.com/konu-stok-kontrolu-ve-stok-kontrol-yontemleri-nedir.html. Son Erişim Tarihi: 4.12.2016.

İnternet: WCA (2014). "Coal Facts 2014". Web: http://www.worldcoal.org/. Son Erişim Tarihi: 15.5.2015.

İnternet: WCA (2017). "What Is Coal?". Web: https://www.worldcoal.org/coal/what-coal. Son Erişim Tarihi: 17.5.2017.

Internet: World Energy Council (2016), "World Energy Resources 2016 Summary", United Kingdom, Web: www.worldenergy.org. Son Erişim Tarihi: 15.5.2015.

İnternet: Yapı Endüstri Merkezi (YEM) (2015). "Türk Yapı Sektörü Raporu 2015", 25-145, İstanbul. Web:http://www.yapi.com.tr/TurkYapiSektoruRaporu2015/files/assets/basic-html/index.html#151. Son Erişim Tarihi: 15.05.2016.

İnternet: Yıldız, N. (2012). "Çimento Üretimi", *Madencilik Türkiye Dergisi*, 48. Web: https://www.researchgate.net/profile/Necati_Yildiz/publication/284186077_Klinker_Uretimi/links/564f26e108aeafc2aab39eec/Klinker-Ueretimi.pdf. Son Erişim Tarihi: 15.05.2016.

Karabulut, M. (2008). *Benchmarking (Örnek Edinme) İçin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Performans Analizi ve Çimento Sektörü Üzerine Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Kars, 70-71.

Kaya, N. (2004). *Etkin Stok Yönetimi ve Türkiye'de Bir Uygulama*, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 2004, 4-63.

Kaya, O. (2016). Kısa Ömürlü Ürünler İçin Koordineli Bir Stok ve Fiyat Yönetimi Modeli, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi A- Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik Dergisi*, 17 (2) , 423 – 437.

Keating, J.W. (1990). Identifying VAR Models Under Rational Expectations, *Journal of Monetary Economics*, 25, 453 - 476.

Keating, J.W. (1992). Structural Approached to Vector Autoregression, *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 74 (5), 37-57.

Kıran, Z.B. (2010). *Lojistik Regresyon ve Cart Analizi Teknikleriyle Sosyal Güvenlik Kurumu İlaç Provizyon Sistemi Verileri Üzerinde Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 12.

Kulshreshtha, M., Parikh, J.K. (2000), Modeling Demand For Coal In India: Vector Autoregressive Models With Cointegrated Variables, *Energy*, 25, 149–168.

Kumar, V. (1995). Aggregate and Disaggregate Sector Forecasting Using Consumer Confidence Measures, *International Journal of Forecasting Elsevier*, 11(3), 361-377.

Kuru, Ö. (2008). *Çimento Sektöründe Üretim Maliyetleri ve Kars Çimento Fabrikasında Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Kars, 31-59.

Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., Li, W. (2005). *Applied Linear Statistical Models*. New York: McGraw-Hill Irwin Companies Inc., 21-260

McCanless, W.A. (1934). *Problems In The Cement Industry*, Yüksek Lisans Tezi, Faculty of The School of Mines and Metallurgy of the University Of Missouri, 1-10.

Mohr,S.H.,Evans,G.M. (2009), Forecasting Coal Production Until 2100, *Fuel*, 88, 2059–2067.

Nisbet, R., Elder, J., Miner, G. (2009), *Handbook of Statistical Analysis & Data Mining Applications*, USA: Elsevier, 17-90.

Oktay, G. M. (2013). *Aylık Sanayi Üretim Verisinin Veri Madenciliği ile İncelenmesi ve Model Performanslarının Değerlendirilmesi*, TÜİK Uzmanlık Tezi, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, 11-12.

Öcal, F.M. (2011). Küresel Ekonomik Krizinin Reel Sektöre Etkileri Çerçevesinde Türkiye'nin Dış Ticaret Analizi, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (36), 204-225,1.

Özdemir, H. (2013). Yapay Sinir Ağları ve Dokuma Teknolojisinde Kullanımı, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7 (1), 51-68.

Özen, Y. K. (2013). *Türkiye 'de Çimento Sanayi ve Elazığ İlinde Altınova Çimento Fabrikası Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü,

Özgür, S. (1996). *Türkiye Çimento Sanayii ve Üretilen Çimento Türleri*, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir, 2-105.

Özkan, Y. (2008). *Veri Madenciliği Yöntemleri*, İstanbul: Papatya Yayıncılık,1-100.

Özmen, Ş. (2002). *Bilginin Değeri / Verinin Önemi*. Marmara Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Sunumu, İstanbul.

Özorhon, B. (2012). *Türkiye'de İnşaat Sektörü ve Dünyadaki Yeri*, İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 2012-31, 16-17.

Öztemel, E. (2012). *Yapay Sinir Ağları*, İstanbul: Papatya Yayıncılık, 29-54.

Öztürk, E., Doğan, A. (1978). *Türkiye Çimento Endüstrilerinde Verimlilik ve Firmalar arası Karşılaştırma*, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 1-50.

Pagan, A. R. (1987). Three Econometric Methodologies: A Critical Appraisal, *Journal of Economic Surveys*, l, 3-23.

Patzek, T.W., Croft, G. D. (2010), A Global Coal Production Forecast with Multi-Hubbert Cycle Analysis, *Energy*, 35, 3109-3122.

Pehlivan, G. (2006). *CHAID Analizi ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 17.

Rimmer, J.S. (1938). *The Effect Of Using A Blend Of Portland Cement And Magnolia Slag-Cement On The Compressıve Strength Of Concrete*, Yüksek Lisans Tezi, Georgia School Of Technology, 1-7.

Rutledge, D. (2011), Estimating Long-term World Coal Production with Logit and Probit Transforms, *International Journal of Coal Geology*, 85, 23–33.

Silahtaroğlu, G., (2013). *Veri Madenciliği Kavram ve Algoritmaları* (2. Basım), İstanbul: Papatya Yayınevi, 51-56.

Sims, Chris A. (1980). Macroeconomics and Reality, *Econometrica*,48, 1-48.

Sulak, H. (2008). *Stok Kontrolü ve Ekonomik Sipariş Miktarı Modellerinde Yeni Açılımlar: Ödemelerde Gecikmeye İzin Verilmesi Durumu ve Bir Model Önerisi*, Doktora Tezi, T.C.Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Isparta, 5-84.

Şahinler, S. (2000). En Küçük Kareler Yöntemi ile Doğrusal Regresyon Modeli Oluşturmanın Temel Prensipleri, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Zootekni Bölümü, 5 (1-2): 57-73.

Tan, A.H., Yu, P.S. (2004). Guest Editorial: Text and Web Mining, *Applied Intelligence*,18, 239-241.

Tamzok, N.(2011). *Kömürün Geleceği*. TMMOB 8. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 2, 247- 292, 17-19.

T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2015). *Çimento Sektörü Raporu*. Ankara: T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 5-15.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu. (2016). *2015 Kömür (Linyit) Sektör Raporu*. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, 3-67.

T.C. Kalkınma Bakanlığı. (2015). *Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018 Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. Ankara, 105-106.

The European Cement Association. (2015). *Activity Report 2015*. Brussels: The European Cement Association (CEMBUREAU), 1-48.

Türkiye Taş Kömürü Kurumu (TTK). (2016). *Türkiye Taş Kömürü Kurumu 2015 Taş Kömürü Sektör Raporu*, Ankara: Türkiye Taş Kömürü Kurumu, 26-27.

Uğur, A., Kınacı, A.C.(2006, 21 - 23 Aralık). *Yapay Zeka Teknikleri ve Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Web Sayfalarının Sınıflandırılması*, Türkiye'de İnternet" Konferansı Bildirileri 2006, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara.

Ülker, E. (2010). *Comparison Of Compressive Strength Test Procedures For Blended Cements*, Yüksek Lisans Tezi, Master of Science in Cement Engineering Department, Middle East Technical University, 1-5.

Vergil H., Çeştepe H., Bayramoğlu M. F. (2015). *Zonguldak İlinde Taş kömürü Üretiminin Ekonomik Etki Analizi*, Bülent Ecevit Üniversitesi, Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, Zonguldak, 8-20.

Wang, J., Dong,Y., Wu, J., Mu, R., Jiang, H. (2011), Coal Production Forecast and Low Carbon Policies in China, *Energy Policy*, 39, 5970–5979.

Wu, J., Zhang L., Zhang, X. F., (2010). The Q-theory Approach To Understanding The Accrual Anomaly. *Journal of Accounting Research*, 48, 177-222.

Yamak, R., Korkmaz, A. (2005). Reel Döviz Kuru ve Dış Ticaret Dengesi İlişkisi, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 2, 11-29.

Yılmaz, M. (2011). *Türkiye'de Aylık İmalat Sanayi Nihai Ürün Stok Endeksinin Oluşturulması*, TÜİK Uzmanlık Tezi, Ankara, 5-8.

Yiğit, Ö. (2010). *Çekirdek Enflasyon Tahmininde Yapısal VAR Yaklaşımı ve Türkiye Ekonomisi İçin Bir Uygulama*, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, T.C. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, Ankara, 45-56.

Yurdakul, F. (1999). Hendry ve Sims Yöntemlerinin Karşılaştırması, *Ekonomik Yaklaşım Dergisi*, 10 (33), 5.

Yüksel, K.(1986). *Türkiye Çimento Sektörü ve Talebi*, Devlet İstatistik Enstitüsü Tezi, Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 1-16.

Zhang, J., (2013). *Energy, Environmental And Greenhouse Gas Effects Of Using Alternative Fuels In Cement Production*, Yüksek Lisans Tezi, Department of Earth and Environmental Engineering, Foundation School of Engineering & Applied Science, Columbia University, 8-12.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı	: Gökçin, Gülsüm Merve
Uyruğu	: Türkiye Cumhuriyeti
Doğum tarihi ve yeri	: 27/6/1986 Trabzon
Medenihali	: Evli
Telefon	: 0312 454 70 00
Faks	: -
e-mail	: gokcinmerve@gmail.com

Eğitim

Derece	**Eğitim Birimi**	**Mezuniyet tarihi**
Yüksek lisans	Gazi Ünv./ Fen Bilimleri Enst/ İstatistik A.B.D	2012
Lisans	Gazi Ünv./ Ekonometri A.B.D	2009
Lisans	Gazi Ünv./ İstatistik A.B.D	2008
Lise	Cumhuriyet Anadolu Lisesi	2004

İş Deneyimi

Yıl	**Yer**	**Görev**
2016-Halen	TÜİK Merkez Teşkilatı	TÜİK Uzmanı
2014-2016	TÜİK Antalya Bölge Md.	TÜİK Uzmanı
2009- 2014	TÜİK Ankara Bölge Md.	TÜİK Uzmanı

YabancıDil

İngilizce

Yayınlar

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

GÖKÇİN G. Merve, M. AYKIN Sibel (2016). "*Jean Monnet Avrupa Modülünün Türkiye'nin Avrupa Birliği İletişim Stratejisine (Abis) Katkısı"*. International Conference On Quality In Higher Education, Sakarya. (Tam Metin Bildiri/ Sözlü Sunum).

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

OKTAY G. Merve, ERBAŞ Semra (2013). *"Log-Lineer Modeller ile Lojit Modellerin Eşitliği: TÜİK 2009 Hanehalkı Bütçe Anketi İçin Bir Uygulama"*. 1. Genç İstatistikçiler Sempozyumu, Hacettepe Ünv. İstatistik Bölümü, Ankara. (Özet Metin Bildiri / Sözlü Sunum).

OKTAY G. Merve (2013). *"Veri Madenciliği Model Performanslarının Değerlendirilmesi: TÜİK Aylık Sanayi Üretim Anketi Uygulaması"*. 1. Araştırmacılar ve İstatistikçiler Kongresi, Hacettepe Ünv. İstatistik Bölümü, Ankara. (Özet Metin Bildiri / Sözlü Sunum).

GÖKÇİN G. Merve, KOÇAK A. (2018). *"OECD Ülkelerinde Zaman Kullanımı ve Gündelik Yaşamın Cinsiyete Göre Değerlendirilmesi*". Çukurova Kadın Çalışmaları Kongresi, Adana. (Tam Metin Bildiri / Sözlü Sunum). ISBN: 978-975-487-220-0.

Makaleler

GÖKÇİN G. Merve (2016), *"Price Indexes And Using The Scanner Data On Calculating The Consumer Price Index"*, Eurasian Academy of Sciences, 2016, no:4, ISSN: 2149-3561

Yazılan bilimsel tezler

OKTAY G. Merve (2013), **"***Aylık Sanayi Üretim Verisinin Veri Madenciliği İle İncelenmesi ve Model Performanslarının Değerlendirilmesi",* T.C. Türkiye İstatistik Kurumu, Uzmanlık Tezi, Ankara.

OKTAY G. Merve (2012), *"Log-lineer modeller ile lojistik regresyonun karşılaştırması"*. Gazi Ünv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...

