

**DOĞAL TAŞLARIN HAMMADDEDEN MAMUL
ÜRÜNE KADAR OLAN ÜRETİM SÜREÇLERİ
İÇİN VERİMLİLİK TEMELLİ
BİR SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Güray SONUGÜR

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Barış GÖKÇE

BİLGİSAYAR ANABİLİM DALI

Haziran, 2012

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS

**DOĞAL TAŞLARIN HAMMADDEDEN MAMUL ÜRÜNE KADAR
OLAN ÜRETİM SÜREÇLERİ İÇİN VERİMLİLİK TEMELLİ BİR
SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ**

Güray SONUGÜR

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Barış GÖKÇE

BİLGİSAYAR ANABİLİM DALI

Haziran, 2012

TEZ ONAY SAYFASI

Güray SONUGÜR tarafından hazırlanan “Doğaltaşların Hammaddeden Mamul Ürüne Kadar Olan Üretim Süreçleri için Verimlilik Temelli Bir Sistem Geliştirilmesi.” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca/...../..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bilgisayar Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Barış GÖKÇE

Başkan : Doç.Dr. Ahmet GAYRETLİ
Teknoloji Fakültesi,

Üye : Yrd. Doç. Dr. Uçman ERGÜN
Mühendislik Fakültesi,

Üye : Yrd. Doç. Dr. Barış GÖKÇE
Teknoloji Fakültesi,

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Mevlüt DOĞAN

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

09/07/2012

Güray SONUGÜR

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**DOĞALTAŞLARIN HAMMADDEDEN MAMUL ÜRÜNE KADAR OLAN ÜRETİM
SÜREÇLERİ İÇİN VERİMLİLİK TEMELLİ BİR SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ**

Güray SONUGÜR

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Barış GÖKÇE

Bu çalışmada bir doğal taş üretim işletmesine blok taş olarak giren bir hammaddenin baş kesme makinelerinden ebatlı ham plaka olarak çıkmasına kadar gerçekleşen üretim süreçlerinin kontrolü, kayıt altına alınması, planlanması, plaka ve kasalar halinde stok yönetimi ve doğal taş blokların verimlilikleri ve üretimin tahminlerinin yapılması sağlanmıştır. Bunun için işletmenin üretim karakterini yansıtacak kurallı ve ilişkisel bir veri tabanı geliştirildi. Aynı zamanda, üretimin planlanması ve yönetimi için işletme yöneticilerine yardımcı bir veri bankası oluşturulmuştur. Oluşturulan yazılım C# yazılım dilinde gerçekleştirilmiş olup veri tabanı olarak Firebird 2.0 kullanılmıştır.

Çalışmada, doğrusal olmayan yöntemler (yapay sinir ağları) ile bir sistem geliştirilmiş ve sistem vasıtasıyla elde edilen veri tabanı kullanarak blokların verimlilikleri ve üretim tahminleri gerçekleştirilmiştir. Modelleme çalışmasında Matlab uygulama yazılımının yapay sinir ağları (nntool) ve grafik ara yüz tasarımı (gui) modülleri kullanılmış ve tasarlanan üretim yazılımı ara yüzüne entegre edilmiştir.

Modelleme ve veri giriş işlemleri tamamlandıktan sonra verimlilik tahmin sonuçları incelendiğinde yeterli başarının % 5.2 maksimum hata oranı ile gerçekleştiği tespit edilmiştir.

2012, x + 98 sayfa

Anahtar Kelimeler: Üretim Kontrolü, Doğal Taş, C#, Matlab, Yapay Sinir Ağları, Firebird

ABSTRACT

M.Sc Thesis

AN EFFICIENCY BASED SYSTEM DESIGN FOR MANUFACTURING PROCESS OF NATURAL STONES FROM RAW MATERIAL TO PRODUCTS.

Güray SONUGÜR

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Computer

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Barış GÖKÇE

In this study, it is provided controlling, storing and planning the manufacturing process includes natural block stone from quarry to sized raw plate by developed software and manage stocks which consist sized plates or cases and estimating of production efficiency. For this reason a regular and relational database which reflects manufacturing character of the factory has been developed. At same time, an auxiliary data bank has been created for production planning and management to production managers. The system was developed by using C# programming language and Firebird database software.

A new system has been developed by using non-linear methods (Artificial Neural Networks) and production estimates and efficiencies was carried out for the blocks by using current database. Artificial neural networks tool (nntool) and graphical user interface (gui) of Matlab software was used to develop the system and integrated to the production planning system.

After completion of modeling and data entry procedures, according to the results of efficiency estimates, sufficient success rate of 5.2% with maximum error has been observed.

2012, x + 98 pages

Key Words: Manufacturing Planning, Natural Stone, C#, Matlab, Neural Networks, Firebird

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın başlama aşamasından son anına kadar benden yardımını esirgemeyen, paylaşımları ve desteğiyle çalışmalarımda bana yol gösteren tez danışmanım saygıdeğer hocam Yrd. Doç. Dr. Barış GÖKÇE'ye,

Tez süreci boyunca bana moral verip katlanan saygıdeğer eşime ve oğluma teşekkür ederim.

Güray SONUGÜR
AFYONKARAHİSAR, 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	4
2.1 Üretim Planlama ve Kontrol.....	4
2.1.1 Üretim Nedir?.....	4
2.1.2 Üretim Yönetimi	4
2.1.3 Üretim Sistemleri	4
2.1.4 Üretim Planlaması Nedir?	5
2.1.5 Üretim Çeşitleri	6
2.1.6 Tek, Toplu ve Seri Üretim.....	7
2.1.7 Üretim Kontrolü	9
2.1.8 Üretim Kontrolünün Amaçları	9
2.1.9 Verimlilik	10
2.1.10 Verim (Randıman).....	11
2.1.11 Verimlilik Analizi	11
2.2 DOĞALTAŞ PLAKA ve FAYANS ÜRETİM SÜREÇLERİ	12
2.2.1 Mermerin Tanımı	12
2.2.2 Türkiye’de Mermerciliğin Genel Durumu	12
2.2.3 Üretimde Kullanılan Makineler	17
2.2.4 Üretim Aşamaları	19
2.3 YAPAY SİNİR AĞLARI.....	22

2.3.1	Yapay Sinir Ağları Tanımı	22
2.3.2	Yapay Sinir Ağları Tarihçesi.....	24
2.3.3	Yapay Sinir Hücresinin Modellenmesi	26
2.3.4	Yapay Sinir Ağlarının Mimarisi.....	30
2.3.5	Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi	31
2.3.6	Öğrenme Kuralları.....	32
2.4	Doğal Taş Üretim Süreçlerinin Kontrol ve Otomasyonu	35
2.5	Literatürde Yapılmış Bazı Çalışmalar	38
3.	MATERYAL ve METOT	47
3.1	Materyaller.....	47
3.1.1	Visual Studio .NET Platformu	47
3.1.2	C# Programlama Dili	48
3.1.3	Firebird Veritabanı	49
3.1.4	Matlab.....	50
3.1.5	Çıracıoğlu Ay-Çır Mermer Sanayi ve Ticaret Anonim Şti.	50
3.1.6	Yapılan Ölçümler	51
3.2	Metot.....	52
3.2.1	Yazılımın Tanıtımı	52
3.2.2	Kullanıcı Ara Yüzünün C# ile Geliştirilmesi	56
3.2.3	Yapay Sinir Ağları Yöntemlerinin Uygulanması	75
3.2.4	Verilerin Seçilmesi	78
4.	BULGULAR.....	83
4.1	Veri Grupları.....	83
4.2	Eğitim İşlemi	83
4.2.1	Hiperbolik Tanjant Aktivasyon Fonksiyonu	84
4.2.2	Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonu	87
5.	TARTIŞMA ve SONUÇ	90

6. KAYNAKLAR	93
--------------------	----

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

2. Kısaltmalar

ANFIS	Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System
APICS	American Production And Inventory Control Society
ASP	Active Server Pages
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DLL	Dynamic Link Library
FFT	Fast Fourier Transform
FNN	Feedforward Neural Network
GDK	Genelleştirilmiş Delta Kuralı
GIS	Geographical Information System
GSYH	Gayri Safi Milli Hasıla
GUI	Matlab Guide
IDE	Integrated Development Environment
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
İTO	İstanbul Ticaret Odası
İMİB	İstanbul Maden İhracatçı Birlikleri
KD	Katma Değer
LAN	Local Area Network
LM	Levenberg-Marquardt Algoritması
MLP	Multi Layer Perceptron
MSE	Mean Square Error
MTA	Maden Tetkik Arama Kurumu
RBF	Radial Basis Function
RMSE	Root Mean Square Error
SOM	Self Organising Map
SP	Stored Procedure
SQL	Structured Query Language
ST	Dairesel Testereli Blok Kesme Makinesi
YSA	Yapay Sinir Ağları
WAN	Wide Area Network
XOR	Exclusive OR Lojik Kapısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 2011 Yılı Türkiye Doğal taş İhracatı (IMIB 2011).....	14
Şekil 2.2 Türkiye 2011 Yılı Doğal taş İhracatında İlk 5 Ülke(IMIB,2011).....	16
Şekil 2.3 Türkiye 2011 Yılı Doğal Taş İhracatının Dağılımı(IMIB,2011)	16
Şekil 2.4 S/T Makinesi (İnt.Kyn.4)	18
Şekil 2.5 Kafa(Baş) Kesme Makinesi (İnt.Kyn.5)	19
Şekil 2.6 Çalışmada Ele Alınan Üretim Süreçleri.....	20
Şekil 2.7 Doğal taş işleme tesisleri için iş akış şeması ve makine parkı(Akkoyun 2006)	21
Şekil 2.8 Yapay Sinir Hücresinin Yapısı (Gurney 1996).....	26
Şekil 2.9 Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonu	29
Şekil 2.10 Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu.....	29
Şekil 2.11 Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu	30
Şekil 2.12 Tipik 3 Katmanlı İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Mimarisi (İnt.Kyn.7)	31
Şekil 2.13 Yapay Sinir Ağının Eğitilmesi(Demir 2005).....	35
Şekil 2.14 Görüntü İşleme Yöntemiyle Mermer Kalite Sınıflandırma (Alarjin et al. 2005) ...	39
Şekil 2.15 Yatırım Karar Yazılımı Ekran Görüntüsü(Akkoyun,2008)	40
Şekil 2.16 Çalışmada YSA Modellemesinde Kurulan Ağ (Güvenç vd. 2011).....	42
Şekil 2.17 Çalışmada Uygulanan YSA (Caner ve Akaraslan 2009).....	43
Şekil 2.18 Yapılan Çalışmada Tasarlanan Sinir Ağı (Ergün 2009)	44
Şekil 2.19 DC Motor Hız Kontrolü için Kurulan YSA (Dzung and Phuong 2005)	45
Şekil 3.1 Veri Tabanı Yapısından Bir Örnek -1.....	53
Şekil 3.2 Ürün - Üst Ürün Döngüsü.....	55
Şekil 3.3 Veri Tabanı Yapısından Bir Örnek -2.....	55
Şekil 3.4 Kullanıcı Giriş Ekranı	56
Şekil 3.5 Kullanıcı Ekleme Ekranı.....	57
Şekil 3.6 Taş Cinsi Giriş Ekranı.....	58
Şekil 3.7 Doğal Taş Ocak Bilgisi Giriş Ekranı	59
Şekil 3.8 Ürün Boyutları Giriş Ekranı	60
Şekil 3.9 Stok Kart Ekleme Ekranı Görüntüsü	61
Şekil 3.10 Stok Kart Ekleme İşlemi Akış Şeması.....	62
Şekil 3.11 Kasa İçerik Oluşturma Ekranı.....	63
Şekil 3.12 Kasa İçerik Oluşturma İşlemi Akış Şeması	64
Şekil 3.13 Kasa Stok Takip Ekranı	65

Şekil 3.14 Stok Satış İşlemi Akış Şeması	67
Şekil 3.15 Blok Giriş ve Sorgulama Ekranı	68
Şekil 3.16 Vardiya Ekleme Menüsü Ekran Görüntüsü	69
Şekil 3.17 Blok İşleme Menüsü Ekran Görüntüsü	70
Şekil 3.18 Blok İşleme Adımı Akış Diyagramı	72
Şekil 3.19 ST Plaka İşleme Menüsü Ekran Görüntüsü	73
Şekil 3.20 Blok Raporu Ekran Görüntüsü	74
Şekil 3.21 Makine Üretim Raporu	75
Şekil 3.22 Tasarlanan Sinir Ağı	77
Şekil 3.23 Tahmin Verilerinin Toplanması.....	79
Şekil 3.24 Matlab Yapay Sinir Ağları Ara Yüzü	81
Şekil 3.25 Yazılım ile Uygulama Arasındaki Veri Alış Verişi.....	81
Şekil 4.1 Hiperbolik Tanjant Foksiyonlu YSA ile 1. Veri Grubu Eğitimi.....	84
Şekil 4.2 Hiperbolik Tanjant Foksiyonlu YSA ile 2. Veri Grubu Eğitimi.....	85
Şekil 4.3 Hiperbolik Tanjant Foksiyonlu YSA ile 3. Veri Grubu Eğitimi.....	87
Şekil 4.4 Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonlu YSA ile 1. Veri Grubu Eğitimi	87
Şekil 4.5 Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonlu YSA ile 2. Veri Grubu Eğitimi	88
Şekil 4.6 Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonlu YSA ile 3. Veri Grubu Eğitimi	89

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Aralıklı ve seri üretim karşılaştırılması (Adithan 2007).....	6
Çizelge 2.2 Dört tipte Üretim (Adithan 2007)	8
Çizelge 2.3 Türkiye Mermer Rezervleri(İTO 2003)	12
Çizelge 2.4 Türkiye İşlenebilir Mermer Rezervleri (İTO 2003).....	13
Çizelge 2.5 2004-2010 Yılları Arasında Türkiye Doğal taş İhracatı (IMIB 2011).....	14
Çizelge 2.6 Mermer Üretim Akım Şemaları (Akkoyun 2006)	22
Çizelge 2.7 Ölçülen Değerler ve YSA'dan Elde Edilen Değerler(Güvenç vd. 2011).....	41
Çizelge 4.1 Veri Gruplarının Özellikleri.....	83
Çizelge 4.2 Grup 1 Verilerin tanh Aktivasyon Fonksiyonu ile Gerçekleşen Hata Oranları .	85
Çizelge 4.3 Grup 2 Verilerin tanh Aktivasyon Fonksiyonu ile Gerçekleşen Hata Oranları ...	86

1. GİRİŞ

Bilgi teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması, veri iletim hızlarının artması, internet kullanımının büyük boyutlara ulaşması neticesinde toplumun yaşadığı teknolojik dönüşüm kaçınılmaz olarak endüstriyel uygulamalara da yansımış ve bunun sonucu olarak bilgi teknolojileri sanayinin her dalında yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Doğal taş endüstrisi ülkemizde son yıllarda büyük bir hızla gelişen en dinamik sanayi dallarından birisi olmuştur. Türkiye'nin toplam maden ihracatındaki payı günden güne artmakta ve her geçen gün üretim ve satış kapasitesi büyümektedir. Doğal taş endüstrisinin gelişiminin başlangıcında daha çok geleneksel yöntemler ile ocaklardan blok taşlar üretilmekte ve yine geleneksel yöntemler ile de fabrika alanlarında plaka haline getirilmekteydi. Sektörün odak noktası daha fazla üretim yapmak ve ürettiğini satabilmek iken geçen zaman içinde; maliyetlerin düşürülmesi, üretimin planlanması, verimlilik, kalite, dünya pazarına satış vb. kavramlar yukarıda bahsedilen dinamik büyümenin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Sektör için ortaya çıkan bu yeni ihtiyaçların karşılanması, üretim ve satış süreçlerinin her anında bilgi teknolojileri ile desteklenmiş bilimsel yöntemler ile geliştirilmiş çözümlerin uygulanmasını yaygınlaştırmıştır. Doğal taş sektöründe yatırımların planlanmasından, üretim kontrol ve planlamasına, üretim süreçlerinin modellenmesi ve eniyilemesinden (optimizasyon), testere kesim hızının modellenmesi ve tahminine, blok kalitesinin bulanık mantık metotlarıyla tahmin edilmesinden mermer fayans desenlerinin görüntü işleme ve yapay sinir ağları metotlarıyla kalitesinin belirlenmesine kadar literatürde pek çok çalışma gerçekleştirilmiş ve halen gerçekleştirilmektedir.

Sektörde her ne kadar bilgi teknolojilerinin kullanımı yaygınlaşsa da teknolojinin kullanımı bölgesel olarak farklılıklar göstermektedir. Mevcut durumda pek çok işletme halen üretim kayıtlarını düzenli olarak tutmamakta ya da işlevsel olmayan yöntemlerle kâğıt ortamında veya Excel ortamında kayıtlarını tutmaya çalışmaktadır. Doğal olarak bu şekilde toplanan veriler gereği gibi yorumlanıp planlama noktasında stratejik kararlar vermeye yardımcı olamayacağı gibi, herhangi bir maliyetlendirme, verimlilik tespiti vs. çalışması da yapılamayacaktır. Bu nedenle yapılan çalışmada sektörün bölgesel olarak eksiklik hissedilen bu noktadaki ihtiyacını karşılama amacı güdülmüştür.

İşletmelerin en büyük çıkmazlarından biri olan fire oranlarının kontrol altına alınması ve en aza indirgenmesi büyük önem taşıtmaktadır. Doğal taş işletmelerinde verimliliği etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Başta ocaklardan temin edilen blok taşların hiçbiri diğeriyle aynı olmamaktadır. Hatta aynı ocaklardan aynı gün elde edilen blok taşların her biri renk, desen, fosil barındırma, kırık-çatlak oranı vs. zellikler bakımından farklı nitelikler barındırmaktadır. Taş cinslerinin de fire oranları ve verimlilikleri farklı olabilmektedir. Sertlik oranı yüksek olan taşlarda üretim süreçleri uzun olarak gerçekleşirken, daha yumuşak taşlar daha kısa zamanda ancak daha yüksek fire oranlarıyla retilabilmektedir.

Blok taşların işletmeye getirilmesi sonrasında dairesel testereler ile kesilerek işlendiği ST, baş kesme vb. diğer makinelerin performans, kapasite, kaynak sarfiyatı, arızalı kalma süreleri gibi özellikleri sürekli değişkenlik gösterebilmektedir. İşletmenin makine parkı yüksek performanslı ve kolay kullanılabilme özelliklerine sahip olan ve yüksek teknolojikli otomasyon sistemleri bulunan makinelerden oluşuyorsa; işletmenin toplamda taş işleme hızı artmakta, enerji ve personel giderleri azalmaktadır. Bu da verimliliğe olumlu katkı sağlamaktadır.

Blok taşların işlenmesi sırasında makineleri kullanan operatörlerin tecrübeleri de blok verimliliği açısından büyük önem arz etmektedir. İki farklı operatör aynı özelliklerdeki blok taşı farklı srelerde ve farklı fire oranlarında işleyebilmektedir.

İşletmelerde uygulanan vardiya sayıları da üretim planı ve verimlilikte etkili bir faktördür. Özellikle büyük blok taşların işlenmesinde srelerin uzamasına ya da kısılmasına, toplamda işlenen ürünün miktarına etkisi vardır.

Bu şekilde doğrusal olmayan faktörlerin etkilediği süreçlerin matematiksel olarak modellenmesi oldukça zordur. Bu nedenle yapılan çalışmada doğrusal olmayan modelleme teknikleri kullanılmıştır.

Yapılan çalışmada; birinci aşama olarak yukarıda bahsedilen taş cinsi, makine tip ve zellikleri (ST ve Baş kesme makineleri), vardiya sayısı, blok kalitesi, blok boyutları gibi parametreler ile blok taştan ST plakalarına dönüşüm, ST plakalarından Baş kesme ebatlı plakalarına dönüşüm süreçleri yazılım vasıtasıyla kayıt altına alınmaktadır. Bu şekilde işletmenin üretim karakteristiğini yansıtan bir veri bankası oluşturulmaktadır. İşletme yetkilileri tarafından anlık olarak üretim miktarları ve üretim hızları, makine ve vardiya performansları vs. bilgiler takip edilebilmektedir. Ancak; söz konusu bilgilerin

yazılım vasıtasıyla veri tabanına kayıt edilmesi işleminde verilerin doğruluğu çok büyük önem taşımaktadır. Eğer veriler, çalışanlar tarafından doğru olarak tespit edilmez ise kayıtlar güvenilir olmayacak ve kurulacak model ile tahmin edilecek olan verimlilik değerlerinde de sapmalar oluşacaktır. Yapılan çalışmada ölçümlerin yapıldığı işletme tarafından yapılan kayıtların bir kısmında güvenilir olmayan yüksek salınımlı girdiler tespit edilmiş ve bu veriler elenmiştir. Üretim ile ilgili yapılan ölçüm ve tespitlerde büyük ölçüde işletme yetkililerinin uzmanlıklarından faydalanılmıştır.

İkinci aşamada ise oluşturulmuş olan veri bankasından faydalanılmaktadır. Aslında bir ölçüde veri bankasında işletmeye ait doğal taş işleme ve mamul üretme tecrübeleri kayıtlıdır denilebilir. Yani bu veri bankasında farklı cins, kalite ve boyutlardaki blok taşların farklı personel ve farklı makineler tarafından işlenerek ne kadar kayıpla ne miktarda ürün elde edildiğine dair verimlilik modellemesi açısından çok kıymetli bilgiler bulunmaktadır. Bu kıymetli verilerin değerlendirilerek blok taşların verimlilik tahminlerinin yapılabilmesi için geri beslemeli yapay sinir ağı modeli kullanılarak bir sinir ağı tasarlanmıştır. Tasarlanan ağda girdi olarak blokların en, boy ve yükseklik değerleri kullanılırken çıktı olarak da üretim süresi ve çıkan ürünlerin metreküp cinsinde hacmi baz alınmıştır. Bu şekilde blokların giriş hacmi ve çıkış hacimlerinin karşılaştırılması ve bir verimlilik hesabı yapılması amaçlanmıştır. Çıkış verilerini baz alarak örneğin üretim saatine göre blok taş işlenirken ne kadar enerji tüketildiği bilgisi de tahmin edilebilmektedir.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde bir literatür çalışması yapılmış ve temel alınan konular ile ilgili bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan materyal ve metotlar açıklanmış, dördüncü bölümde ise elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Üretim Planlama ve Kontrol

2.1.1 Üretim Nedir?

Üretim, sosyal bilimciler ve fen bilimciler için farklı anlamlar taşır. Sosyal bilimciler üretimi, fayda yaratmak şeklinde tanımlar. Fen bilimciler ise fiziksel varlık üzerinde onun değerini artıracak bir değişiklik yapmayı, hammadde veya yarı mamulleri, kullanılabilir bir mamule dönüştürmeyi üretim sayarlar (Kobu 1996).

Üretim; ekonomide fayda yaratma, yani gereksinimleri karşılamayı sağlayan ve yararlı olan ürün ve hizmetleri oluşturma olarak da tanımlanabilir (Demir ve Gümüşoğlu 1998).

2.1.2 Üretim Yönetimi

Üretim yönetimi, işletmenin elinde bulunan malzeme, makine ve insan gücü kaynaklarının belirli miktarlardaki mamulün istenilen kalitede, istenilen zamanda ve mümkün en düşük maliyetle üretimini sağlayacak biçimde bir araya getirilmesidir (Kobu 1996).

Üretim yönetimi, tüketici isteklerinin fiyat, zaman, miktar ve kalite açısından en iyi şekilde karşılanması; stok düzeyinin mümkün olduğu kadar düşük tutulması veya stok devrinin artırılması; işletmenin insan gücü ve makine kaynaklarından yararlanma derecesinin yükseltilmesi amaçlarını gerçekleştirmeye çalışır. Üretim yönetiminin amaçlarının önemli bir özelliği birbirleri ile çelişir olmalarıdır. Hem mamul stoklarını minimum düzeyde tutmak, hem müşteri isteklerini zamanında karşılamak veya malzemeye yapılan yatırımları düşük tutarken insan ve makine gücünü tam kapasite ile çalıştırmak aynı anda gerçekleştirilmesi güç olan amaçlardır (Kobu 1996).

2.1.3 Üretim Sistemleri

Üretim sistemi bir dönüşüm sürecidir. Sisteme giren girdilerin yapısında fiziksel ve kimyasal değişimler yapılarak fayda yaratacak şekilde bir çıktı elde edilir. Üretim sistemlerini üretim yöntemlerine, mamul cinslerine, üretim miktarına veya akışına göre sınıflandırmak mümkündür (Yamak 1994).

Üretim sistemleri mamul cinslerine göre; demir çelik üretimi, kömür üretimi, takım tezgâhları üretimi, kimyasal maddeler üretimi, elektriksel araç gereç üretimi, elektronik mamuller üretimi ve tekstil mamulleri üretimi şeklinde sınıflandırılır (İlyasoğlu 1983). Üretilen mamulün miktarı, üretimde kullanılacak olan makinelerin tipleri, üretim teknikleri, işgücünden faydalanma şekli ve fabrikanın yerleşim düzeni üretim planlama ve kontrol yöntemlerini etkiler. Bütün bunlar ham maddenin mamul hale gelinceye kadar izlediği yolu yani üretim akışını da belirler. Üretilen mamulün miktarı ve üretim faaliyetlerinin işletme içinde akışına bağlı olarak üretim sistemleri, sürekli, kesikli ve proje üretimi şeklinde sınıflandırılır (İlyasoğlu 1983).

2.1.4 Üretim Planlaması Nedir?

Planlama; sistemli bir şekilde bugünden alınan kararlarla geleceğe varma çabasıdır. Sürekli değişim içinde bulunan günümüz koşullarında kuruluşlar nerde olduklarını, nereye ve nasıl varmak istediklerini saptayıp, geleceği belirlemek zorundadırlar. Yani planlama ile işletmeler, gelecek konusunda bilinmeyenleri yok ederek veya en aza indirerek faaliyetlerini daha doğru biçimde yönetirler (Coşan 1993).

Üretim planlaması ve kontrol sistemi; malzemelerin yönetimi, çalışanların ve makinelerin zamanlanması, tedarikçilerin ve önemli müşterilerin koordine edilmesi gibi üretimin tüm yönleriyle planlanması ve kontrolü ile ilişkilidir (Vollman et al. 2005).

Üretim planlama, mamul ve mamul parçalarının nasıl yapılacağını belirleme, hangi operasyonların, makinelerin ve kalıpların kullanılacağına karar verme ve çoğu zaman da üretim araç ve gereçlerin mevcudiyetini kontrol etme veya sağlama işlerinden oluşur (Barutçugil 1988). APICS (American Production And Inventory Control Society) tanımına göre ise üretim planlaması; Gelecekteki imalat faaliyetlerinin veya miktarlarının düzeylerini veya limitlerini belirleyen fonksiyondur (Aslan 1997).

2.1.5 Üretim Çeşitleri

Endüstrinin ve üretim mahallerinin tipine göre üretim aşağıdaki gibi farklı çeşitlere ayrılırlar (Adithan 2007).

- 1) Satış odaklı yaklaşım, ürünler müşteriler için üretilir. Üretime başlamak için müşteri siparişinin bulunması gerekir.
- 2) Üretim odaklı yaklaşım, kendi içinde ikiye ayrılır.
 - Aralıklı üretim
 - Seri Üretim

İki çeşit arasındaki fark; makine kurulumlarında değişiklik olmadan kullanılan zamanın uzunluğudur. Eğer makine üretimi kısa bir zaman aralığında gerçekleşip diğer ürünün üretimine geçiliyorsa buna aralıklı üretim denir. Makine üretimi aylarca değişmeden kalıyorsa buna seri üretim denir (Adithan 2007). Aralıklı ve seri üretimin karşılaştırması Çizelge 2.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Aralıklı ve seri üretim karşılaştırılması (Adithan 2007)

Sıra	Karşılaştırma Kriteri	Aralıklı Üretim (Tek veya Kitle Üretimi)	Kesintisiz Üretim (Seri Üretim)
1	Ürünün hacmi veya kalitesi	Düşük kalite	Yüksek kalite
2	Ürün çeşitliliği	Yüksek çeşitlilik	Düşük çeşitlilik
3	Kullanılan makineler	Genel amaçlı makineler	Özel amaçlı makineler
4	Fabrika Düzeni	Süreç kontrollü	Ürün kontrollü
5	Makine kapasitesi	Dengesiz yükleme	Dengeli yükleme
6	Ham madde stoku	Yüksek	Düşük
7		Yüksek	Düşük
8	Malzeme akışı	Aralıklı	Sürekli
9	Malzemelerin taşınması	Manüel ya da taşıtlarla	Konveyör bant ile
10	Operatör uzmanlığı	Yüksek derecede uzmanlık	Yarı uzman ya da uzmanlık gerektirmiyor
11	İş yönergeleri	Detaylı yönergeler gerekir	Yalın ve az miktarda yönerge gerektirir.
12	Ürün değişimindeki esneklik	Esnek	Zor ve masraflı
13	İş durdurma	Az sıklıkla	Çok sıklıkla
14	Üretim hızı	Değişebilir	Değişmesi zordur

2.1.6 Tek, Toplu ve Seri Üretim

2.1.6.1 Tek Üretim

Bu üretim türünde belirli bir sürede tek mamul üretilir ve üretim işlevi bir daha tekrarlanmaz. Üretilen her mamul öncekinden farklı olur. Bu tür üretime örnek olarak gemi üretimi verilebilir. Tek üretim ile ilgili başlıca özellikler aşağıda verilmiştir (Adithan 2007).

- Her ürün bir diğerinden kalite ve nicelik yönünden farklıdır.
- Malzeme akışı sürekli değil kesiklidir.
- Genel amaçlı makineler kullanılır.
- Aynı tipte makineler birlikte gruplandırılır.
- Yüksek derecede uzman personel gerektirir.
- Her iş ayrı olarak planlanmalı ve zamanlanmalıdır.
- Ham madde stoku fazladır.
- Önceden planlama mümkün değildir.

2.1.6.2 Toplu Üretim

Kitle üretiminin özelliği, üretiminin devamlı olması ve aynı mamulden çok miktarda üretilmesidir. Kitle üretimi aynı makineler aynı sıra içinde çalıştırılarak yapılır. Kitle üretimi, ne örnek olarak otomobil üretimi verilebilir. Toplu üretim ile ilgili başlıca özellikler aşağıda verilmiştir (Adithan 2007).

- Ürünler toplu olarak üretilmektedir.
- Genel amaçlı makineler kullanılır.
- Malzeme akışı aralıklıdır.
- Üretim süreci stoku yüksektir.
- Her grup üretim için süreç ve ürün planlaması yapılır.
- İşlemler çeşitli makineler ve bölümler arasında dengesi dağıtılır.
- Makine operatörleri için yüksek derecede uzmanlık gereklidir.

2.1.6.3 Seri Üretim

Bu üretim türünün özelliği, mamulün bir seriyi oluşturacak miktarda yapılmasıdır. Seri bittiğinde yeni bir seriye geçilir. Serideki birimler büyüklük, kalite ve nitelik bakımından aynıdır. Bu tür üretime örnek olarak mutfak seti üretimi verilebilir.

Seri üretim de kendi içinde Ayırık Seri Üretim ve Sürekli Seri Üretim olarak ayrılabilir. Seri üretimin özellikleri aşağıda verilmiştir (Adithan 2007).

- Az çeşitlilikte yüksek miktarlarda üretim vardır.
- Ürün tipi tesis yerleşimi kullanılır.
- İş akışı dengelidir. Makine kapasiteleri dengeli olarak kullanılır.
- Özelleştirilmiş makineler ve süreçler kullanılır.
- Malzemeler yürüyen bantlardan taşınır.
- Düşük maliyetli üretim yapılır.
- Daha kolay üretim planı ve kontrolü vardır.

Yukarıda anlatılan 4 farklı üretim tipinin karakteristikleri ve açıklamaları Çizelge 2.2 'de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Dört tipte Üretim (Adithan 2007)

Sıra No	Üretim Tipi	Karakteristik, Açıklama ve Örnekler
1	Tek Üretim	Düşük kalitede, sıklıkla bir tek çeşitte özel bir ürün üretilir. Ürünler genelde kişiye özel ve teknolojik olarak karmaşıktır. CNC tezgâhlar yaygın olarak kullanılırlar. Örnek olarak; prototipler, aircraft, gemi üretimi verilebilir.
2	Toplu Üretim	Aynı tipteki ürün veya bileşenlerin orta büyüklükteki siparişleri durumunda gerçekleştirilir. Siparişler belirli zaman aralıklarında üretilebilirler. Endüstriyel ürün ve makine elemanlarının üretilmesinde CNC tezgâh ve robotlar yaygın olarak kullanılırlar. Örnek olarak baskı makinelerinde kitap basımı veya tekstil fabrikalarında giysi üretimi verilebilir.
3	Ayrık ürünler için seri üretim	Sınırlı model çeşitliliğinde tek bir ürünün yüksek miktarlarda özel üretimi. Ayrık ürünlerin seri üretiminde otomatik montaj hatları, otomatik malzeme taşıma sistemleri, robotlar ve üretimi izlemek üzere yaygın bilgisayar kullanımı mevcuttur. Örnek olarak; otomobiller, motor blokları, ev ürünleri verilebilir.
4	Sürekli ürünler için seri üretim	Özel ürünlerin yüksek miktarlarda üretimidir. Örnek olarak; kimyasal ve petrol türevi ürünler verilebilir.

2.1.7 Üretim Kontrolü

Üretim ve satışlar arasındaki ilişkiler dikkate alındığında üretim kontrolü; işletmenin arz ve talep ilişkilerini birleştiren ve dengeleyen faaliyetler olarak tanımlanabilir. Üretim kontrolünün amacı, işletmenin mevcut kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasını sağlamakta etkili olan faktörleri göz önüne alınarak işletmenin faaliyetlerini koordine etmeye yönelik çalışmaları düzenlemektir. İşletmelerde kontrol; işletmelerin planlama faaliyetleri değerleriyle, gerçekleşen faaliyet sonuçlarını karşılaştırarak, meydana gelen sapmaları ortaya çıkaran faaliyetler. Üretim Kontrolü; üretim planlamasıyla üretim akışına uygun olarak hazırlanan plan ve programların, işletme faaliyetleri sonucunda elde edilen değerlerle karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Üretim planlamasıyla sıralama ve programlama işlemlerinden sonra üretim kontrolü yapılmaktadır (İnt.Kyn.1).

2.1.8 Üretim Kontrolünün Amaçları

İşletmelerde üretim kontrolünün amacı, üretim planlaması ile gerçekleşen üretim sonuçlarını karşılaştırarak bir değerlendirme yapılmasını sağlamaktır. Üretim planları ve gerçekleşen üretim sonuçları arasında bir sapma olması durumunda gerekli düzeltme işlemi yapılır. Üretim kontrolünün başlıca amaçları şunlardır (İnt.Kyn.1).

- Pazarlama araştırması sonucunda elde edilen bilgilere göre siparişlere uygun miktar ve kalitede üretim yapılmasını sağlamak, Üretim kontrolüyle, işletmenin tüketici ihtiyaçlarına uygun özellikte mamuller üreterek, beklenen üretim kapasite düzeyinde üretim yapma durumu kontrol edilir. İşletme beklenen kapasite düzeyinde üretim yapmadığı takdirde, tüketici ihtiyaçları zamanında karşılanamayacağı için gelecek dönemde talepte düşüşler meydana gelebilir. İşletmenin sahip olduğu yönetim ve organizasyon yapısı da üretilecek mamul miktarını ve kalitesini yakından etkilemektedir.
- İşletmenin bölümleri arasında bilgi aktarmayı sağlayacak haberleşme sistemini kurmak. Üretim işlemi sırasında işletmenin bütün bölümleri arasında bilgi akışı ve haberleşme önemli rol oynar. Üretim miktarında ve mamulde meydana gelen değişikliklerin, zamanında işletmenin bütün bölümlerine bilgi olarak aktarılarak, üretimin bu değişikliklere uygun olarak yapılmasını sağlamalıdır.

- Üretim sisteminin gelişimi üretim kontrolüyle yapılmakta olup, üretim kontrolü bu sistemin göstergesi durumundadır. Üretim sürecinde birbirinden farklı işlemlerin ve değişik üretim aralıklarının birbiriyle uyumlu hale getirilerek üretim sisteminin etkin ve verimli çalışma durumunun ölçümü üretim kontrolüyle belirlenir.
- Üretim programlarının gerçekleştirilme durumu üretim kontrolüyle belirlenir. Gelecek dönemdeki planlama ve kontrol işlemlerini geliştirmek amacıyla sağlanan üretim programlama bilgilerinin üretimde kullanılarak işletmenin üretim performansının artmasına yardımcı olmaktadır.

2.1.9 Verimlilik

Verimlilik kavramı, oldukça geniş bir kapsama sahip olan ve bir işletmede her türlü alanda karşımıza çıkan bir başarı ölçütüdür (Feldstein 2003).

Bu günün modern işletmecilik anlayışında artık üretim kavramı yerini yavaş yavaş verimlilik kavramına bırakmış durumdadır. Daha çok üretimin yanında, az zamanda daha kaliteli malı aynı miktarda üretmek mutlaka büyük önem taşımaktadır. Verimlilik çalışmaları, hali hazırda kıt ve oldukça pahalı olan kaynakların doğru ve gerektirdiği gibi değerlendirilmesi gerekliliği nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Türkiye Verimlilik Raporu 2002)

Buna göre verimlilik; kısıtlı kaynakların akılcı, topluma ve insana yararlı, doğayı saygılı bir biçimde kullanarak en etkili sonuçları alabilmek, yaşam kalitesinin yükseltilmesini sağlamak yönündeki çabaların tümüdür (Grönroos and Ojasalo 2002).

Verimlilik kavramı sanayi üretiminden, bankacılığa, tarımdan, hukuk sistemine, belediye çalışmalarından, eğitime çok geniş bir yelpaze içinde hemen hemen her alanda kullanılmaktadır. Verimlilik kısaca “talep edilen ” bir üründe oluşan katma değeri (KD) üretebilme becerisi olarak da tanımlanabilir (Gürak 2001).

2.1.10 Verim (Randıman)

Verim ve girdiden yararlanma kavramları, bir işletmenin, ürün ya da hizmet üretme süreci içinde üretim kaynaklarından ne düzeyde yararlandığını ya da üretim kaynaklarını nasıl kullandığını gösteren bir performans boyutu olarak tanımlanmaktadır (Akal 2005).

Verim ve verimlilik arasında doğrusal bir ilişki vardır. Verim arttırıldıkça verimlilik de artar. Ancak verim, işletmenin mevcut kaynak potansiyeli ile bu potansiyelin kullanılan bölümü arasında ilişkiyi irdeler, verimlilik ise sadece kullanılan kaynaklarla elde edilen çıktı arasındaki ilişkiyi değerlendirir (Uçmuş 2004).

2.1.11 Verimlilik Analizi

İşletmeler değişen çevre şartlarına hızla uyum sağlamak zorundadırlar. Bu da esnek organizasyon yapısını ve esnek planlamayı gerekli kılıyor. Bir organizasyonda tüm birimlerin ana hedefi verimliliğin arttırılmasıdır. Eğer bir işletme, birim işçi ya da makine saat'teki üretimini hesaplar, bunu sektör değeri, ya da kendi verileri ile kıyaslama yapıyorsa burada verimlilik analizleri yapılıyor demektir. Burada finansal değerlerden çok birim zamandaki çıktıların miktarları enflasyondan arındırılmış değerlerdir. İşgünü ya da çalışma saati farklılıklarından gelecek miktar farklılıkları elimine edilmiş ve birim zamana indirgenmiş değerlerin kıyaslaması yapılmaktadır (İnt.Kyn.2).

Verimlilik Analizleri ile üretim planlama raporları gibi nesnel ölçümlerden elde edilecek sonuçların karşılaştırması ve değerlendirilmesi, bir anlamda ürünün maliyetini oluşturan hammadde, malzeme, direkt-endirekt işçilikler, enerji gibi girdilerin paylarının ayrı ayrı hesaplanmasıdır. Buradan hangi giderlerin iyileştirilebileceği daha kolay görülür ve iyileştirme çabalarının sonuçlarının izlenebilirliğine imkân verir. Verimlilik ölçümlerinden sonra ayrıştırılmış maliyetlerin hesaplanması da son derece kolay ve sağlıklı olabilmektedir (İnt.Kyn.2).

2.2 DOĞALTAŞ PLAKA ve FAYANS ÜRETİM SÜREÇLERİ

2.2.1 Mermerin Tanımı

Bilimsel anlamda mermer; kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı gibi kayaların, ısı ve basınç altında metamorfizmaya uğraması sonucunda yeniden kristalleşmesi ile oluşan metamorfik bir kayadır. Ana mineralojik bileşen kalsittir. Tali mineraller ise kuvars, hematit, pirit, klorit gibi minerallerdir. Renkleri genellikle beyaz ve gri olmaktadır. Tali mineralin cinsine göre rengi sarı, kırmızı, mor, yeşil, siyah vs. olabilmektedir (Karayazıcı 1997).

2.2.2 Türkiye’de Mermerciliğin Genel Durumu

2.2.2.1 Rezervler

Türkiye’de özellikle Afyon, Muğla, Eskişehir, Balıkesir, Denizli, Elazığ, Kayseri, Kırklareli ve Bursa mermerin en çok üretildiği bölgeleri oluşturmaktadır. Ancak mermer rezervleri henüz kesin olarak ortaya çıkarılmış değildir. Bu rezerv miktarının içine traverten, kireçtaşı, granit gibi bütün mermer olarak tanımlanan kayalar dâhil edilmiştir. Çizelge 2.3 te Türkiye’deki mermer rezervleri hakkında bilgi verilmektedir.

Çizelge 2.3 Türkiye Mermer Rezervleri (İTO 2003)

REZERVLER	REZERV MİKTARI (m ³)
Görünür Rezerv	589.000.000
Muhtemel Rezerv	1.545.000.000
Mümkün Rezerv	3.027.000.000
TOPLAM	5.161.000.000

Türkiye’de iller bazında işlenebilir mermer rezervlerini gösteren tablo Çizelge 2.4 de verilmiştir.

Çizelge 2.4 Türkiye İşlenebilir Mermer Rezervleri (İTO 2003)

Bölge	İl	İşlenebilir Rezerv (x 1000 m ³)
Marmara	Balıkesir	1.300.000
	Bursa	135.000
	Kırklareli	33.500
Ege	Afyon	135.000
	Aydın	9.000
	İzmir	1.500
	Muğla	181.000
	Kütahya	200.000
	Uşak	500.000
İç Anadolu	Ankara	2.000
	Eskişehir	960.000
	Kırşehir	165.000
	Niğde	250.000
Toplam		3.872.000

Mermer ve traverten açısından MTA 2011 yılında Türkiye’deki görünen ve muhtelif mermer rezervi miktarını 5 milyar tonun üzerinde olduğunu açıklarken var olan potansiyelin yaklaşık 14 milyar ton olduğunu belirtmiştir. Türkiye’deki mermer yatakları incelendiğinde mermer yataklarının Türkiye’nin kuzeybatı ve batısında yoğunlaştığı görülmektedir. Bölgesel olarak Ege Bölgesi maden zenginlikleri açısından ülke genelinde önde gelen bölgelerdendir. Ege Bölgesi’nin maden zenginlikleri gösterilmektedir. Buna göre bölgede feldspat, mermer, diyasporit, tuğla-kiremit, çimento hammaddesi gibi madenler açısından zengin konumdadır. Bölgenin bu potansiyeli iyi kullanılmakta ve ihracatta da önde gelen kalemleri oluşturmaktadır (Erkek ve Özdemir 2011).

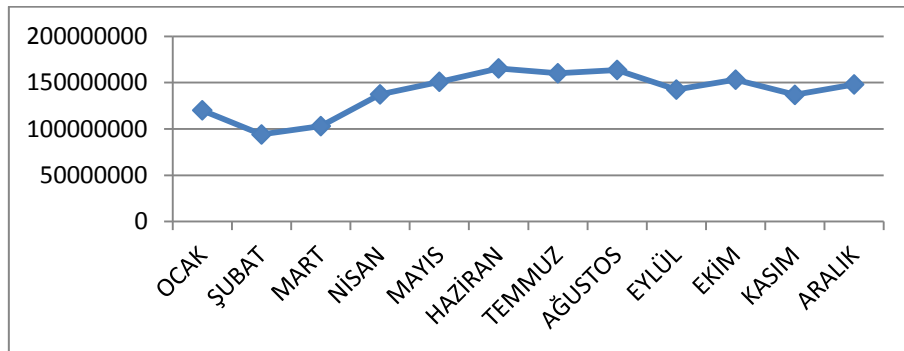
2.2.2.2 Genel Durum

Türkiye’de doğal taş endüstrisinde son 20 yıldır yaşanan değişiklikler (Sektörün Maden Kanunu’na dâhil edilmesi, teşviklerin artması, yatırımların gerçekleştirilmesi, inşaat sektörünün gelişmesi vb.) nedenlerle üretim ve ihracat olarak büyük gelişmeler

kaydetmiş ve (İMMİB 2011) verilerine göre dünya ortalamasının üzerinde bir ihracat gerçekleştirmiştir. Mermer ve traverten sektöründeki bu gelişmenin önümüzdeki yıllarda da devam edeceği sektör yetkilileri tarafından tahmin edilmektedir. Buna göre Türkiye doğal taş endüstrisi yerli ve yabancı yatırımcılar açısından kârlı ve verimli olanaklar ve gelecek sunmaktadır. İMMİB verilerine göre Türkiye mermer ve traverten ihracatı, dünya mermer ve traverten ihracatının 2000 yılında yaklaşık %9'u iken 2010 yılına gelindiğinde yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır. Türkiye'nin yarattığı bu fark GSYH ve ihracat hacmine de yansiyarak ülke için önemli bir sektör olmasını sağlamıştır. Türkiye'nin mermer ve traverten ihracatındaki liderliği buradan da gözlenebilmektedir. Türkiye 2010 yılında, dünya mermer ve traverten ihracatının çeyreğini tek başına gerçekleştirmiştir. Türkiye'nin 2011 yılı aylar bazında ihracat değerleri Çizelge 2.5 ve Şekil 2.1 de gösterilmiştir (Erkek ve Özdemir 2011).

Çizelge 2.5 2004-2010 Yılları Arasında Türkiye Doğal taş İhracatı (İMİB 2011)

Aylar	İhracat Değerleri (x 1000 \$)
2004	620.944
2007	1.242.639
2008	1.415.292
2009	1.240.942
2010	1.568.219

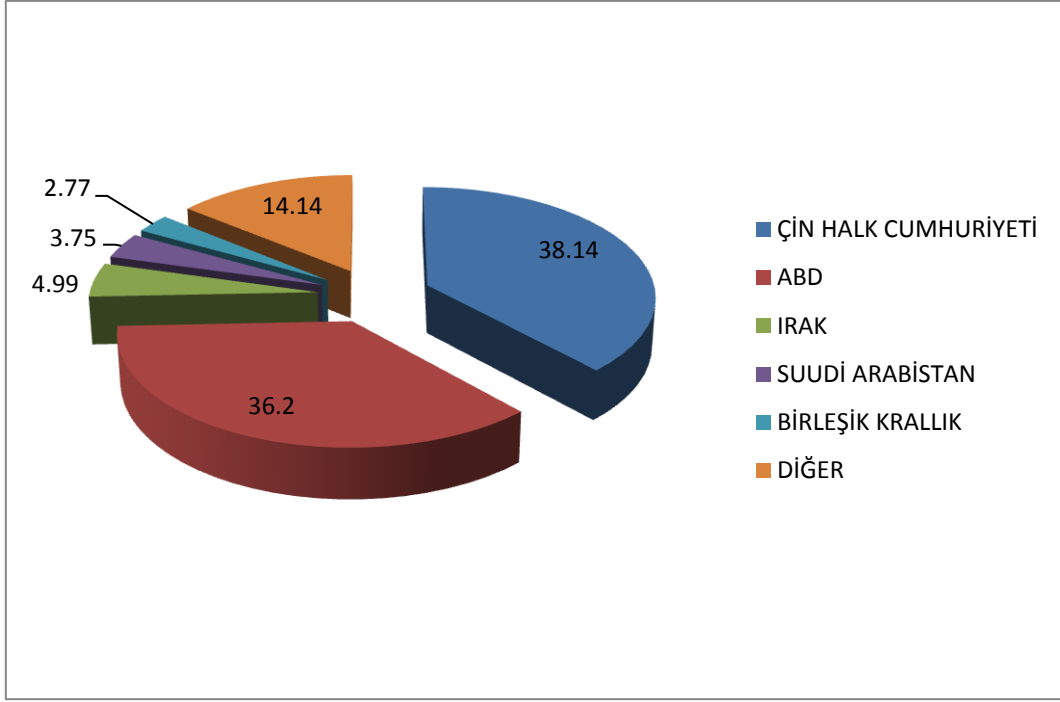


Şekil 2.1 2011 Yılı Türkiye Doğal taş İhracatı (İMİB 2011)

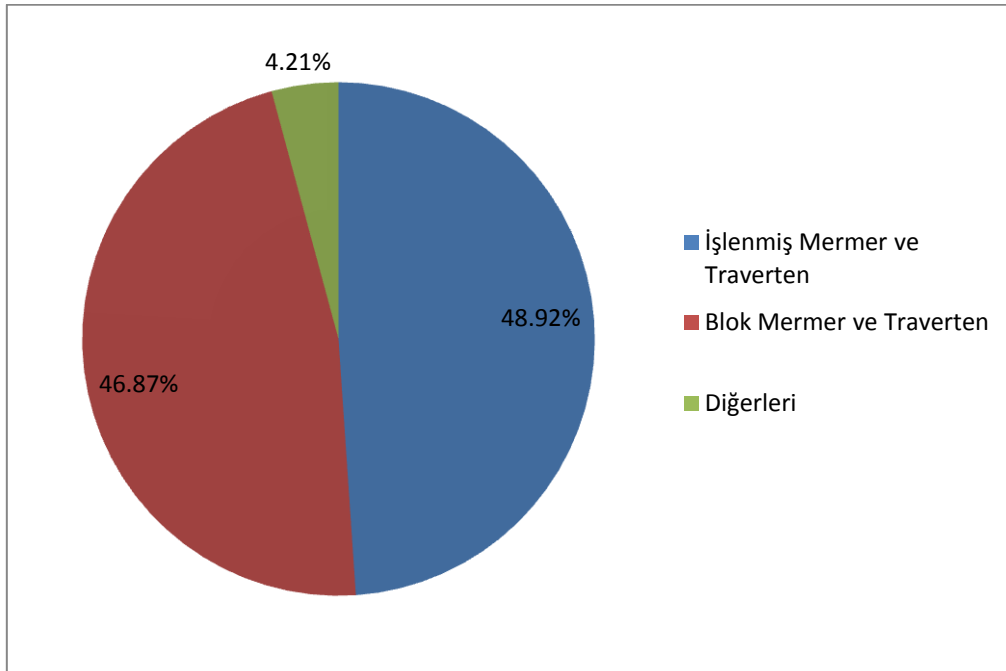
Türkiye'nin mermer ve traverten ihracatını yakından incelersek Şekil 2.2 'de görüldüğü üzere 2011 yılında işlenmiş mermer ihracatının büyük bir bölümünün Çin Halk Cumhuriyeti, ABD ve Irak'a gerçekleştirmiştir.

İşlenmiş mermer ihracatının geri kalanı genellikle Ortadoğu ülkeleri ile Avrupa ülkelerine gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.3 de ihraç edilen ürünlerin gruplandırılmış durumları mevcuttur.

Dünyada ve Türkiye'de mermer kullanımına artan talep sektörü cazip bir yatırım alanı olarak kılmaktadır. Mermer kullanımı ve görünümü ve fiziksel dayanıklılığı açısından özellikle inşaat sektörü için vazgeçilmez bir üründür. Aynı zamanda yüksek refah düzeyinin de bir göstergesi olan mermere ilgi bu sebepten dolayı gelişmiş ülkelere gelmektedir. Gelişmiş olan ülkeler yüksek gelir düzeylerinin dışında doğal kaynaklarını etkin biçimde kullanmalarından dolayı bu tip ülkelerin dünya mermer üretiminde ve tüketiminde payları yüksek oranda seyretmektedir. Ülkemizde mermercilik 80'li yılların sonuna doğru gelişmeye başlamıştır. VI. VII., ve VIII. 5 Yıllık Kalkınma Planları doğrultusunda, sektörde önemli gelişmeler elde edilerek, özellikle blok işleme tesisleri için alınan tedbirler ve teşvikler sayesinde modern teknoloji uygulamaları gerçekleştirilmiş, yatırımlarla ihracat artışının yanı sıra istihdam artışı da sağlanmıştır. Ticari anlamdaki mermer blokları ile kesilen ve parlatılan işlenmiş ürünler pazarlarda talep bulmaktadır. İhracat değerlerinde işlenmiş ürünler en yüksek katma değere sahiptir. Türkiye blok ve plaka şeklinde mermer ihraç etmektedir ve söz konusu işlenmiş ürünlerin ihracatı sürekli artış içindedir (İnt.Kyn.3).



Şekil 2.2 Türkiye 2011 Yılı Doğal taş İhracatında İlk 5 Ülke (IMIB,2011)



Şekil 2.3 Türkiye 2011 Yılı Doğal Taş İhracatının Dağılımı (IMIB,2011)

2.2.3 Üretimde Kullanılan Makineler

2.2.3.1 Fayans Hattı ve Makineleri

Fayans hattı ve makineleri bir üretim hattında 30.5×30.5×0.9 cm vs. boyutlarına sahip mermer fayanslar üretilmektedir. Bunun yanında özel siparişlere bağlı olarak da üretim yapılabilir. Bu hattın makineleri;

- **S/T Makineleri:**

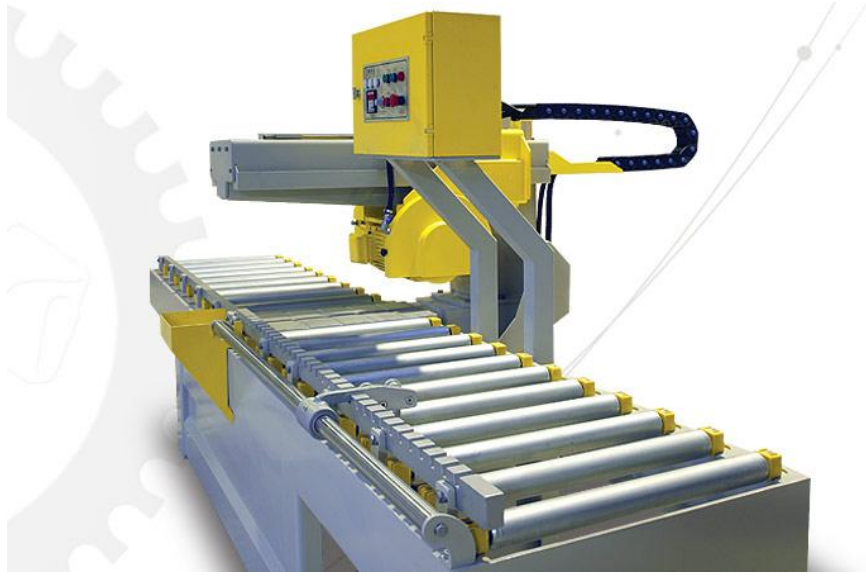
İlk üretimleri Fransız S/T firması tarafından yapıldığı için ülkemizde de bu isimle kullanılmaktadır. Bu makineler (1.8-3.0 m) çapında, 4-6 mm kalınlığında dairesel bir disk etrafına tutturulmuş, soketlerle kesim yaparlar, dönme hızları yüksektir. Hız kontrollüdürler, hidrolik sistem vasıtasıyla ilerlerler. Maksimum kesme derinliği disk çapına göre değişir. Takılabilir en büyük disk çapı motor gücüyle ilgilidir. Mermer bloklar, vagonlar üzerine alındıktan sonra makine altına çekilir ve dairesel testereye yol verilir. S/T makinesinin karakteristiklerine bağlı olmak ve ekonomik sınırlar içerisinde kalmak şartıyla maksimum 65 cm (ekonomik ve teknik parametreler yönüyle 65 cm'den büyük kesimler için katraklar kullanılır) enli mermer dilimler kesilebilir. Alt kenar kesimleri ana gövdeye bağlı yatay testerelerle yapılır. Kesme kalınlık sınırı teknik olarak günümüz koşullarında 13.5-15.0 cm ise de, pratikte bu değer 7-8 cm'dir. S/T makinelerinde verim (8 saat) 65-70 m² arasında değişmektedir. Bu değer orta sertlikteki bir mermer için verilmiştir. ST makineleri, kesici ana gövdeyi tutan kolon (ayak) sayılarına göre; tek ayaklı, çift ayaklı, dört ayaklı olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Onargan, vd. 2005). Çok çeşitli tipleri mevcut olup bir örneği Şekil 2.4' de verilmiştir.



Şekil 2.4 S/T Makinesi (İnt.Kyn.4)

- **Kafa (Baş) Kesme Makinesi**

S/T makinelerinden gelen levhaların bozuk olan uç kısımlarının düzeltilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Yaklaşık 75 cm genişliğe kadar kesme yapabilmektedir. Bu makinelerin çok çeşitli tipleri mevcuttur. Bu makinelerin S/T çıkış hattına yakın olması gerekir. Aksi takdirde iş gücü kaybı doğmaktadır. Makineyi kullanan kişi yüke giriş ve çıkışlarda hızı kesmeli kesim hızını malzemenin cinsine göre ayarlamalıdır. İleri ve geri gidiş tertibatları hidroliktir olduğu gibi elektrik motorlu olanları da vardır. Levhayı istenilen boyutta kesmek için ayarlanabilir kolları mevcuttur. Genelde 2-3 cm kalınlığındaki levhaların baş kısımlarının düzleştirilmesinde ve ebatlaşmasında kullanılır (Kulaksız 2005). Bir örneği Şekil 2.5 de verilmiştir.



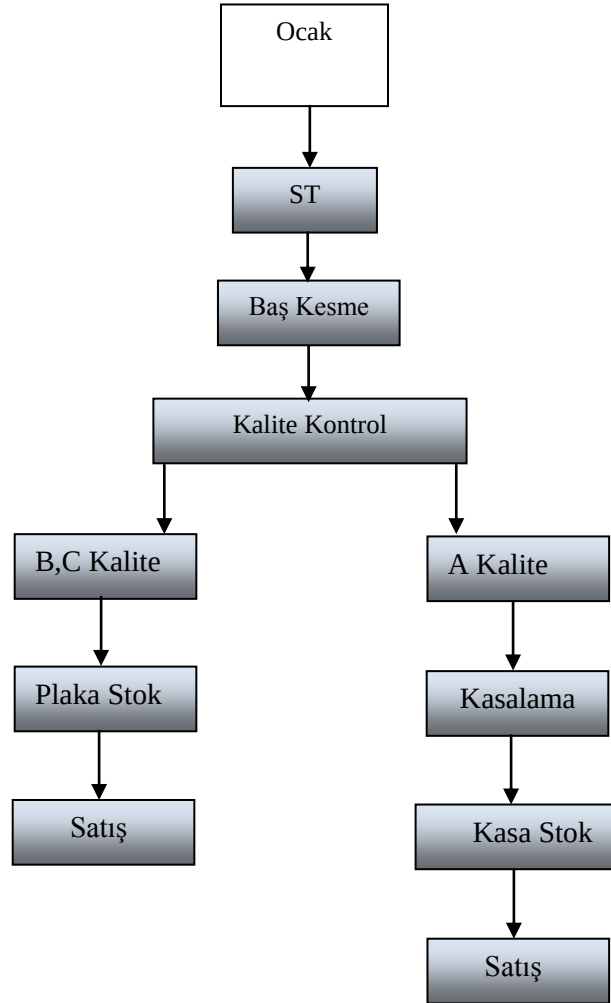
Şekil 2.5 Kafa(Baş) Kesme Makinesi (İnt.Kyn.5)

2.2.4 Üretim Aşamaları

Mermer fabrikalarında üretim sistemi ocaklarda ham blokların seçilmesi ile başlar. Bazı firmalar kendi ocaklarına sahip iken kimileri de başkalarına ait olan ocaklardan blok satın alma yoluna giderek ham blok tedarik ederler. Her iki durumda da blokların seçimi üretimin diğer aşamaları için hayati önem taşımaktadır çünkü seçilen blokların ürün kalitesi ile ilgili olumlu ya da olumsuz özelliklerini bu aşamadan sonra değiştirmek çok daha zor olacaktır. Ocaktan getirilen bloklar fabrikada stoklanırlar. Bundan sonraki adım blokların kesilmesidir. Kesilme adımı ilk işlem kesim hattının seçilmesidir. Mermer fabrikalarında iki temel kesim hattı bulunur, bunlar levha hattı ve plaka hattı ya da hatların başındaki ana makine adlar ile isimlendirilerek katrak ve ST hattı olarak adlandırılırlar. Blok boyutları ve planlanan ürünlere bağlı olarak hatlar seçildikten sonra kesim işlemine geçilir (Akkoyun ve Ankara 2007).

Çalışmanın yapıldığı Çıracıoğlu Ay-Çır Mermer San. İşletmesinde doğal taş blokları ST ve baş kesme makinesi süreçleri sonrasında yatay yarma makinesinde işlenmeye başlanmaktadır. Tüm ST-Baş kesme makine gruplarından elde edilen ebatlı plakalar tek yatay yarma makinesinde işlendiği için bu süreçte doğal taş bloğu ile plaka ürünü arasındaki bağ kopmaktadır. Bu nedenle; bu çalışmada doğal taş üretim süreçleri baş

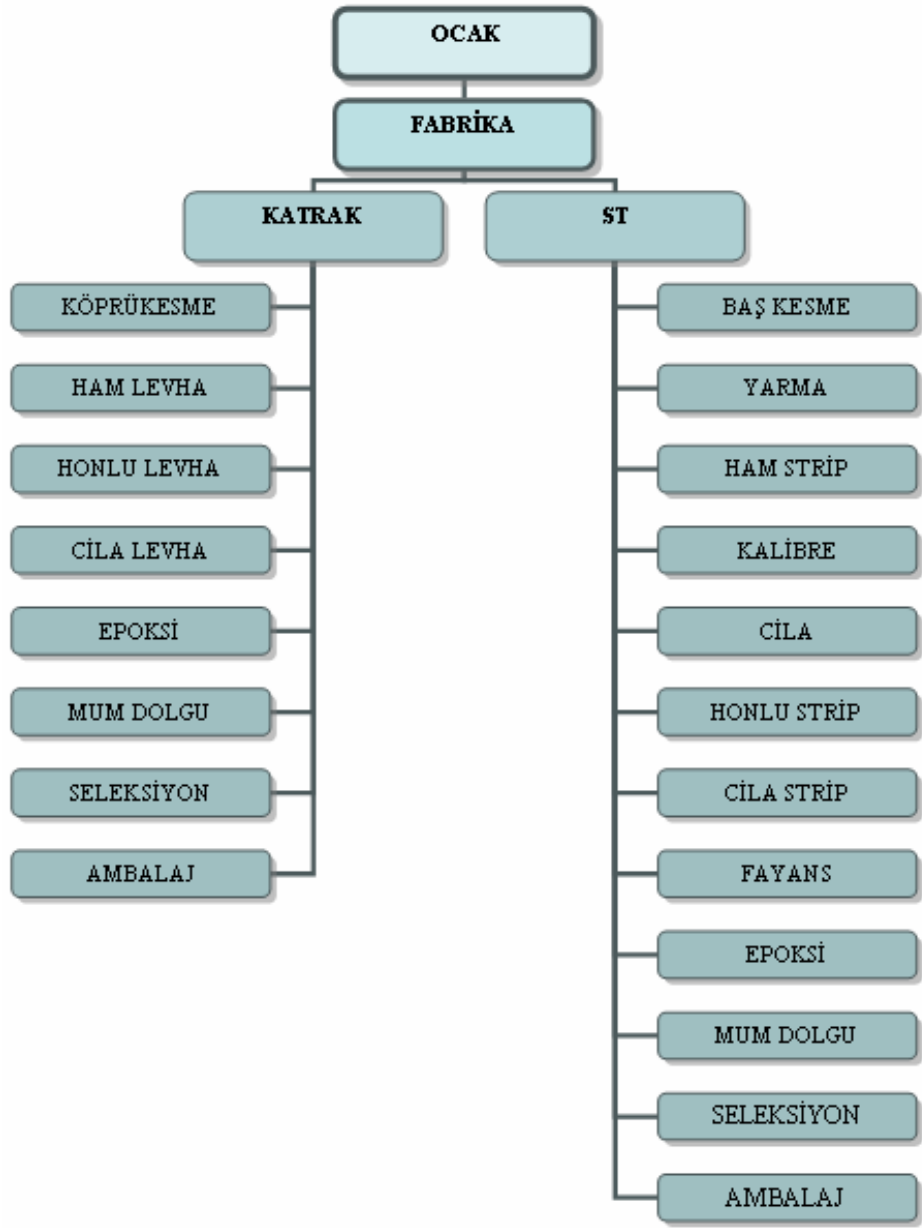
kesme makinesi ebatlı plaka çıkışına kadar ele alınmıştır. Bu aşamaya kadar gerçekleşen üretim aşamaları Şekil 2.6 daki akış diyagramında verilmiştir.



Şekil 2.6 Çalışmada Ele Alınan Üretim Süreçleri

Bir doğal taş işletmesindeki tüm süreçlerin genel akım şeması ise Şekil 2.7 de verilmiştir. Akım şemalarından da anlaşılacağı gibi ocaktan gelen mermer blokları fabrikada farklı ürünlere dönüştürülmektedir. Bunlar aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar.

- Ham Levha
- Honlama Levha
- Cila Levha
- Ham Ebatlı (Ham Strip)
- Honlama Ebatlı (Honlu Strip)
- Cila Ebatlı (Cila Strip)
- Fayans



Şekil 2.7 Doğal taş işleme tesisleri için iş akış şeması ve makine parkı (Akkoyun 2006)

Şekilde bahsi geçen ürünlerin her birisinin üretimi için kullanılan makineler ve işlem adımları işletmelerde yapılan incelemeler sonucunda çıkarılmıştır. Buna göre her bir ürün için kullanılan makine ve işlem adımları Çizelge 2.6’da verildiği gibidir (Akkoyun 2006).

Çizelge 2.6 Mermer Üretim Akım Şemaları (Akkoyun 2006)

Ham Levha	Honlu Levha	Cila Levha	Ham Ebatlı	Honlama Ebatlı	Cila Ebatlı	Fayans
Ocak	Ocak	Ocak	Ocak	Ocak	Ocak	Ocak
Nakliye	Nakliye	Nakliye	Nakliye	Nakliye	Nakliye	Nakliye
Stok	Stok	Stok	Stok	Stok	Stok	Stok
Katrak	Katrak	Katrak	ST	ST	ST	ST-Katrak
Köprü Kesme	Köprü Kesme	Köprü Kesme	Başkesme	Başkesme	Başkesme	Başkesme
Seçim	Honlama	Cila	Yarma	Yarma	Yarma	Yarma
Ambalaj	Seçim	Dolgu	Seçim	Honlama	Kal. Cila	Fayans Hattı
	Ambalaj	Seçim	Ambalaj	Seçim	Dolgu	Dolgu
		Ambalaj		Ambalaj	Seçim	Seçim
					Ambalaj	Ambalaj

2.3 YAPAY SİNİR AĞLARI

2.3.1 Yapay Sinir Ağları Tanımı

Günümüzde bilgi işleme, büyük ölçüde bilgisayarlarla gerçekleştirilmektedir. Bilgisayarlar çok büyük boyuttaki veri/bilgiyi insanlara göre çok daha hızlı bir şekilde işleyebilmektedir. Aynı şekilde sayısal işlemlerde bilgisayarlar, insan beyniyle kıyaslanamayacak kadar hızlıdır. Ancak ses ve görüntü algılama ve işleme, plan yapma ve öğrenme gibi işlemleri insan beyni çok kısa sürede gerçekleştirebilirken, bilgisayarlar bu işlemleri teorik olarak sonsuz zaman ve sonsuz hafıza kullanarak, çok az miktarda ve çok daha az başarıyla sonuçlandırır. Ayrıca insan beyni, bozulduğunda bütün beynin faaliyetinin durmasına yol açacak merkezi bir işlemciye sahip değildir. Bir bilgisayar programında tek bir komutun bile yanlış olması programın çalışmaması veya tamamen yanlış bir sonuç vermesine neden olurken, insan beynindeki bir sinir hücresinin (nöronun) faaliyetini yitirmesi beynin bütün faaliyetini veya bazı fonksiyonlarını tamamen yitirmesine neden olmaz. Bunun nedeni bilgisayarların seri, beynin elemanlarının ise paralel işlemci mantığı ile çalışmasından kaynaklanır, yani bilgisayarlarda tek bir merkezi işlemci her hareketi sırasıyla gerçekleştirmektedir.

Beyinde ise her bir sinir hücresi, büyük bir problemin bir parçasıyla ilgilenen birbirine paralel bağlanmış bir işlemci eleman yapısındadır. Sinir hücreleri kendi başlarına yavaş olmalarına karşın sistem paralel çalışmasından dolayı hızlıdır. Beynin ve bilgisayarların birbirlerinden farklı olarak üstün oldukları bu özellikler ve son zamanlarda beynin çalışma sistemi üzerine edinilen bilgilerin artması, insan beynini modelleyerek çalışan bilgisayar araştırmalarını da arttırmıştır (Baş 2006).

Bu yaklaşımın sonucu, yapılan çalışmalarda beynin temel işlemci elemanları olan sinir hücrelerinin oluşturduğu ağ yapısının matematiksel modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Beynin bütün davranışlarını modelleyebilmek için fiziksel bileşenlerinin doğru olarak modellenmesi gerektiği düşüncesi ile çeşitli yapay sinir hücreleri ve ağ modelleri geliştirilmiştir. Böylece, “Yapay Sinir Ağları” denen günümüz bilgisayarlarının algoritmik hesaplama yöntemlerinden farklı bir çalışma disiplini ortaya çıkmıştır (Saraç 2004).

Yapay sinir ağı, beynin bazı fonksiyonlarını ve özellikle öğrenme yöntemlerini benzetim yolu ile gerçekleştirmek için tasarlanır ve geleneksel yöntem ve bilgisayarların yetersiz kaldığı sınıflandırma, kümeleme, veri işleme, çok duyulu makine gibi alanlarda başarılı sonuçlar verir. Yapay sinir ağının özellikle tahmin problemlerinde kullanılabilmesi için çok fazla bilgi ile eğitilmesi gerekir. Ağların eğitimi için çeşitli algoritmalar geliştirilmiştir. Yapay sinir ağının temel yapısı, beyne sıradan bir bilgisayarinkinden daha çok benzemektedir. Yine de birimleri gerçek nöronlar kadar karmaşık değil ve ağların çoğunun yapısı, beyin kabuğundaki bağlantılarla karşılaştırıldığında büyük ölçüde basit kalmaktadır. Çünkü insan beyninde yaklaşık 10^{12} adet nöron vardır ve aradaki bağlantıları da göz önüne alırsak bunun günümüz teknolojisi ile sağlanmasının mümkün olmadığı görülür (Öztemel 2003).

Yapay sinir ağları nöron olarak da adlandırılan düğümlerden oluşurlar. Bir yapay sinir ağı düğümünün görevi, girişindeki sayıları kendi ağırlık değerleri ile çarpıp, sonra çarpımları toplayıp, toplamı bir yumuşatma fonksiyonundan (genelde sigmoid veya tanh) seçildikten sonra çıkışa vermektir. Ancak giriş ve çıkış katmanındaki nöronlar bu kuraldan hariçtir. Giriş katmanındaki nöronlar sadece içerdikleri değerleri çıkışa

aktarırlar. Çıkış katmanındaki nöronlar ise sadece kendi girişlerindeki verilerin uygun ağırlıklarla çarpılmış hallerini toplayıp saklarlar. Bu işleme; ilerleme (propagation) denilir. Bir nöronun çıkışındaki değerlerin genelde 0..1 (sigmoid) veya -1..1 (tanh) arasında olması istenir. Bu değerler o çıkışın seçilme derecesini gösterir. Burada yumuşatma fonksiyonun görevi hem çıkışları belirli değerler arasında tutmak hem de sürekli bir fonksiyon oluşturmaktır. Fonksiyonun sürekli olması türevinin alınması için, türevinin alınması ise eğitme aşamasındaki algoritmalar için gereklidir. Fonksiyonun türev karakteristikleri eğitme aşamasının hızını ve başarısını da etkiler. Bu nedenle yaygın olarak kullanılan fonksiyonlar önceden de belirtilen sigmoid ve tanh fonksiyonlarıdır (Zurada 1992).

2.3.2 Yapay Sinir Ağları Tarihçesi

1940'dan önce Helmholtz, Pavlov, Poincare gibi bazı bilim adamlarının yapay sinir ağları kavramı üzerinde çalıştıkları bilinmektedir, ancak bu çalışmaların matematiksel bir tabanı yoktur. 1940'lı yıllarda McCulloch ve Pitts, Hebb, Rosenblatt gibi bilim adamlarının bu konudaki çalışmaları yapay sinir ağları çalışmalarının mühendislik alanına kayması ve günümüzdeki yapay sinir ağlarının temelini oluşmasına neden olmuştur.

Donald Hebb 1949 yılında yayımlanan "The Organization of Behavior" adlı kitabı ile öğrenebilen ve uyum sağlayabilen sinir ağları modeli için temel olacak Hebb Kuralı'nı ortaya koymuştur. Hebb kuralı; sinir ağlarının bağlantı sayısının değiştirilebilmesi durumunda ağı öğretilebileceğini ileri sürer (Mehrotra et al. 1996).

1958 yılında Frank Rosenblatt tarafından geliştirilen "Perceptron" yapay sinir ağlarındaki çalışmaları hızlandırmıştır. Perceptron tek katmanlı, eğitilebilen ve tek çıkışa sahip olan bir yapay sinir ağıdır. Perceptronun daha sonra geliştirilecek ve yapay sinir ağları çalışmalarında devrim kabul edilen çok katmanlı yapay sinir ağlarının temelini oluşturması açısından tarihsel önemi vardır. 1959 yılında Bernard Widrow ve öğrencisi Marcian Hoff, ADALINE (ADaptive LInear NEuron) modelini ortaya atmışlardır. Yapay sinir ağlarının mühendislik uygulamalarında kullanılmaya başlanması için atılan ilk adımlardan biri olan bu model, 1970'lerin sonlarında ortaya

ıkan ve ADALINE modelinin çok katmanlı hali olan MADALINE'nin temelini oluşturur ve telefon hatlarında oluşan yankıları yok eden bir sistem olarak kullanılması ile de gerçek dünya sorunlarına uyarlanmış ilk yapay sinir ağı ünvanını alır (Öztemel 2003).

Yapay zeka çalışmalarının o devirde önde gelen isimleri Marvin Minsky ve Seymour Papert 1969 yılında yayımladıkları “Perceptrons” adlı kitaplarında perceptronun bilimsel bir değerinin olmadığını, doğrusal olmayan problemlere çözüm üretemediğini vurgulamışlar ve buna ispat olarak XOR (exclusive-or) probleminin perceptron ile özlememesini örnek göstermişlerdir. Bu olay yapay sinir ağlarının problem çözümlerinde uygulanabilirliğine olan inancın zayıflamasına, bu çalışmalara destek veren ve ABD Pentagon'da yer alan DARPA isimli organizasyonun desteğini çekmesine yol açmıştır. Yapay sinir ağları çalışmaları durma noktasına gelmiş, ancak yapay zeka alanındaki diğer yöntemlerin desteklenmesi artmıştır. Ancak Shun-ichi Amari, James Anderson, Michael Arbib, Kunihiko Fukushima, Stephen Grossberg, Teuvo Kohonen, Arthur Little, Cristoph von der Malsburg ve Paul Werbos gibi bazı bilim adamları yapay sinir ağları alanındaki çalışmalarını sürdürmüşlerdir. (Gülseçen 1993).

1982 yılında Kohonen “zrgtlemeli nitelik haritaları (selforganizing feature maps-SOM)” konusundaki çalışmasını yayımlamıştır. Bu çalışmadan yola çıkarak Hinton ve çalışma arkadaşları Boltzman makinesini geliştirmiştir. 1986'da Rumelhart ve McClelland karmaşık ve çok katmanlı ağlar için geri yayılım öğrenme algoritmasını (backpropagation) ortaya koymuşlardır. Bu alışma ile Parker ve Werbos'un yaptıkları araştırmalar, tek katmanlı ağlarla özlemeyen XOR probleminin çözülmesini sağlamıştır (Mehrotra et al. 1996).

1988'de Broomhead ve Lowe, Radyal Tabanlı Fonksiyonlar (Radial Basis Functions-RBF) modelini geliştirmişlerdir. Doksanlı yılların başlarından itibaren sayısız çalışma ve uygulamalar geliştirilmiş, özellikle yapay sinir ağlarını eğitmek için gerekli süreleri kısaltmak, yeni ve daha verimli öğrenme algoritmaları geliştirmek, zamana bağlı olarak

değişen modellere karşılık verebilen ağlar ve silikon sinir ağları geliştirmek, yapılan araştırmaların en önemli amaçlarını oluşturmaktadır (Baş 2006).

2.3.3 Yapay Sinir Hücresinin Modellenmesi

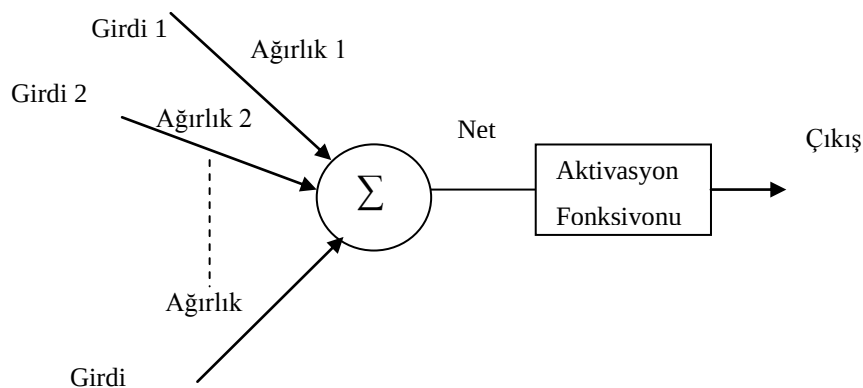
Biyolojik sinir ağlarının sinir hücrelerinden oluşması gibi, yapay sinir ağları da yapay sinir hücrelerinden meydana gelmektedir. Yapay sinir hücreleri ayrıca düğüm (node), birim (unit) veya işlemci eleman (processing unit) olarak da adlandırılmaktadır. Bir yapay sinir ağı, birbiriyle bağlantılı çok sayıda yapay sinir hücresinden meydana gelmektedir. Yapay sinir hücreleri biyolojik sinir hücrelerinin basit bir modelidir.

Yapay sinir ağlarının içinde bulunan tüm sinir hücreleri bir veya birden fazla girdi alırlar ve tek bir çıktı verirler. Bu çıktı yapay sinir ağının dışına verilen bir çıktı olabileceği gibi başka bir yapay sinir hücresine girdi olarak da verilebilir (Baş 2006).

Bir yapay sinir hücresi genel olarak beş temel bileşenden oluşmaktadır.

- Girdiler
- Ağırlıklar
- Toplama fonksiyonu
- Aktivasyon fonksiyonu
- Çıktı

Bileşenler Şekil 2.8 de verilmiştir.



Şekil 2.8 Yapay Sinir Hücresinin Yapısı (Gurney 1996)

2.3.3.1 Girdiler

Girdiler, bir yapay sinir hücresine giren bilgilerdir. “Input” olarak da adlandırılırlar. Bu bilgiler dış ortamlardan ya da diğer sinir hücrelerinden gelebilir. Dış ortamlardan gelen bilgiler, ağız öğrenmesi istenen örnekler tarafından belirlenmektedir.

2.3.3.2 Ağırlıklar

Ağırlıklar, sinir hücresine giren bilgilerin hücre çıkışına yansıma miktarını belirleyen nümerik katsayılardır. Bir ağ yapısı içerisinde bir nörona gelen tüm bağlantıların mutlaka bir ağırlık değeri vardır. Bu şekilde ağırlıklar her nöronu ayrı ayrı etkilemiş olurlar.

2.3.3.3 Toplama Fonksiyonu

Toplama fonksiyonu, hücreye gelen girdilerin toplamını hesaplayan ve net bir değer elde eden fonksiyondur. Bu fonksiyon denklem 2.1 de gösterilmiştir.

$$Net = \sum_{i=1}^N Ağırlık_i * Girdi_i \quad (2.1)$$

Yapay sinir ağının yapısına göre toplama fonksiyonu, maksimum, minimum, çarpım veya çeşitli normalizasyon işlemlerinden birisi olarak da ifade edilebilir. Bir problem için en uygun toplama fonksiyonu çeşidini bulmak için herhangi bir formül yoktur. Toplama fonksiyonu genellikle deneme yanılma yoluyla bulunmaktadır. Ayrıca bir yapay sinir ağındaki bütün işlemci elemanların aynı toplama fonksiyonuna sahip olması gibi bir zorunluluk da yoktur. Bazen aynı yapay sinir ağı içindeki işlemci elemanların bazıları aynı toplama fonksiyonunu, diğerleri ise başka fonksiyonları kullanabilirler. Bu tamamen tasarımcının kendi kararına bağlıdır (Öztemel 2003).

2.3.3.4 Aktivasyon Fonksiyonu

Aktivasyon fonksiyonu, toplama fonksiyonundan gelen girdiyi işleyerek yapay sinir hücresinin çıkışını belirler. Transfer fonksiyonu olarak da adlandırılan aktivasyon fonksiyonu çeşitli tiplerde ve genellikle doğrusal olmayan bir fonksiyondur. Doğrusal

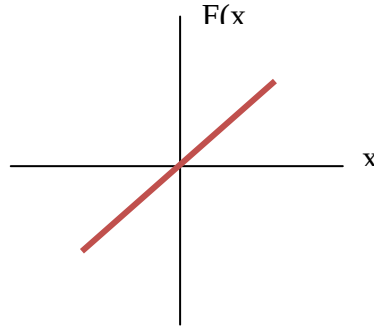
fonksiyonların tercih edilmemesinin nedeni, doğrusal fonksiyonlarda girdi ile çıktının doğru orantılı olmasıdır. Bu durum ilk yapay sinir ağları denemelerinin başarısızlıkla sonuçlanmasının temel nedenidir (Minsky and Papert 1969).

Uygun aktivasyon fonksiyonunun seçimi tasarımcının farklı fonksiyonları denemeleri sonucunda belirlenmektedir. Ancak çok katmanlı ağ (MLP) gibi bazı modeller aktivasyon fonksiyonunun, türevi alınabilir bir fonksiyon olmasını şart koşmaktadır. Ayrıca fonksiyonun seçimi, yapay sinir ağının verilerine ve neyi öğrenmesinin istendiğine de bağlıdır. Aktivasyon fonksiyonu olarak en çok kullanılanlar sigmoid fonksiyon ve hiperbolik tanjant fonksiyonlarıdır. Aktivasyon fonksiyonu, toplama fonksiyonundan gelen girdiyi dönüştürerek istenilen değerler arasında sınırlandırmaktadır. Bu değerler kullanılan aktivasyon fonksiyonun tipine göre genellikle $[0,1]$ veya $[-1,1]$ arasındadır. Bu değer aktivasyonun fonksiyonunun, dolayısıyla yapay sinir hücresinin çıktı değeri olarak ya dış ortama ya da girdi olarak başka bir yapay sinir hücresine iletilmektedir. Aktivasyon fonksiyonu işlemi öncesinde, sisteme tekdüze (uniform) dağılmış bir rassal hata eklenebilmektedir. Bu rassal hatanın kaynağı ve büyüklüğü sistemin öğrenme sürecinde belirlenir ve sebebi, insan beyninin işlevinin, içinde bulunduğu ortamın koşullarından etkilenmesidir. Örneğin ortamın soğuk/sıcak olmasından insan beyni etkilenmektedir. Bu nedenle yapay sinir ağları literatüründe rassal hata ekleme işlemi “sıcaklık (temperature)” olarak da adlandırılmaktadır. Ancak günümüzde rassal hata işlevi tam olarak kullanılmamakta ve hala bir araştırma süreci içinde bulunmaktadır. Ayrıca bazı yapay sinir ağlarında, aktivasyon fonksiyonunun çıktısı üzerinde başka işlemler, ölçeklendirme ve sınırlandırma yapılabilmektedir (Yurtoğlu 2005).

Yapay sinir hücrelerinde yaygın olarak kullanılan çeşitli aktivasyon fonksiyonları aşağıda verilmiştir.

- **Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonu**

Doğrusal problemlerin çözümünde kullanılan bu fonksiyon, gelen net girdileri doğrudan hücre çıkışı olarak vermektedir. Matematiksel olarak $x=f(x)$ şeklinde tanımlanmaktadır. Fonksiyonun grafiksel ifadesi Şekil 2.9 da verilmiştir.



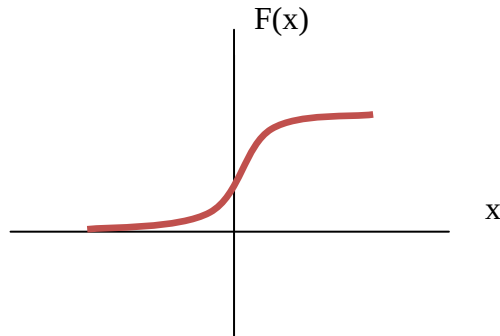
Şekil 2.9 Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonu

- **Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu**

Sigmoid aktivasyon fonksiyonu, türevi alınabilir, sürekli ve doğrusal olmayan bir fonksiyon olması nedeniyle uygulamada en çok kullanılan aktivasyon fonksiyonudur. Bu fonksiyon, net girdinin her değeri için 0 ile 1 arasında bir değer üretmektedir. Fonksiyonun formülü Denklem 2.2 de verilmiştir.

$$y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (2.2)$$

Sigmoid aktivasyon fonksiyonunun grafiksel ifadesi Şekil 2.10 da verilmiştir.



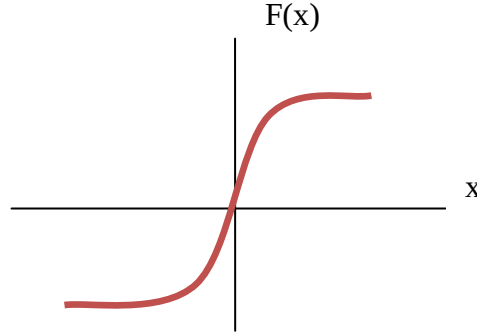
Şekil 2.10 Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu

- **Hiperbolik Tanjant Aktivasyon Fonksiyonu**

Hiperbolik tanjant fonksiyonu, gelen net girdinin tanjant fonksiyonundan geçirilmesi ile hesaplanmaktadır ve sigmoid aktivasyon fonksiyonunun farklı bir çeşididir. Sigmoid

aktivasyon fonksiyonunda çıktı 0 ile 1 arasında bir değer alırken, hiperbolik tanjant fonksiyonunda çıktı -1 ile 1 arasındadır ve şu şekilde hesaplanır. Hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonunun grafiksel ifadesi Şekil 2.11 da verilmiştir. Fonksiyonun formülü Denklem 2.3 de ifade edildiği gibidir.

$$Y=f(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{e^x - e^{-x}} \quad (2.3)$$



Şekil 2.11 Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu

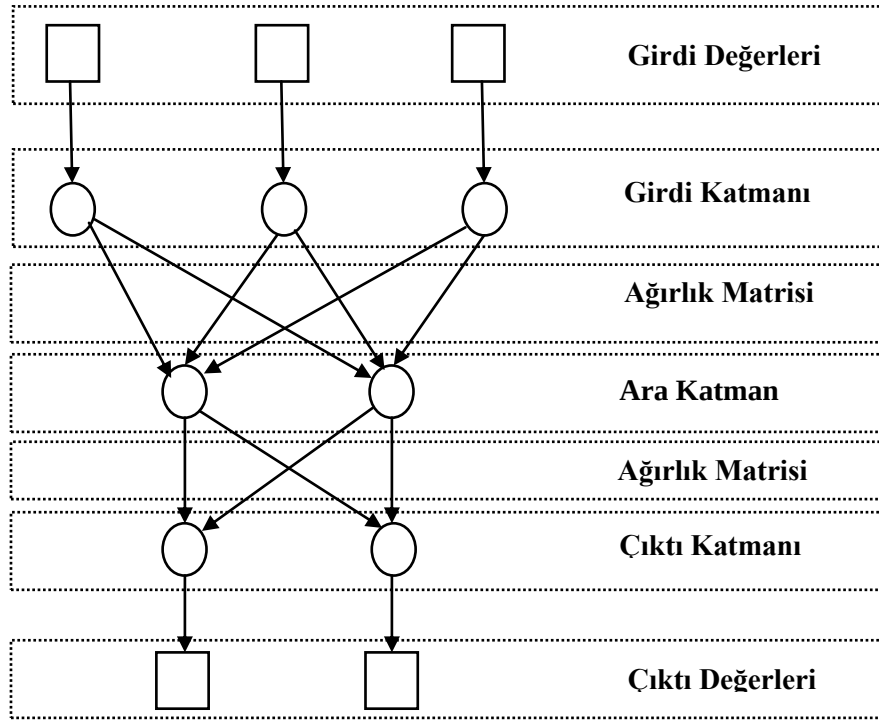
2.3.3.5 Hücrenin Çıktısı

Yapay sinir hücresinin çıktısı; nöronun net çıkışının yukarıda bazı örnekleri gösterilen aktivasyon fonksiyonuna girdi olarak verilmesiyle oluşan değerdir. Bu değer, başka bir yapay sinir hücresine girdi olarak gönderilebileceği gibi doğrudan çıktı olarak da işlem yapılabilir. Bir yapay sinir hücresinin birden fazla girdisi olmasına rağmen tek bir çıktısı olmaktadır.

2.3.4 Yapay Sinir Ağlarının Mimarisi

Yapay sinir hücreleri bir araya gelerek yapay sinir ağını meydana getirmektedir. Yapay sinir hücrelerinin bir araya gelmesi rastgele değildir. Yapay sinir hücrelerinin genellikle birbiriyle bağlantılı 3 katman halinde ve her katman içinde birbirine paralel olacak şekilde bir araya gelerek ağı oluşturdukları görülür. Bu 3 katman, girdi katmanı (input layer), ara katman (hidden layer) ve çıktı katmanı (output layer) olarak adlandırılır. Girdi katmanı, dış ortamdan bilgileri alarak ara katmanlara iletmekle görevlidir. Bazı yapay sinir ağlarında bu katmanda herhangi bir bilgi işleme olmamaktadır. Ara katman, girdi katmanından gelen bilgileri işleyerek çıktı katmanına iletmekle görevlidir. Gizli katman olarak da adlandırılan ara katman birden fazla olabilmektedir. Ara katmanlar

çok sayıda yapay sinir hücresi içermektedirler ve bu hücreler yapay sinir ağı içindeki diğer hücrelerle bağlantılıdır. Çıktı katmanı, ara katmandan gelen işlenmiş bilgileri dış ortama aktarmakla görevlidir (Baş 2006). İleri Beslemeli YSA mimarisinin bir örneği Şekil 2.12 de verilmiştir.



Şekil 2.12 Tipik 3 Katmanlı İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Mimarisi (İnt.Kyn.7)

2.3.5 Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi

Yapay sinir ağlarının eğitilmesi:

- Denetimli Öğrenme
- Denetimsiz Öğrenme

olmak üzere ikiye ayrılır.

2.3.5.1 Denetimli Öğrenme

Öğretmenli öğrenme diye de adlandırılabilir. Bu öğrenme şeklinde ağın ürettiği çıktı değerleri ile eldeki mevcut çıktı değerleri karşılaştırılır. Veriler ağı sunuldukça başlangıçta seçilen ağırlık değerleri iterasyon (yineleme) sonucu değişerek en yakın sonuca yakınsamaya çalışır. Toplam hatanın en aza indirgenmesi (kullanıcı tarafından

yeterli görülene kadar) iterasyonlarla sağlanmaya çalışılır. Eğitim safhası geçtikten sonra ağın kullanılabilirliğinin kontrol edilmesi gerekir. Buna test süreci denir. Test sürecinde eğitim seti içinden ağı eğitiminde kullanılmamış veriler alınarak ağı sunulur. Yani eğitim setinin verilerinin tümü ağı eğitmek için kullanılmaz, bir kısmı da ağın yeterli derecede öğrenip öğrenmediğini kontrol etmek için kullanılır. Bu safhada eğitim setinde kullanılmamış olan veriler (girdi-çıkı değerleri) ağı gösterilerek performans değerlendirmesi yapılır. Test seti olarak seçilen verilerin geniş kapsamlı olması gerekir. Yani eğitim setini en iyi şekilde temsil etmelidir. Elde edilen sonuçlar kabul edilebilir hata sınırları içindeyse ağı eğitimi tamamlanmıştır denir ve yeni veriler gösterilerek ağı tahminde bulunması istenir. Şayet deney setine ağı verdiği cevaplar hata sınırlarını aşıyorsa ağı yeni baştan eğitilmelidir. Farklı sonuçlara ulaşabilmek için nöronlar arası ağırlık değerleri, gizli katman sayısı ya da katmanlardaki nöron sayıları, iterasyon sayısı vb. değişiklikler yapılabilir (Sağıroğlu et al. 2003).

2.3.5.2 Denetimsiz Öğrenme

Bu tür stratejide sistemin öğrenmesine yardımcı olan herhangi bir öğretmen yoktur. Sisteme sadece girdi değerleri gösterilir. Örneklerdeki parametreler arasındaki ilişkileri sistemin kendi kendisine öğrenmesi beklenir. Bu, daha çok sınıflandırma problemleri için kullanılan bir stratejidir. Yalnız sistemin öğrenmesi bittikten sonra çıktıların ne anlama geldiğini gösteren etiketlendirmenin kullanıcı tarafından yapılması gerekmektedir (Öztemel 1993).

2.3.6 Öğrenme Kuralları

Yapay sinir ağlarında sıklıkla kullanılan öğrenme kurallarından bazıları:

- Hebb Kuralı
- Hopfield Kuralı
- Kohonen Kuralı
- Delta Kuralı

olarak sayılabilir.

2.3.6.1 Hebb Kuralı

En iyi bilinen öğrenme kurallarından biridir. İki nöron arasında aynı işaretli bilgi akışı bulunduğu sürece nöronların arasındaki ağırlık değerleri yükselir.

2.3.6.2 Hopfield Kuralı

Bu öğrenme kuralı Hebb kuralına göre daha yüksek kapasitede öğrenme sağlar(Storkey & Valabregue, 1997).Bu kurala göre; Eğer beklenen girdi ve çıktıların her ikisi de aktif ya da pasifse hücreler arası bağlantı öğrenme katsayısı kadar kuvvetlendirilir ya da zayıflatılır. Öğrenme katsayısının belirli bir değeri yoktur, kullanıcı tarafından atanır (Akarslan 2009).

2.3.6.3 Kohonen Kuralı

Kohonen (1982) tarafından geliştirilen bu öğrenme kuralı biyolojik sistemlerdeki öğrenmeden esinlenilmiştir. Bu kuralda işlemci elemanlar, ağırlıklarının ayarlanması (öğrenme) için yarışmaktadırlar. Kazanan işlemci elemanın bağlantı ağırlıkları değiştirilmektedir. En uygun çıktıya sahip işlemci elemanın kazandığı kuralda bu işlemci eleman, kendisine komşu işlemci elemanların ağırlıklarının değiştirilmesine de izin vermektedir (Baş 2006).

2.3.6.4 Delta Kuralı

Hebb kuralının geliştirilmiş halidir. En çok kullanılan öğrenme kurallarından birisidir. Kuralın dayandığı temel düşünce, beklenen değerler ile ağın ürettiği değerler arasındaki farkın (delta) en aza indirilebilmesi için ağırlık değerlerinin değiştirilmesidir. Bağlantı ağırlıkları değiştikçe ağın hatası da (ortalama karesel hata) azalmaktadır. Toplam hatanın geri yayılımı aktivasyon fonksiyonunun türevi alınarak yapılmaktadır. Dolayısıyla hata “eğimli iniş” (gradient descent) adı verilen bir sistemle en aza indirgenmeye çalışılmaktadır. Her bir nörona belli bir oranda hata paylaştırılmakta ve bir sonraki iterasyonun katsayıları bulunmaktadır. Bu işlem giriş katmanındaki nöronlara kadar tüm ağ boyunca yapılır. Burada yanlış anlamaya sebebiyet vermemek için bir açıklama yapmak gerekirse, hatanın geriye doğru yayılması ağın geri-yayılımlı

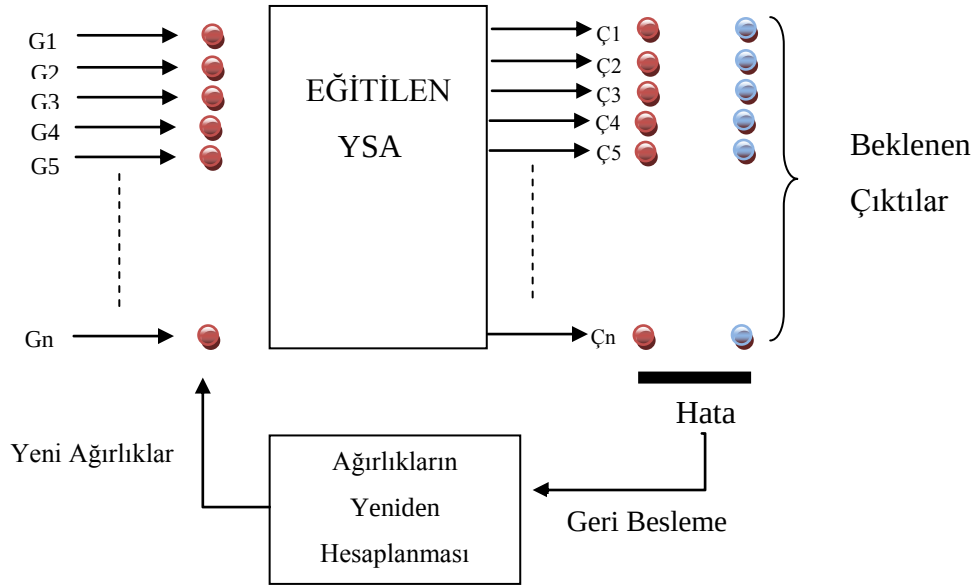
(back-propagation) bir ağ olduğunu göstermez. Ağın ileri ya da geri yayılımlı olması nöronlar arası bağlantı geometrisiyle alâkalıdır. Hatanın geri yayılımı ise öğrenme kuralına bağlı olarak gelişmektedir (Elmas 2003).

Yapay sinir ağlarının eğitilmesi işlemleri şu şekilde özetlenebilir (Demir 2005);

1. Yapay sinir ağının ne yapacağına karar verilir. Bu karar doğrultusunda ağın eğitimi için örnekler toplanır. Bazı durumlarda bu örnekler üzerinde ön işlem yapılması gerekebilir. Bu ön işlemin amacı, aynı şeyi temsil eden verilerin birbirine benzer, farklı şeyleri temsil eden verilerin ise farklı hale getirilmesidir.
2. Yapay sinir ağı örneklerin toplanmasından sonra eğitilir. Bu esnada giriş ve çıkış diye ayrılan veriler, arasında doğru bir bağlantı kurulana kadar yapay sinir ağının içindeki bağlantı ağırlıkları (weights) ayarlanacaktır. Bu işlem hata belli bir oranın altına düşene ya da eğitme işlemi belli bir tekrar sayısına ulaşana kadar devam eder.
3. Yapay sinir ağı test edilir. Yapay sinir ağının iyi eğitip eğitilmediğini anlamak için, yapay sinir ağına daha önce hiç görmediği veriler verilir. Eğer hiç eğitilmediği ve daha önce karşılaşmadığı verilerle de doğru sonuçlar veriyorsa, o zaman yapay sinir ağı veriler arasındaki bağlantıları doğru kurmuş ve kullanılmaya hazır demektir. Eğer büyük bir hata oluşuyorsa daha çok ya da daha iyi veriler ile yapay sinir ağı yeniden eğitilmelidir. Böyle bir durumda yapay sinir ağının yapısını yani düğüm sayılarını değiştirmek de işe yarayabilir. Çok az düğüm sayısı öğrenme oranını düşürdüğü gibi çok fazla düğüm veya katman sayısı da hem öğrenmeyi yavaşlatacak hem de bazı durumlarda öğrenmeyi zorlaştıracaktır. Bu sayılar öğrenilmesi istenen bağlantıya bağlıdır, ancak henüz nasıl belirleneceklerine dair kesin bir yöntem yoktur. Şimdilik en uygun yöntem deneme-yanılamadır.
4. Artık Yapay sinir ağı kullanıma hazırdır. Yeni veriler girilir ve sonuçlar gözlenir. Başarılı bir yapay sinir ağı geliştirmenin sırrı yeterli miktarda iyi veriye sahip olmaktır. Çünkü yapay sinir ağları da bir insan gibi tecrübe ederek

öğrenir. Bu veriler ne kadar çok, çeşitli ve sağlam olursa öğrenme de o kadar etkin olur.

Bir YSA sisteminin eğitimi gösteren şema Şekil 2.13’de verilmiştir.



Şekil 2.13 Yapay Sinir Ağının Eğitilmesi (Demir 2005)

2.4 Doğal Taş Üretim Süreçlerinin Kontrol ve Otomasyonu

Üretimin planlanıp yönetilmesi ve kontrolü birbirini bütünleyen iki temel adımdır. Planlama ve yönetim adımı üretime geçen bir işletmenin personel ve makinelerinin yönetilmesini kapsar. Burada amaç en verimli ve kazançlı üretimi en sağlıklı koşullarda gerçekleştirmektir. Üretimin sağlıklı olabilmesi ve rekabet koşullarına uygun belirli bir kalite düzeyini yakalayabilmesi için kontrol edilmesi de gerekmektedir. Üretim kalite kontrolü, sürecin her aşamada test ve ölçümler ile istatistiksel araçlar da kullanarak kontrol altında ve hedeflere uygun olarak çalışıp çalışmadığının sınanmasıdır. Bilgi teknolojileri bilgisayarın günlük hayatta kullanılmasının ardından ortaya çıkmış ve büyük gelişmeler göstermiştir. Yakın geçmişe kadar bilgi teknolojilerinden yararlanabilmek için belirli bir ekonomik düzeye sahip olmayı ve bilgisayar okuryazarı olmayı gerektirirken, günümüzde toplumun hemen her kesimi bilgisayar ve bilgi teknolojilerinin ürünlerini bir biçimde kullanır hale gelmiştir. Bilgi teknolojilerinin

bilimin farklı alanlarında çeşitli uygulamalarda uygulanması sonucunda bilgisayar destekli yöntemler ya da ‘bilimde modern yöntemler’ olarak bilinen yöntemler geliştirilmiş ve hukuktan endüstriye her alanda uygulanmaya başlamıştır. Bilimde modern yöntemler aşağıdaki gibi özetlenebilir (Akkoyun 2008);

- Yer kabuğunun modellenmesi
- Uzaktan algılama
- Coğrafi bilgi sistemleri (GIS)
- Modelleme ve benzetim
- Yapay zeka teknikleri
- Uzman sistemler
- Veri tabanları ve veri madenciliği
- Optimizasyon
- Genetik algoritma
- Bulanık mantık
- Karar Ağaçları
- Web tabanlı uygulamalar

Günümüzde internet, bilgisayar, bilgisayar ağları (LAN- Local Area Network, WAN- Wide Area Network) teknolojilerinin hızla gelişmesi işletmelere büyük avantajlar kazandırmıştır. İşletmeler üretimleriyle ilgili veriler, pazarlama, stok kontrolü, maliyet, personel, sipariş vb. verilerini kendi bilgisayar sistemlerinde kolaylıkla saklayabildikleri gibi son dönemde öne çıkmakta olan bulut bilişim sistemlerini de kullanabilmekteler. Tüm verilerin bilgisayar sistemlerinde bulunması, bu verilerin internet veya geniş alan ağları (WAN) sayesinde her noktadan ulaşılabilir hale gelmesini sağlamıştır. Yine gelişen bilgi güvenliği teknolojileri sayesinde işletmeler tarafından yetkili kılınan işgörenlerin bu sisteme erişebilmesi sağlanabilmektedir. Bu şekilde işletme yöneticileri dünyanın herhangi bir yerinde işletmelerinden uzakta olsalar dahi üretim süreçlerine doğrudan katılabilmektedirler.

Doğal taş üretim kontrol ve planlama sistemlerinde doğal taşların yapısı gereği eniyileme (optimizasyon), yapay sinir ağları, bulanık mantık algoritmalarının sıklıkla kullanılması gerekir.

Eniyileme, bir problemde belirli koşullar altında mümkün olan alternatifler içinden en iyisini seçmektir. Askeri, endüstri, tarım, ulaştırma, ekonomi, sağlık sistemleri, hatta davranış bilimleriyle sosyal bilimler gibi alanlarda başarılı uygulamaları vardır. Yöntemin kullanışlılığı bilgisayar yazılımındaki gelişmelerle daha da artmıştır. Eniyileme algoritmaları doğal taş üretiminde düşünüldüğünde: tesiste hangi üründen ve hangi doğal taş cinsinden ne miktarda ürün üretilir ise toplam maliyetler en az olur şeklinde düşünülebilir.

Klasik eniyileme algoritmalarının çözemediği karmaşıklığındaki problemler için modelleme ve benzetim yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, çok fazla parametresi olan sistemler için ya da denenmesi riskli ya da maliyetli olan işlemlerin sanal ortamda denenmeleri için geliştirilen en önemli modern yöntemler arasındadır. Bir araç ya da sistemin benzetimi, bir olay ya da durumun gelecekteki halinin tahmini için yapılan benzetimler, makine veya donanım seçimi için yapılan modellemeler, doğal taş ocağı seçmek için koşulların değerlendirildiği sistemler kurmak bu çalışmalara örnek olarak verilebilir. Kesikli, stokastik ya da deterministik gibi birçok farklı yöntem ile benzetim ve modelleme yapılabilir. Modern teknolojilerin insan zekâsını taklit etmeleri neticesinde yapay zekâ adı verilen çalışmalar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalarda temel amaç, insan zekâsına ihtiyaç duyulan karar verme, seçim yapma, hesaplama ve kontrol gibi işlemlerin bilgisayarlar tarafından yapılabilir hale gelmelerini sağlamaktır. Başlangıçta çok eleştirilen ve tepki alan bu çalışmalar bilgisayar donanımlarındaki büyük gelişmeler sonucunda önemli yollar almıştır (Akkoyun 2008).

Yapay sinir ağlarının doğrusal olmayan sistemleri modellemedeki başarısı nedeniyle özellikle bloktan başlayarak pazarlanmaya hazır son ürüne doğru üretimi gerçekleştirilen mermer plakaların üretim tahminlerinde ve üretimi etkileyen diğer parametrelerin tahminlerinde faydalanılabileceği düşünülmektedir.

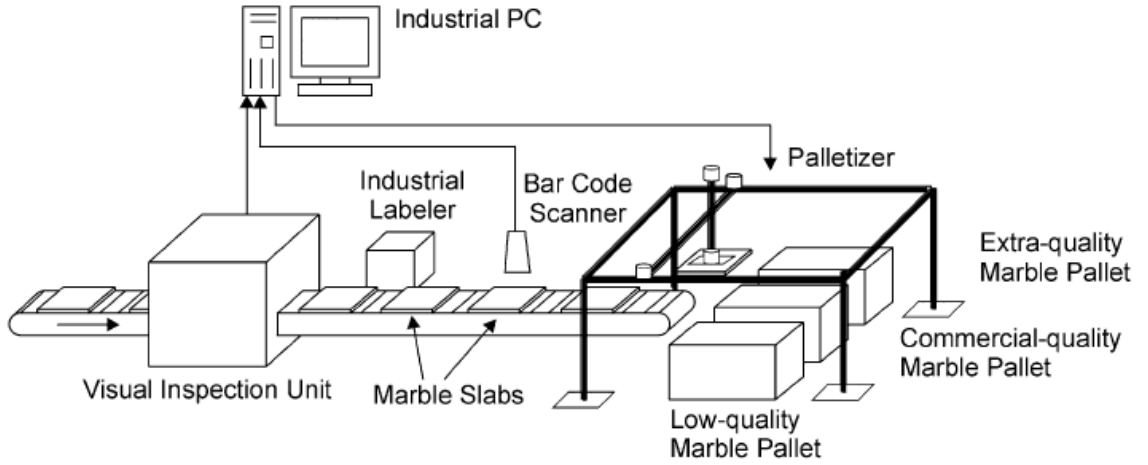
Bulanık mantık algoritmaları da doğal taş üretim ve kalite kontrol sistemlerinde başvurulabilecek teknolojiler arasındadır. 1961 yılında Lotfi ZADEH tarafından yayınlanan bir makale ile ileri sürülmüş bir yapı olan Bulanık Mantığın temeli bulanık küme ve alt kümelerine dayanır. Klasik yaklaşımda bir varlık ya kümenin

elemanıdır ya da değildir. Matematiksel olarak ifade edildiğinde varlık küme ile olan üyelik ilişkisi bakımından kümenin elemanı olduğunda "1", kümenin elemanı olmadığı zaman "0" değerini alır. Bulanık mantık klasik küme gösteriminin genişletilmesidir. Bulanık varlık kümesinde her bir varlığın üyelik derecesi vardır. Varlıkların üyelik derecesi, (0, 1) aralığında herhangi bir değer olabilir (İnt.Kyn.6).

2.5 Literatürde Yapılmış Bazı Çalışmalar

Bulanık mantık algoritmaları, doğal taş plaka üretiminde desenlerin kalitelerinin ayrıştırılmasında doğal olarak kullanılabilecek bir sistemdir. Mermer plaka üretiminin doğası gereği tüm mermer plakalar bir birleriyle aynı değildir. Her mermer çeşidinin kendi karakteristik görsel özellik ve parametreleri vardır (Alarjin et al. 2005). Plakaların bir birine benzeme oranı (homojenlik) arttıkça pazarlanmaları kolaylaştığı gibi fiyatları da artmaktadır. Plaka üzerindeki dokuların desenleri bu konuda uzmanlaşmış işgörenler tarafından kontrol edilerek ayrıştırılır. Ayrıştırma işlemi genel olarak A Kalite, B Kalite, C Kalite şeklinde yapılmaktadır.

Alarjin vd. (2005) tarafından mermer plakaların desenlerini ayrıştırmak ve sınıflandırabilmek amacıyla yapılan çalışma, doğal taş üretiminde kullanılabilecek bilimsel yöntemlere örnek olarak gösterilebilir. Bu çalışma; plakaların sınıflandırılmasında insan hatasını en aza indirgeyebilmek amacıyla görüntü işleme teknikleri, bulanık mantık ve yapay sinir ağları teknolojileri kullanılarak yapılmış ve çalışma neticesinde desen ayrıştırma işleminin otomasyon ile gerçekleştirildiği bir sistem oluşturulmuştur. Oluşturulan sistem Şekil 2.14 de verilmiştir.

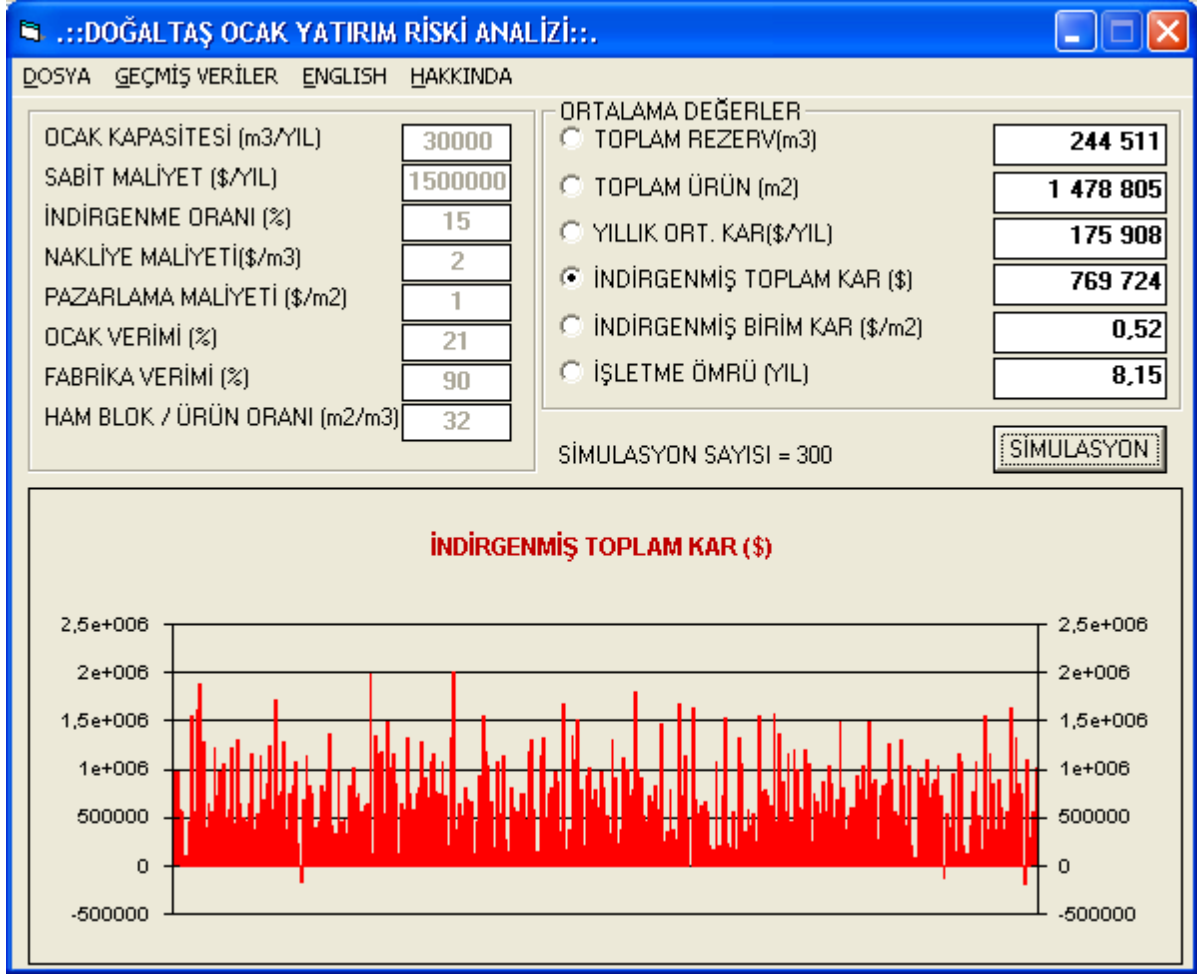


Şekil 2.14 Görüntü İşleme Yöntemiyle Mermer Kalite Sınıflandırma (Alarjin et al. 2005)

Bu konuda bir başka örnek de Akkoyun (2008) tarafından doğal taş üretme ve işletme yatırım kararının modern bilimsel yöntemler ile yapıldığı bir çalışmadır.

Bir doğal taş yatağının ocak olarak işletilmesine karar verebilmek için birçok değişik parametreyi değerlendirmek gerekir. Bunlardan en önemlisi blok vermesi, pazarda değeri olacak renk ve desen albenisine sahip olması ve yatırım yapılabilecek boyutlarda rezerve sahip olmasıdır. Ayrıca renk ve desen özelliğinin rezervin işletilmesi süresince de çok fazla değişmemesi, süreklilik arz etmesi gerekmektedir. Bu özelliklerin yanı sıra bir takım ekonomik parametreler de yatırım kararı öncesinde değerlendirilmelidir. Bunlardan bir tanesi üretilmesi planlanan ürünün pazardaki satış fiyatıdır. Ayrıca ocak işletme ve blok işleme maliyetleri ve pazarlama maliyetleri gibi ekonomik verilerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Yatırım karı düşünüldüğünde değerlendirilmesi gereken bir diğer parametre de satış fiyatlarıdır.

Şekil 2.15’de bir ekran görüntüsü verilen yazılım ile benzetim yöntemi ile bir mermer ocağı için gerekli bilgiler toplandıktan sonra bu verilerin yatırım süresi içinde ne oranda ve nasıl değişeceği olasılıkları hesaplanır ve listelenir. Kullanıcının gireceği değişkenlere bağlı olarak en iyi tahminden en kötü tahmine göre, tahminler geniş ve dar aralıklarda iyimser ve kötümser senaryolara göre yapılabilir. Sonuçta söz konusu yatırım sanki gerçekten yapılmış gibi yatırım süresi, ömrü, rezerv miktarı, pazardaki fiyat değişimleri, kazançlar ve maliyetler hesaplanır (Akkoyun 2008).



Şekil 2.15 Yatırım Karar Yazılımı Ekran Görüntüsü (Akkoyun,2008)

Toprak ve Akkoyun (2010) tarafından yapılan Mermer Blok Kalitelerinin Bulanık Mantık Yolu ile Belirlenmesi çalışması da doğal taşlar konusunda yapılmış bilimsel çalışmalardandır. Bu çalışmada; mermer blokları boyutlarına, düzgünlüklerine, renk ve desen güzelliğine, fosil ya da kırık-çatlak gibi istenmeyen özelliklerinin varlığı ve sıklığına göre genellikle üç, bazen dört veya beş sınıfta değerlendirilen mermer bloklarının kalite sınıflandırılması Bulanık Mantık sistemiyle gerçekleştirilmiştir.

Kurulan analiz sisteminde; üretilen doğal taş bloklarının hiçbirinin tam olarak diğeriyle aynı olmaması, kalite sınıf geçişlerinin kesin olmaması yani sistemin tam anlamıyla bulanık olması kaidesinden faydalanılmıştır.

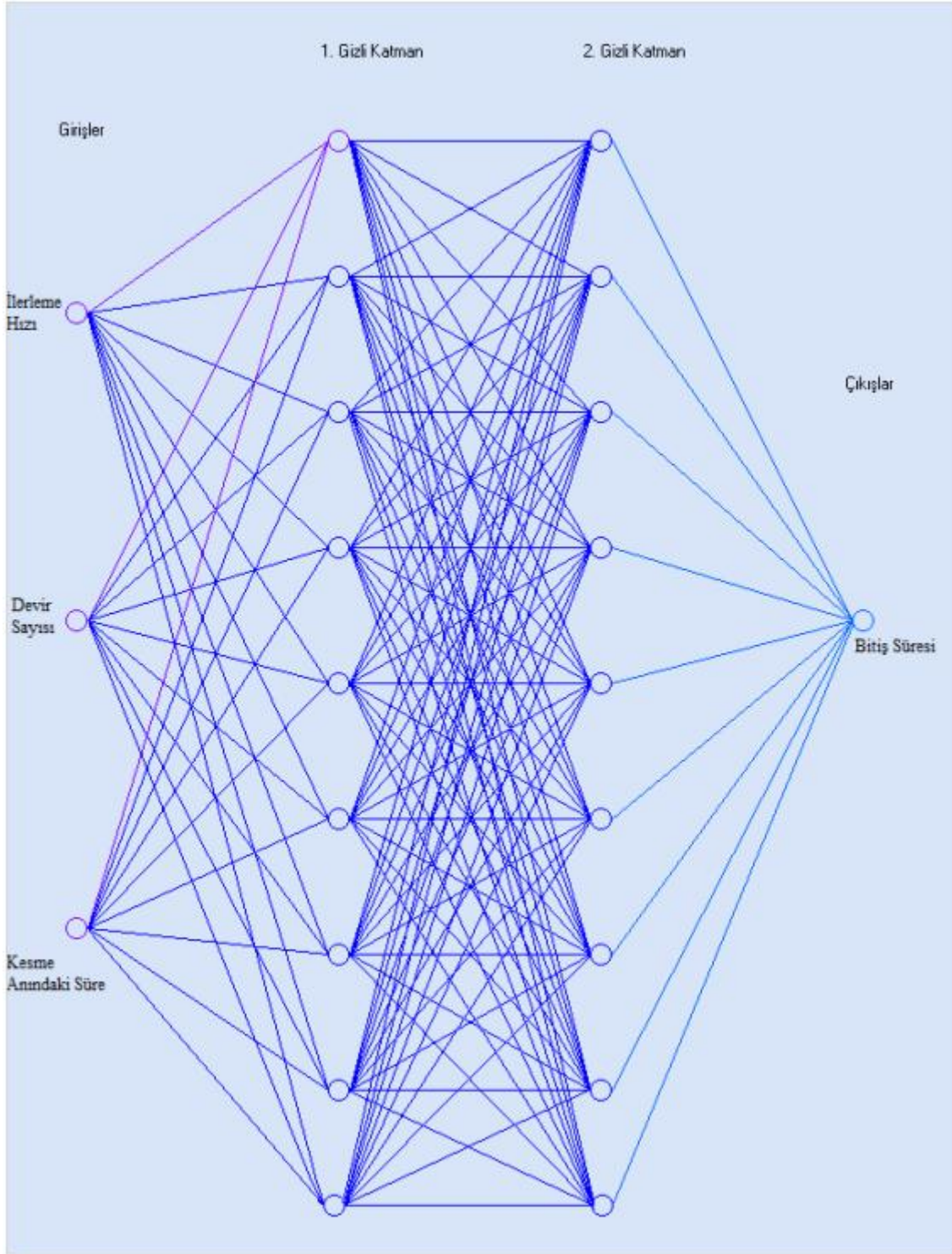
Çalışma kapsamında, blok kalitesine önemli etkisi olan blok boyutları ve renk-desen, kırık çatlak içeriği ve fosil parametreleri için 1 ile 5 arasında bir derecelendirme

yapılarak blokların bu derecelendirmeye göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuç olarak; Toprak ve Akkoyun (2010) tarafından yapılan çalışmada elde edilen veriler ile model geliştirilip test verileri ile test edildiğinde istatistik karakteristiklerinin birbirine oldukça yakın, bulanık model sonuçlarının elde edilen verilere göre hatasının çok düşük ve model sonuçları ile elde edilen veriler arasındaki korelasyonun oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Güvenç vd. (2011) tarafından, Mermer Kesme İşleminde Kesim Süresinin Yapay Sinir Ağı Tabanlı Modellenmesi çalışması da bu konuda yapılan çalışmalara örnek olarak gösterilebilir. Bu çalışmada; doğrusal olmadığı için matematiksel olarak modellenemeyen dairesel testerelerin kesim hızının yapay sinir ağı tabanlı modeller ile modellenmesine çalışılmıştır. Çalışma sırasında mermer kesme makinesi üzerinde yapılan kesme deneyleri sonucu elde edilen verilerle ileri beslemeli geri yayımlı danışmanlı bir öğrenme yöntemi kullanılmıştır. Vagon ilerleme hızı, testere devir sayısı ve kesim anında testerenin mermerin kaç cm'lik bölümünü kestiği verileri giriş olarak, bitiş süresi verisi ise çıkış olarak YSA'na verilmiştir. YSA'nın eğitilmesi için C++ yazılım dili tabanlı bir paket program kullanılmıştır. Çalışmada kurulan YSA Şekil 2.16 'da verilmiştir. Tasarlanan bu YSA modeliyle, mermer kesme makinelerinde kesim işleminin bitiş süresinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan deneysel çalışmada elde edilen sonuçlarda modelden çıkan sonuçlar ile test verilerinin sonuçlarının birbirine oldukça yakın çıktığı görülmüştür. İlk 21 adet test verisine ait gerçekleşen değerler Çizelge 2.7 'de verilmiştir.

Çizelge 2.7 Ölçülen Değerler ve YSA'dan Elde Edilen Değerler (Güvenç vd. 2011)

	Gerçek Değ.	YSA		Gerçek Değ.
1	0,421023	0,435473	15	9,93655
2	0,887315	0,890044	16	10,73585
3	1,398831	1,404615	17	11,53557
4	1,95375	1,962744	18	12,33476
5	2,549582	2,554447	19	13,13289
6	3,183232	3,197733	20	13,92986
7	3,851099	3,864937	21	14,72587

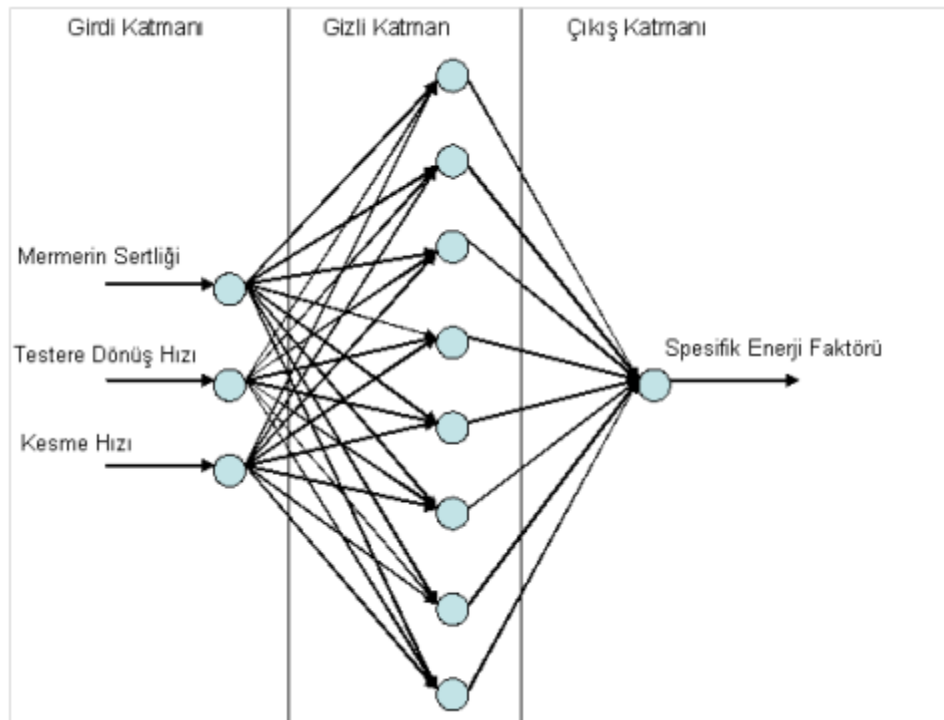


Şekil 2.16 Çalışmada YSA Modellemesinde Kurulan Ağ (Güvenç vd. 2011)

Caner ve Akarslan (2009) tarafından yapılan çalışmada; mermer kesme parametrelerinin enerji tüketimine etkisi, Yapay Sinir Ağları ve ANFIS kullanılarak tahmin edilmiştir. Tahmin metotlarında giriş olarak mermerin sertliği, testere dönüş hızı ve kesme hızı

parametreleri kullanılmış ve birim hacim başına harcanan kesme enerjisinin bir ifadesi olan spesifik enerji faktörü çıkış olarak alınmıştır. Ağların eğitimi için kullanılan veriler, Afyon Kocatepe Üniversitesi laboratuvarlarında bulunan, mermer kesilebilirlik analizleri için geliştirilmiş, bilgisayar tabanlı, dairesel testereli blok kesme (S/T) makinesinde yapılan bir deneysel çalışmadan alınmıştır. Bu veriler Denizli Traverteni ve Bilecik Bej tipi mermerlere ait kesim parametreleridir. Bu verilerin bir kısmı eğitimde kullanılmış ve tüm veriler daha sonra eğitilen ağlarda test edilmiştir. Tahmin edilen sonuçlar elde edilmiş deney sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak tahmin edilen verilerin deneysel verilere oldukça yakın olduğu görülmüştür (Caner ve Akarslan 2009). Yapılan çalışmada tasarlanan yapay sinir ağı Şekil 2.17 de verilmiştir.

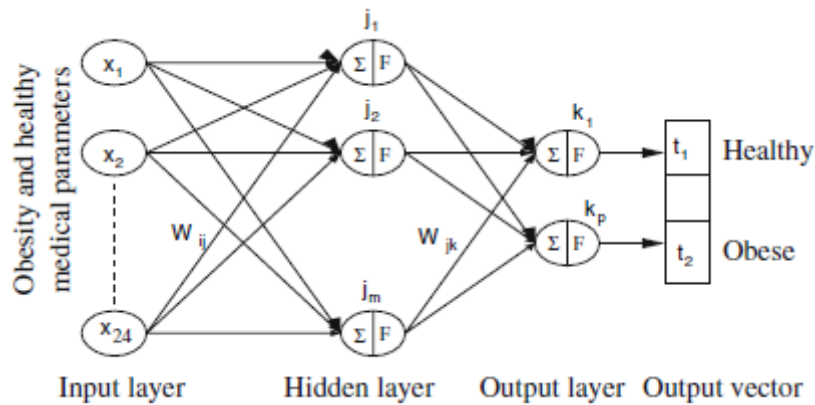
Bu çalışmada yapılan tahmin işlemlerinin doğruluğu daha önce yapılan deney sonuçları ile test edilmiştir. ANFIS yöntemi kullanıldığında 0.024' luk test hatası, YSA yöntemi kullanıldığında ise tahmin işlemi sonucunda % 0,4865' lik bağıl hata ortalaması elde edilmiştir. Tahmin sonuçları karşılaştırıldığında, özellikle YSA ile daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 2.17 Çalışmada Uygulanan YSA (Caner ve Akarslan 2009)

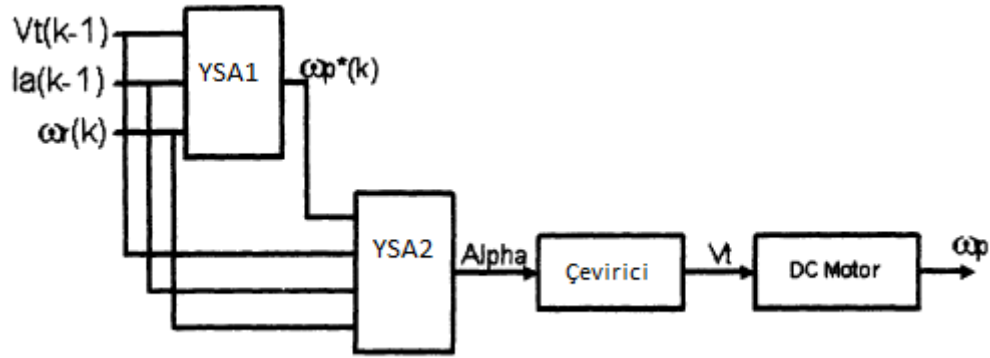
Yapay sinir ağı modellerinin sınıflandırma işlemlerindeki başarıları nedeniyle sağlık sektöründe kullanımı da yaygınlaşmıştır. Son zamanlarda Yapay sinir ağları bir kısım hastalıkların sınıflandırılmasında kullanılmaya başlamıştır (Ergün et al. 2004). Ergün vd. (2004) tarafından yapılan “Classification of MCA Stenosis in Diabetes by MLP and RBF Neural Network” isimli çalışmada diyabet hastaları beyin damarlarındaki daralmaya göre sınıflandırılmışlardır. Çalışmayı gerçekleştirmek amacıyla hastalara doppler ultrasonografi cihazları kullanılarak ses dalgaları gönderilmiştir. Gönderilen ses dalgaların geri dönüşleri kaydedilerek Fast Fourier dönüşüm (FFT) ile MLP ve RBF sinir ağlarının kullanabileceği duruma getirilmiştir. Çalışma neticesinde MLP ve RBF ağlarının performansları karşılaştırılmış ve MLP ağının %94.2 doğru teşhis ile daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Ergün(2009) tarafından yapılan başka bir çalışmada obezite hastalığının teşhisi için logistic regression ve MLP sinir ağlarının performansları karşılaştırılmıştır. “The Classification of Obesity Disease in Logistic Regression and Neural Network Methods” isimli çalışmada 30 tanesi obezite hastası olan toplam 82 kişiye ait olan 24 farklı tıbbi veri tasarlanan logistic regression ve MLP ağlarına uygulanmış ve hastalar sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Çalışma neticesinde MLP ağı %90.2 doğruluk ile sınıflandırma yapmıştır. Çalışmada gerçekleştirilen sinir ağının görüntüsü Şekil 2.18 de verilmiştir.



Şekil 2.18 Yapılan Çalışmada Tasarlanan Sinir Ağı (Ergün 2009)

Dzung ve Phuong (2005) tarafından yapılan bir başka çalışmada yapay sinir ağı modelleri hem bir dc motorun hızını tahmin etmede hem de tahmin edilen hıza göre motorun hızını kontrol etme işleminde kullanılmıştır. "Control system DC motor with speed estimator by neural networks" isimli çalışmada iki ayrı YSA tasarlanmıştır. Bu ağlardan hız tahmini görevini üstlenen yapının girdileri; referans alınan hız, terminal voltajı, armatür akımıdır. Çıktısı ise tahmin edilen hız değeridir. Hızı kontrol eden YSA yapısının girdileri ise; referans hız, terminal voltajı, armatür akımı ve tahmin edilen hızdır. Çıktısı ise çevirici (converter) için kontrol sinylidir. Bu metot ile kontrolü yapılan dc motorun zaman hız geçişlerindeki keskin geçişler yumuşatılarak sonuca ulaşılmıştır. Çalışmada kurulan yapının bir örneği Şekil 2.19 'da verilmiştir.



Şekil 2.19 DC Motor Hız Kontrolü için Kurulan YSA (Dzung and Phuong 2005)

Deea vd. (2005) tarafından yapılan "Wind Speed Prediction using Artificial Neural Networks" isimli çalışmada yapay sinir ağı modelleri rüzgar hızının tahmin edilmesinde kullanılmıştır. Yapılan çalışmada aynı lokasyonda 2003-2004 yılları arasında ölçülmüş olan saatlik ortalama rüzgar hızları eğitim, doğrulama ve test verileri olarak kullanılmıştır. İleri Beslemeli Geri Yayınımlı yapay sinir ağı modeli kullanarak çeşitli sayılarda nöron içeren ağ tasarımları denenmiş ve aşağıdaki sonuçlara erişilmiştir.

- Test verilerinin %58.81'nde hata oranı $< 1 \text{ ms}^{-1}$
- Test verilerinin %79,4'nde hata oranı $< 1.5 \text{ ms}^{-1}$
- Test verilerinin %91.53'nde hata oranı $< 2 \text{ ms}^{-1}$

Bu şekilde yapay sinir ağı modellerinin meteorolojik verilerin tahmin edilmesinde de kullanılabileceği açıkça görülmüş olur.

Yer altı su seviyelerinin tahmini konusunda Daliakopoulos vd. (2005) yapılan “Groundwater level forecasting using artificial neural networks” isimli çalışma ile yapay sinir ağlarının Hidroloji biliminde de kullanılabileceği görülmektedir. Yapılan çalışmada Yunanistan Messara Vadisindeki 1980-2001 arasında ölçülen yer altı su kaynakları verileri 7 farklı öğrenme algoritması ve farklı YSA modeline uygulanmış ve çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir. Daliakopoulos vd. (2005) tarafından yapılan çalışma sonucunda; gerçeğe en yakın değerler FNN-LM yapay sinir ağında $R^2=0.985$ ve RMSE(m): 2.11 değerleri ile gerçekleşmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyaller

Yapılan tez çalışmasında aşağıdaki materyaller kullanılmıştır.

- Visual Studio .NET Platformu
- C# Programlama Dili
- Firebird Veritabanı Sistemi
- Matlab Yazılımı
- Çıracıoğlu Ay-Çır Mermer Sanayi ve Ticaret Anonim Şti.
- Ölçüm ve Gözlemler

Bu çalışmada kullanılan tüm veriler; Çıracıoğlu Ay-Çır Mermer Sanayi ve Ticaret Anonim Şti. işletmesinin şimdiye kadar hazırladığı veriler ile çalışma sırasında sahadan toplanan veriler ile gerçekleştirilmiştir. Doğal taş işletmelerinde üretim kontrolü vs. hizmetlerinin gerçekleştirilebilmesi için geliştirilen uygulamanın hazırlandığı programlama dili olan C# 'dır. C# kodlarını işleyen ve makine diline çeviren ortamı Visual Studio .NET Platformu sağlar. Bu platform sadece C# diline değil, Vb.NET, J# vs. programlama dillerine de uygulama geliştirme olanağı sağlamaktadır. Firebird 5.5 veri tabanı sistemi, uygulamanın en önemli amaçlarından biri olan doğal taş işletmesinin üretim karakteristiğini belirlenmesi için veri kaydı işlemlerinde kullanılmaktadır. Matlab programı ise çalışmanın amaçlarından biri olan blok taşların ölçüleri üzerinden üretim ve verimlilik tahmini yapan yapay sinir ağı modelinin geliştirilmesinde kullanılmıştır.

3.1.1 Visual Studio .NET Platformu

Visual Studio .NET, .NET platformu için üretilmiş uygulama geliştirme platformudur. En önemli özelliklerinden birisi IDE (Integrated Development Environment) olarak bilinen ortak bir uygulama geliştirme platformu sunmasıdır. Bu platform; geliştiriciler için c#, vb.Net, j# vs. programlama dilleriyle ortak uygulama geliştirme olanağı sunmaktadır. Günümüzde” Visual Studio 2010” sürümü kullanılmaktadır. Bu sürümde; 2003 sürümünün eksik kalan yönlerinin tamamlandığı, bireysel geliştiricilerin yüksek

performans, çok katmanlı uygulamalar yaratmalarını amaçlayan kapsamlı bir geliştirme ortamı oluşturulduğu görülmektedir. “Visual Studio 2010 Professional Edition” ile çok çeşitli Windows, Web, mobil ve Office tabanlı çözümler oluşturmak için yüksek verimliliğe sahip bir ortamdan faydalanabilmektedir.

3.1.2 C# Programlama Dili

Giriş bölümünde de belirtildiği gibi bu çalışmada doğal taş üretim tesislerinde bilgisayar destekli bir üretim kontrol ve planlama yazılımı yapılmıştır. Doğal taş işletmelerinde üretim kontrolü ve planlanmasının yanında; İşletmenin üretim karakteristiğini oluşturacak olan veri tabanına kayıt girme, sorgulama vs. işlemler ile yönetimi, stok takibi, stok yönetimi, üretim ve verimlilik raporlarının oluşturulması, makine ve ocak takibi hizmetlerinin gerçekleştirilebilmesi için C# programlama dili kullanılmıştır.

1990 'lı yılların sonlarına doğru C# dili Turbo Pascal derleyicisini ve Delphi 'yi oluşturan takımın lideri olan Anders Hejlsberg ve Microsoft'da Visual J++ takımında çalışan Scott Wiltamuth tarafından geliştirilmiştir. 2000 yılının ortalarında C# 'ın ilk alfa versiyonu piyasaya çıkmıştır. C# programlama dili; C, C++ ve Java ile bağlantılı bir dil olarak yapıldı. Bunlar dünyada en yaygın kullanılan ve sevilen dillerden üçü olarak bilinmektedir. Hejlsberg baştan bir dil oluşturmaktansa mevcut bir dili geliştirmeyi uygun görmüştür. Eğer bu diller arasında bir bağlantı kurmak gerekirse. C# programlama dili; C dilinin söz dizimini ve C++ dilinin nesne yönelimli programlama yöntemlerini ve tekniklerini almıştır. C# beraberinde pek çok yenilik, özellik getirmiştir. Zaten diğer başarılı dillerin doğuşunda da aynı süreç yaşanmıştır. Bu noktada C#: bileşen yönelimli bir dil (component-oriented language) olarak nitelendirilmiştir. Zira C# bileşenleri yazmak için bütünleşik destek içermektedir. Bunların içinde en önemlisi; karışık dillerin olduğu bir ortamda çalışabilme becerisidir. Birbirinden türeyen her dil bir önceki dilde eksik olan bir özelliği tamamlayarak ilk adımları atmıştır. C++; C deki nesne eksikliğini, Java; C++ daki platform bağımsızlık özelliğini ve son olarak C# hem hepsinde olan özellikleri hem de Java 'da olmayan uyumlu çalışma desteğini almıştır. C# güçlü, modern, nesne tabanlı ve aynı zaman type-safe(tip-güvenli) bir programlama dilidir. Aynı zamanda C#, C++ dilinin güçlülüğünü ve Visual Basic' in ise kolaylığını sağlar. Büyük olasılıkla C# dilinin çıkması Java dilinin çıkmasından bu yana

programcılık adına yapılan en büyük gelişmedir. C#, C++ 'ın gücünden, Visual Basic 'ın kolaylığından ve Java 'nın da özelliklerinden faydalanarak tasarlanmış bir dildir. Delphi ve C++ Builder 'daki bazı özellikler şimdi C# 'da var. C# dili Microsoft tarafından geliştirilen .NET platformunun en temel ve resmi dili olarak lanse edilmiştir (Yakut 2007) .

3.1.3 Firebird Veritabanı

Geliştirilen sistemde; yazılımın istemci bilgisayarlara kurulumu sırasında kapladığı büyük alan ve müşteri tarafında ücretli lisanslaması zorunlu olan büyük veri tabanı yazılımları yerine, istemci tarafta çok az kaynak tüketen ve ücretsiz bir yazılım olan Firebird 2.0 sürümü kullanılmıştır.

Bu veri tabanı sistemi; üretimin kontrol ve planlamasında kullanılacak olan üretim verilerinin kurallı ve ilişkisel olarak kayıtlanabilmesi ve üretim işletmelerinin üretim karakteristiklerini yansıtacak bir veri bankasının oluşturulabilmesi için kullanılmıştır.

Firebird, Borland'ın Interbase 6.0 veri tabanını açık kaynak kodlu hale getirmesinden sonra bu kaynak kodlardan yola çıkılarak geliştirilmiş olan, açık kaynak kodlu bir ilişkisel bir veri tabanı yönetim sistemidir. Saklı Yordam (Stored Procedure) desteği Tetikleyici (trigger) desteğinin yanında sadece interbase ve Firebird'e özgü olan alert özelliği sayesinde tablolardaki herhangi bir değişiklik meydana geldiği anda bu değişikliği kendi yazılımınızdan takip etme imkânı sunar. Tüm versiyonları ücretsizdir (İnt.Kyn.8).

Firebird veri tabanının bazı özellikleri aşağıda verilmiştir. Bunlar (İnt.Kyn.9);

- Tüm sürümleri ücretsizdir.
- Boyut kısıtlaması yoktur.(950GB kadar)
- Düşük sistem kaynağı ile çalışır.
- Bir çok platformda sorunsuz çalışmaktadır. (Windows-Linux-FreeBSD-HpUX-Solaris-Mac-OS)
- Ms Access 'ten kapasite ve hız olarak daha iyi performans sergilemektedir. (Access 2 GB kapasitelidir)

- MySQL de olmayan yapıları vardır. (Trigger, Transaction, Sp Firebird destekler MySQL de yoktur)
- Kendi sitesi olan Firebird.org adresinden ücretsiz olarak indirilebilmektedir.
- Web uygulamalarınızda Asp.Net ile kullanılabildiği gibi Windows Form yazılımlarında Delphi-Asp.Net ile de kullanılabilmektedir.

3.1.4 Matlab

MATLAB, çeşitli hesaplamalar ve matematiksel problemlerin çözümü için tasarlanmış bir yazılım geliştirme aracıdır. “MATrix LABoratory” kelimesinin kısaltması olan MATLAB, matrisler yani diğer bir deyişle diziler ile çalışır. Özellikle mühendislik alanındaki sistemlerin çözümlemelerinde kullanılan MATLAB, görüntü işleme (image processing), yapay sinir ağları (artificial neural networks), sistem kimliklendirme (system identification), sayısal işaret işleme (signal processing), optimizasyon (optimization), veri elde etme (data acquisition), veritabanı (database), süzgeç tasarımı (filter design), bulanık mantık (fuzzy logic), gibi araçları kullanıcıların hizmetine sunmaktadır.

MATLAB’de yazılan programlar, MATLAB’in kendine özgü dili kullanılarak yazılır ve MATLAB içinden çalıştırılır. Ayrıca yazılan programlar DLL ve EXE olarak derlenebildiği gibi C/C++ kodlarına da çevrilebilmektedir. İşlemler MATLAB’de komut satırından kod yazarak yapılabilirdiği gibi MATLAB GUI geliştirme aracını kullanarak, görsel öğeler içeren ara yüz tasarımları da yapılabilir. Matlab programı, üzerinde hazır olarak bulunan GUI (Matlab Guide) ve NNTOOL (Neural Network Tool) araçları kullanılarak blok taşların ölçüleri üzerinden üretim ve verimlilik tahmini yapan yapay sinir ağı modelinin geliştirilmesinde kullanılmıştır.

3.1.5 Çıracıoğlu Ay-Çır Mermer Sanayi ve Ticaret Anonim Şti.

Bu çalışmada gerçekleştirilen yazılım sisteminde kullanılan tüm veriler Çıracıoğlu Mermer San. A.Ş. fabrikalarından elde edilmiştir. Tesis yetkilileri tarafından manuel olarak şimdiye kadar toplanmış üretim kontrol verileri kullanıldığı gibi tesiste çalışan

ST ve Baş kesme makinelerinin enerji sarfiyatları da pensampermetre, dijital ampermetre cihazlarıyla ölçölerek sisteme girişleri yapılmıştır.

Çıracıoğlu Ay-Çır Mermer Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi; Fethiye, Karaçula'da Bej (balboursa beige) mermer ocağına sahip bulunmaktadır. Yıllık toplam ebatlı balboursa bej mermer üretim kapasitesi yaklaşık 120,000 metrekaredir. Üçüncü fabrikasının da hizmete girmesiyle üretim kapasitesi ikiye katlanacaktır. Yeni yatırımlarla, önümüzdeki yıllarda üretim kapasitesinin kademeli olarak artırılması planlanmaktadır.

ÇIRACIOĞLU AY-ÇİR Mermer Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi halen balboursa beige mermer ihracatının büyük kısmını Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Almanya, İtalya, Ortadoğu ve Körfez ülkeleri olan İsrail, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri'ne yönelik olarak gerçekleştirmektedir. Kapasitesinin önümüzdeki yıllarda daha da artmasıyla, dünyanın dört bir yanında daha fazla sayıda ülkeye ihracat gerçekleştirme hedefinde bulunmaktadır.

3.1.6 Yapılan Ölçümler

Bu çalışmada geliştirilmek istenen sistem ile doğal taş üretim kontrolü ile beraber, blokların verimlilik tahminlerinde kullanabilmek amacıyla fabrikanın üretim parametrelerini içeren bir veri bankası oluşturmak amaçlanmıştır. Bu nedenle ilk aşamada; üretim sırasında kullanılan makinelere hammadde olarak girilip işlenmiş plaka olarak çıkan ürünlerin belirli bir düzen içerisinde veri tabanına kaydedilmesi hedeflenmiştir. Bu kayıt sırasında ilk işlem fabrikanın stok sahasında bulunan çeşitli boyutlarda ve cinslerde bloklar, tüm özellikleriyle ve öznitelikleriyle sisteme girilmiştir. Blokların ocaklardan fabrikalara kadar olan taşıma maliyeti de sistemde kayıt altına alınmaktadır.

Tesisin normal işleyişine göre süreç ilk önce ST makinesinin blokları büyük plakalar halinde kesmeye başlamasıyla başlamaktadır. Çalışmada verilerin toplandığı Çıracıoğlu Mermer San. 'de katraş makinesi bulunmadığı için tüm kesim işlemleri ST makineleriyle yapılmaktadır. Tesis 2 vardiya olarak çalışmaktadır. Vardiya saatleri sabah (08:00 – 16:30) akşam ise (16:30 – 00:30) olarak uygulanmaktadır. S/T

makinesinde işleme alınan bloklar ve kesim sonrası elde edilen plakalar S/T operatörleri tarafından vardiya sonunda daha önceden oluşturulmuş olan formlara manuel olarak not alınmaktadır. Yani vardiya sırasında kaç adet ve kaç metrekare plaka üretildiği kayıt altına alınmaktadır.

Her S/T makinesinin arkasında çalışan bir de baş kesme makinesi bulunmaktadır. Bu makine ile S/T makinesinden blok kenarlarından dolayı ebatsız olarak çıkan büyük plakalar ebatlanmaktadır. Aslında üretim sırasında en büyük kaybın yaşandığı süreç bu süreçtir. S/T makinesinde olduğu gibi bu makinenin de operatörü tarafından giren ve çıkan plaka miktarları da manuel olarak kayıt altına alınmaktadır.

Bu süreç sonrasında tüm baş kesme makinelerinden üretilen plakalar yatay yarma makinelerine gönderilmektedir. Bu aşamadan sonra tüm makine çıktıları (plakalar) tek bir makine tarafından işlendiği için yatay yarma makinesi çıkışında plakaların hangi bloka ait oldukları bilgisi kaybolmaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmada baş kesme makinesi tarafından üretilen son ürün plakalar baz alınmıştır.

3.2 Metot

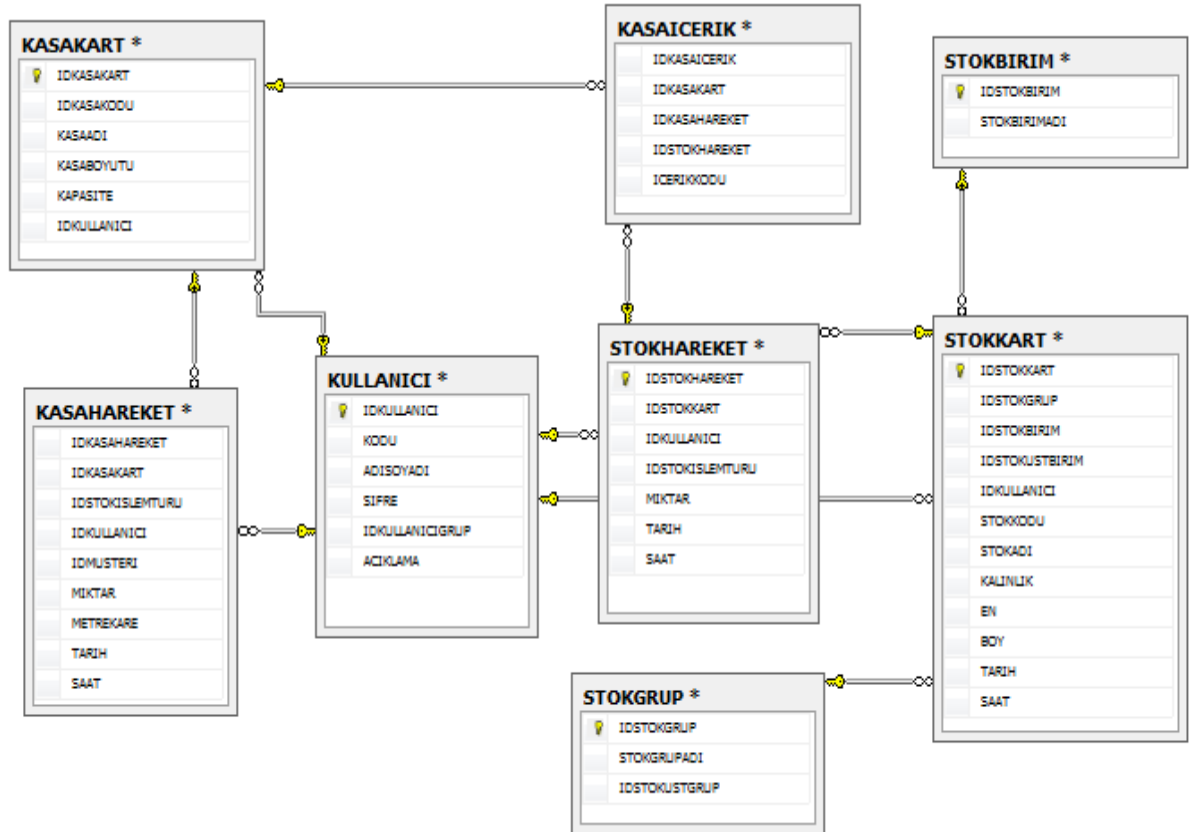
3.2.1 Yazılımın Tanıtımı

3.2.1.1 Veri Tabanı Tasarımı

Geliştirilen uygulamada Firebird 5.5 veri tabanı sürümü kullanılmıştır. Veri tabanının saklı yordam (stored procedure) ve veri tabanı görüntüleri (view) oluşturabilme özelliklerinden sıklıkla faydalanılmıştır. Yazılım bünyesinde yaklaşık olarak 42 adet tablo ve 30 adet veri tabanı görüntüsü (view) bulunmaktadır.

Performansı ve oluşabilecek hataları en aza indirgeyebilmek amacıyla ilişkisel veri tabanı özellikleri kullanılmıştır. Tablolarda gerekli alanlara yabancı (foreign) ve tekil (unique) anahtarlar konulmuştur. Çalışma için yapılan veri tabanı tasarımında stok kontrolü için hazırlanan tabloların bir kısmı ve ilişkileri Şekil 3.1 de verilmektedir. Oluşturulan veri tabanı tasarımında; işletme içerisinde üretilen birbirinden farkı her ürün

STOKKART tablosunda kayıtlanmaktadır. Burada kayıtlanan her ürünün stoklara giriş ve çıkış işlemleri ile giren ve çıkan ürün miktarları STOKHAREKET tablosuna kayıtlanır. Stoklar plaka adeti bazında tutulabildiği gibi kasa miktarı olarak da tutulabilir. Bunun için tasarımda KASAIKERİK ve KASAHAREKET, KASAKART isminde tablolar bulunmaktadır. İlişkisel veri tabanı sayesinde plaka adeti bazında tutulan stoklardan kasa miktarı olarak tutulan stoklara geçiş yapılabilir. Geçiş işlemlerinde STOKHAREKET tablosunda yer alan yabancı anahtar (foreign key) alanlardan faydalanılmaktadır. Sonrasında stoklarda kasa bazında oluşan giriş ve çıkış işlemleri KASAHAREKET tablosuna kayıtlanmaktadır. Veri tabanı tasarımının stok yönetimi bölümünde bulunan tabloların büyük bir kısmı KULLANICI tablosu ile ilişkilidir. Stok sistemi üzerinde gerçekleştirilen tüm hareket kayıtlarını hangi kullanıcının gerçekleştirildiği kayıtlanmaktadır.



Şekil 3.1 Veri Tabanı Yapısından Bir Örnek -1

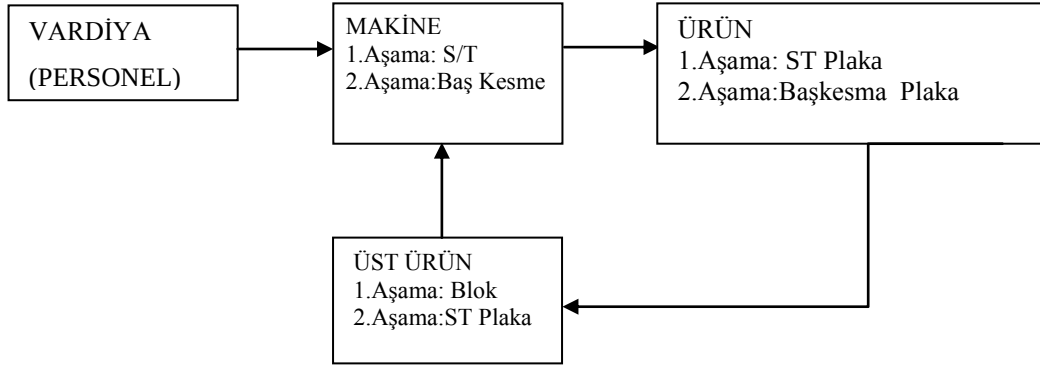
Bu çalışmada gerçekleştirilen veri tabanı tasarımında üretimi etkileyen tüm faktörler tablo olarak oluşturulmuş ve ürün ile ilişkilendirilmiştir. Üretimi etkileyen bu faktörler;

makineler, vardiyalar, personel, üretim süreleri vs. olarak sıralanmaktadır. Veri tabanı tasarımının üretim bölümünün odağında URETIMURUNLERHAVUZ isimli tablo yer almaktadır. S/T ve Baş kesme makinelerinde üretilen tüm ürünler öncelikle bu tabloya kayıtlanır. Bu tasarımdaki en önemli kurallardan birisi; plaka olarak baş kesme makinesinden çıkan her ürünün (son ürün) hangi bloktan elde edildiğine dair bilginin saklanmasıdır. Bu kuralı gerçekleştirebilmek amacıyla URETIMURUNLERHAVUZ tablosunda URUNID, USTURUNID isminde alanlar oluşturulmuş ve üretimin her aşamasında üst ürün mutlaka kayıtlanarak saklanmıştır. Bu şekilde; son ürünün elde edildiği BLOKID son ürünün tablodaki kaydıyla ilişkilendirilmiş olarak farklı bir tabloda tutulmaktadır. Bu şekilde blok verimliliği hesabının yapılması çok kolaylaştırılmıştır.

Veri tabanı tasarımında ürünlerin bulunduğu URETIMURUNLERHAVUZ tablosu ile üretimin gerçekleştirildiği makinelerin bulunduğu MAKINELER tabloları arasında veri tabanı ilişkisi bulunmaktadır. Bu şekilde; oluşturulan veri tabanı görüntüleri (view) ile hangi ürünün hangi makinede işlendiği bilgisine hızlıca ulaşılabilmektedir. Raporlar oluşturularak hangi tip ürünlerin hangi makinelerde daha verimli üretildiği veya makine verimlilikleri hususunda faydalı bilgiler oluşturmak mümkün olmaktadır.

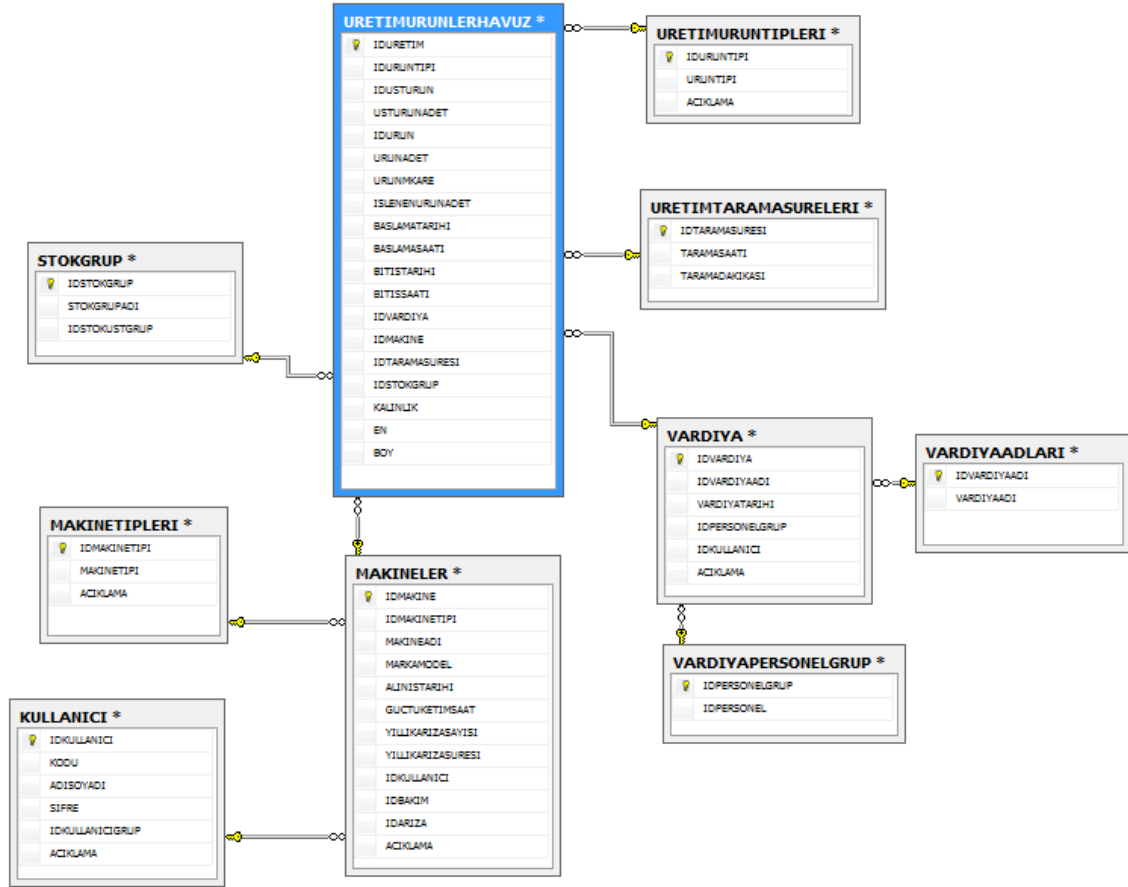
Kullanılan veri tabanı yapısında makineleri kullanan personel bilgilerinin bulunduğu VARDIYA tablosu ile URETIMURUNLERHAVUZ tablosu arasında yabancı anahtarlar (foreign key) aracılığıyla oluşturulan ilişki neticesinde hangi personelin hangi makinede ne kadar ürün ürettiği bilgisine erişmek mümkün olmaktadır.

Her ürünün üretildiği üst ürünün bilgilerinin saklanabilmesi amacıyla veri tabanı mimarisinde oluşturulan ürün döngüsünün diyagramı Şekil 3.2 'de verilmiştir.



Şekil 3.2 Ürün - Üst Ürün Döngüsü

Üretim planlaması ile ilgili tablolar ve tablolar arasındaki ilişkiler ise Şekil 3.3 de gösterilmiştir.

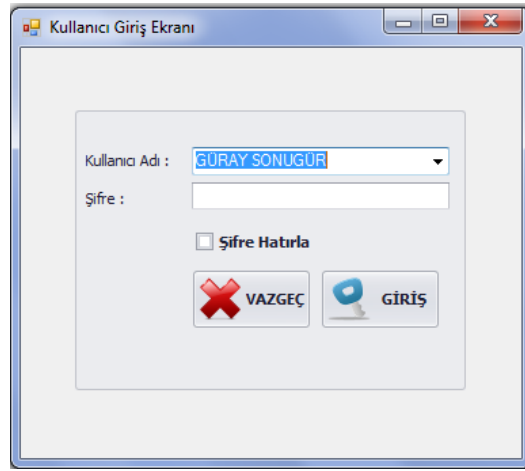


Şekil 3.3 Veri Tabanı Yapısından Bir Örnek -2

3.2.2 Kullanıcı Ara Yüzünün C# ile Geliştirilmesi

Yazılım Şekil 3.4 ‘ de belirtildiği şekilde kullanıcı giriş ekranı ile açılmaktadır. Bu ekranda veri tabanında kayıtlı bulunan kullanıcıların isimleri çoktan seçmeli bir kutucuğun içinde gelmektedir. Yazılımı SQL Injection vb. saldırılardan korumak amacıyla bu yöntem tercih edilmiştir.

Sistemde Yönetici ve Operatör olmak üzere iki tip kullanıcı bulunmaktadır. Operatör kullanıcıları sadece veri girişi yapabilirken, Yönetici grubu kullanıcıları tüm menülerde yetkilidirler.



Şekil 3.4 Kullanıcı Giriş Ekranı

3.2.2.1 Ana Menü

Ana menü ekranın üst kısmında açılıp-kapanan standart Windows form menüsü olarak tasarlanmıştır. Bu menüde Yönetim, Tanımlamalar, Stok, Planlama, Raporlar üst başlıkları bulunmaktadır.

3.2.2.2 Yönetim – Kullanıcı Ekleme Ekranı

Bu ekranda sisteme yeni bir kullanıcı eklenebildiği gibi, bilgi düzeltme veya kullanıcı silme işlemleri de gerçekleştirilebilmektedir. Ekran resmi Şekil 3.5 ‘de verilmiştir.

Şekil 3.5 Kullanıcı Ekleme Ekranı

3.2.2.3 Tanımlama Üst Menüsü

Bu menü altında aşağıdaki alt menüler bulunmaktadır.

- Taş Cinsi Girişi
- Taş Kalite Kodu Girişi
- Stok Birim Girişi
- Stok Grup Girişi
- Müşteri Girişi
- Ocak Girişi
- Nakliye Şirketi Girişi
- Ürün Boyutları Girişi

Bu üst başlık altında yazılım sırasında sıkça kullanılan bazı parametrelerin girişi yapılmaktadır. Bu şekilde yazılıma esneklik kazandırmak amaçlanmıştır.

Giriş ekranlarında tek tip ekran şablonu kullanılmıştır. Girişi yapılan değerlerin aynı zamanda düzenlenebilmesi ve silinebilmesi de mümkün kılınmıştır. Bu tip giriş ekranı şablonu yazılımın diğer menü adımlarında da kullanılmıştır. Bu alt menülerin bir kısmı burada tanıtılacaktır.

3.2.2.4 Tanımlamalar – Taş Cinsi Girişi

Bu giriş menüsünde; tesiste işlenen doğal taş cinslerinin basitçe sisteme girişleri yapılmaktadır. Ekranın bir örneği Şekil 3.6 ‘da verilmiştir.

ID	TAŞ CİNSİ
1	AFYON BEYAZ
10	SUPREME
8	BURDUR BEJ
9	ELAZIG VISNE
12	MUĞLA BEYAZ

Şekil 3.6 Taş Cinsi Giriş Ekranı

3.2.2.5 Tanımlamalar – Müşteri Girişi

Bu bölümde stoktan satış yapılan müşterilerin yazılım üzerinden kolayca seçilebilmesi ve geçmişe dönük müşteri kayıtlarının incelenebilmesi mümkün olmaktadır.

3.2.2.6 Tanımlamalar – Ocak Girişi

Bu bölümde fabrikanın blok ihtiyacını temin ettiği ocakların kaydı tutulmaktadır. Bu şekilde hangi ocaktan kaç metreküp doğal taş alındığı ve ne kadar işlenmiş ürün elde edildiği, ne kadar verim sağlandığı tespit edilebilecektir. Ekranın bir örneği Şekil 3.7 ‘de verilmiştir.

Ocak Ekleme

OCAK EKLEME

Ocak ID : 6

Unvan : SAYAKÇI MERMER-BALIKESİR

Ad Soyad :

Taş Cinsi : YESİL

İL : BALIKESİR

İLCE : BIGADIÇ

ID	UNVAN	AD SOYAD	TAS CINSI	İL	İLCE
6	SAYAKÇI MERMER-BALIKESİR-YESİ...		YESİL	BALIKESİR	BIGADIÇ
2	KOMBASSAN MAKAS MERMER-MU...	MUZAFFER MAKAS	MUGLA BEYAZ	BURDUR	ÇAVDIR
5	ALIMOGLU MERMER SAN.-MUGLA ...	NAZIF ALIMOGLU	MUGLA LEYLAK	MUGLA	DALAMAN

Şekil 3.7 Doğal Taş Ocak Bilgisi Giriş Ekranı

3.2.2.7 Tanımlamalar – Ürün Boyutları Girişi

Bu ekranda ST ve Baş kesme makinelerinden işlenmiş ürün olarak çıkan plakaların boyutları ayrı ayrı olarak sisteme girilmektedir. Giriş yapılırken ST ve Baş kesme makineleri için Şekil 3.8 ‘de gösterildiği gibi kalınlık, en, boy ve ürün grubu olarak ayrı ayrı girilebilir.

ST,BK vs. ÜRETİM ÜRÜN BOYUTLARI GİRİŞİ

EKLE DÜZENLE SİL ÇIKIŞ

ÜRÜN BOYUTLARI EKLEME

Urun ID : 1

Kalınlık : 4.7

En : 33

Boy : 150 ☐ BS

Urun Grubu : ST

KAYDET [F8]

URUN ID	URUN GRUP	KALINLIK	EN	BOY	BOYUT
1	ST	4.7	33	150	4.7x33x150
2	ST	4.7	33	145	4.7x33x145
6	ST	4.7	33	140	4.7x33x140
7	BK	2	30	0	2x30xBOY
3	BK	4.7	33	60	4.7x33x60
4	BK	4.7	33	0	4.7x33xBOY

Şekil 3.8 Ürün Boyutları Giriş Ekranı

3.2.2.8 Stok Üst Menüsü

Stok üst menüsü uygulamanın stok yönetimi ile ilgili menü adımlarını içeren üst menüdür. Aşağıda verilen menü adımlarını içermektedir.

- Mermer Stok Kart Giriş
- Kasa Stok Kart Giriş
- Kasa İçerik Oluşturma
- Kasa Stok Takip
- Stok Satış

3.2.2.9 Stok – Mermer Stok Kart Giriş

Bu adımda tesisin üretim yelpazesinde bulunan çeşitli ölçülerdeki ve çeşitli doğal taş cinslerindeki ürünleri için stok kartları açılır.

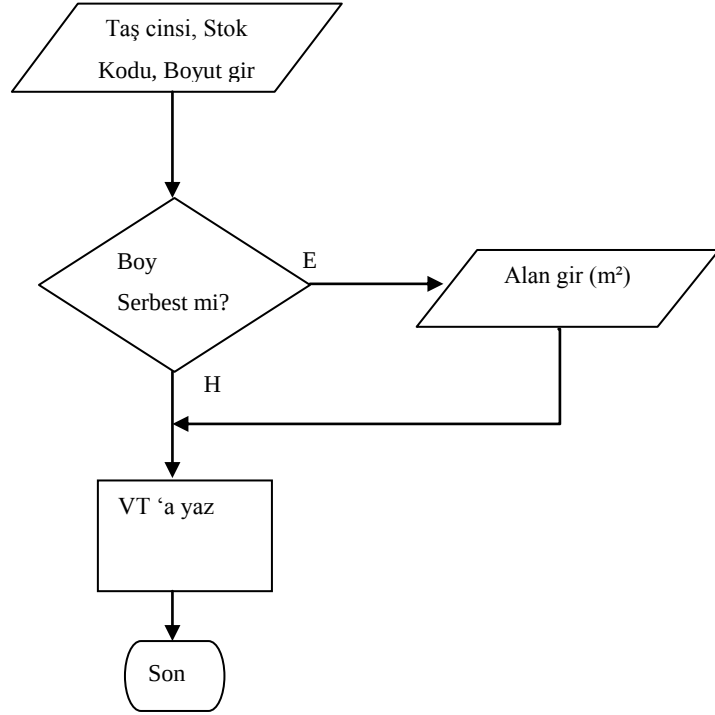
Farklı doğal taş cinslerinin farklı ölçülerdeki ürünleri sistem için bir stok kartını ifade eder. Yazılım diğer adımlarında bu ürünler stok kartı olarak değerlendirilirler. Bu girişte ürünün en, boy, yükseklik ölçüleriyle beraber taş cinsi, stok kodu, stok birimleri ve tarih girişleri de yapılır.

Bu tür çoklu girişlerde Tanımlamalar menüsünde kullanılan giriş menüsünden daha farklı bir menü şablonu kullanılmıştır. Bu menüler üzerinden çoklu girişler yapıldığı için menünün üst kısmına tarih ve metalara göre arama yapabilen bir modül eklenmiştir. Şekil 3.9 ‘da görüldüğü gibi bu ekran üzerinden stok kart ekleme, düzenleme ve silme yapılabilmektedir. Her stok kart kaydının üstünde Mouse ile çift tıklama neticesinde o stok kart ile ilgili tüm giriş ve çıkışlar görüntülenebilmektedir.

STOK ID	TAŞ CİNSİ	STOK KODU	ÖLÇÜ	STOK BİRİM	KALINLIK	EN	BOY	TARİH
45	KIRMIZI	1	4x33x120	ADET	4	33	120	11.02.2012
54	SUPREME	9	2x30x30	ADET	2	30	30	11.02.2012
53	SUPREME	7	2x40x40	ADET	2	40	40	11.02.2012
57	SUPREME	10	0.3 mkare-BS	ADET	3	33	90.9	11.02.2012
49	AFYON BEYAZ	4	4x33x120	ADET	4	33	120	11.02.2012
58	AFYON BEYAZ	11	0.25 mkare-BS	ADET	3	20	125	11.02.2012
59	ELAZIG VISNE	12	2x30x30	ADET	2	30	30	11.02.2012

Şekil 3.9 Stok Kart Ekleme Ekranı Görüntüsü

Şekil 3.10 ‘da verilen Stok Kart Ekleme işleminin akış şemasına göre; boyut ve taş cinsi olarak birbirinden farklı olan ürünlerin taş cinsi, stok kodu bilgileri ekrandan girilir ve kullanıcıya “boy serbest mi?” sorusu yöneltilir. Eğer cevap “evet” ise en ve yükseklik bilgisi girilir ancak boy bilgisi girilmez. Çünkü boy değeri değişkendir. Bunun yerine kullanıcı tarafından plakanın alan bilgisi girilmesi istenir ve devam edilir. Eğer cevap “hayır” ise alan bilgisi istenmez ve en, boy, yükseklik bilgileri girilerek veri tabanına kayıt gerçekleştirilir.



Şekil 3.10 Stok Kart Ekleme İşlemi Akış Şeması

3.2.2.10 Kasa Stok Kart Giriş

Bu ekrandan doğal taşlarda uygulandığı şekilde kasalar için de stok kart girişleri yapılmaktadır. Bu şekilde farklı ürün gruplarının farklı kasalar içerisinde stoklanabilmesi sağlanmaktadır. Ancak uygulamada en çok kullanılan standart kasa olduğu tespit edilmiştir.

3.2.2.11 Kasa İçerik Oluşturma

Fabrika üretim döngüsünde üretilen son ürün çeşitlerinin her birini stok kart olarak değerlendirilmişti. Bu son ürünler depolanmadan önce satışa hazırlık amacıyla kasalanmaktadırlar. Normal şartlarda bir kasanın içerisine sadece aynı ürün grubuna ait yani aynı stok kart koduna sahip ürünler yerleştirilebilmektedir. Ancak bu çalışmada bu zorunluluk ortadan kaldırılarak her kasa içerisine istenildiği kadar farklı ürün grubu istenildiği sayıda yerleştirilebilmektedir. Ekran örneği Şekil 3.11 de verilmiştir.

KASA İÇERİK OLUŞTURMA

Kasa Kart: STANDART KASA

Stok Grup: BEJ

Stok Adı: 4x33x90

Stok Kodu : 6

Stoktaki Miktar : 1359

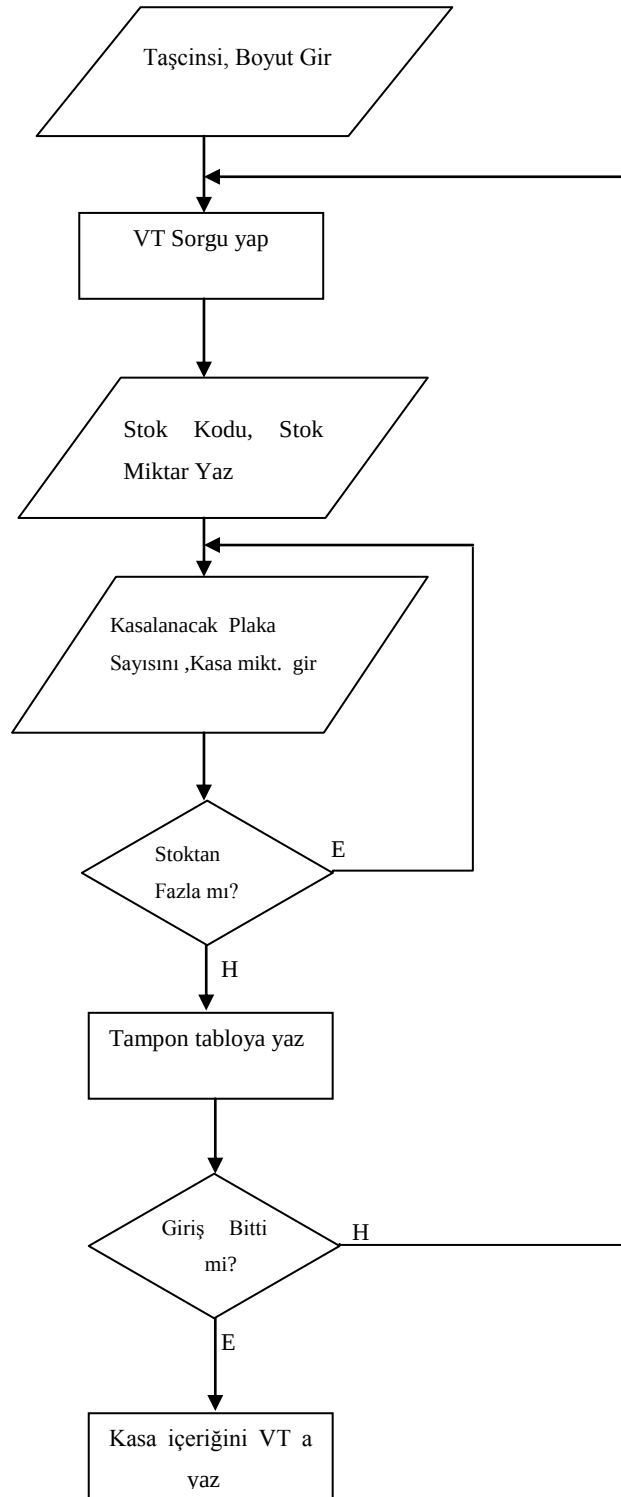
Adet :

STOK KODU	ÖLÇÜ	KASA KART	KULLANICI	MIKTAR	METREKARE	STOK İŞLEM	TARİH	SAAT
ABL...	4x33x60	3	GÜRAY SONUGÜR	80	15.84	GECICI	12.06.2012	15:56
6	4x33x90	3	GÜRAY SONUGÜR	80	23.7599999...	GECICI	12.06.2012	15:56

Oluşacak Kasa Sayısı: 10

Şekil 3.11 Kasa İçerik Oluşturma Ekranı

Kasa içerik oluşturma işlemi akış şeması Şekil 3.12 de verilmiştir. Buna göre; öncelikle kullanıcıdan taş cinsi ve plaka boyutlarını girmesi istenir. Bu bilgiler ışığında STOKKART ve STOKHAREKET tablolarından sorgulama yapılarak stoklarda bu özelliklere sahip plakaların bulunup bulunmadığına bakılır. Stoklarda var ise stok kodu ile birlikte stok miktarı ekrana yazılır. Sonrasında kullanıcıdan Her kasaya girecek olan plaka miktarı ile toplam oluşturulacak olan kasa miktarını girmesi istenir. Bu bilgiler ışığında stoktan çekilerek kasaya aktarılabacak toplam plaka miktarı bulunur ve stoktaki plaka miktarı ile karşılaştırılır. “Stoktan fazla mı?” sorusunun cevabı “evet” ise kasaya girecek olan plaka miktarı ile toplam oluşturulacak olan kasa miktarının girilmesi işlemine dönlür. Eğer cevap “hayır” ise birim kasa içeriği tampon tabloya yazılır. Sonrasında kullanıcıya “kasa içeriği girişi bitti mi?” sorusu sorulur. Eğer cevap “evet” ise birim kasadaki plaka miktarının kasa adeti ile çarpımı miktarındaki plaka adeti stoktan düşülerek kasa stokuna yazılır. Eğer cevap “hayır” ise birim kasa içeriğine stoktan aktarılabacak olan farklı özelliklerdeki plakaların girişini yapmak üzere kullanıcıdan taş cinsi ve plaka boyutlarını girmesi istenir. Eğer cevap “evet” ise tampon tabloda tutulan birim kasa içerikleri STOKHAREKET tablosuna kaydedilir.



Şekil 3.12 Kasa İçerik Oluşturma İşlemi Akış Şeması

3.2.2.12 Kasa Stok Takip

Kasa stop takip ekranı kullanıcıya bilgi için oluşturulmuş bir ekrandır (Şekil 3.13). İşletme stoklanan ürünleri toplam kasa adet, plaka adet ve metrekare bazında görüntüler. Farklı bir özellik olarak da; sorgulanan ürünlerin ne kadarının tekli ürün kasalarında ne kadarının çoklu ürün kasalarında bulunduğunu verir.

TAS CINSİ	OLCU	ADET	MKARE	İÇERİK KODU
AFYON BEY...	4x33x120	3	59.4	TEKLI
AFYON BEY...	4x33x120	2	34.848	TEKLI
AFYON BEY...	4x33x120	7	63.756	COKLU

TEKLI KASA		COKLU KASA		TOPLAM	
ADET	5	ADET	7	ADET	12
MKARE	94.248	MKARE	111.573	MKARE	205.821

Şekil 3.13 Kasa Stok Takip Ekranı

3.2.2.13 Stok Satış

Stok Satış ekranında satışı talep edilen ürün gruplarının kasalı olarak ne kadarının stokta bulunduğuna dair bir sorgu yapılır. Bu sorgu sonrasında istenilen kasa miktarı metrekare cinsinden hesap edilerek satışa aktarılır ve müşteri seçimi gerçekleştirilerek satışı yapılır. Satışı yapılan ürün otomatik olarak stoktan düşürülür.

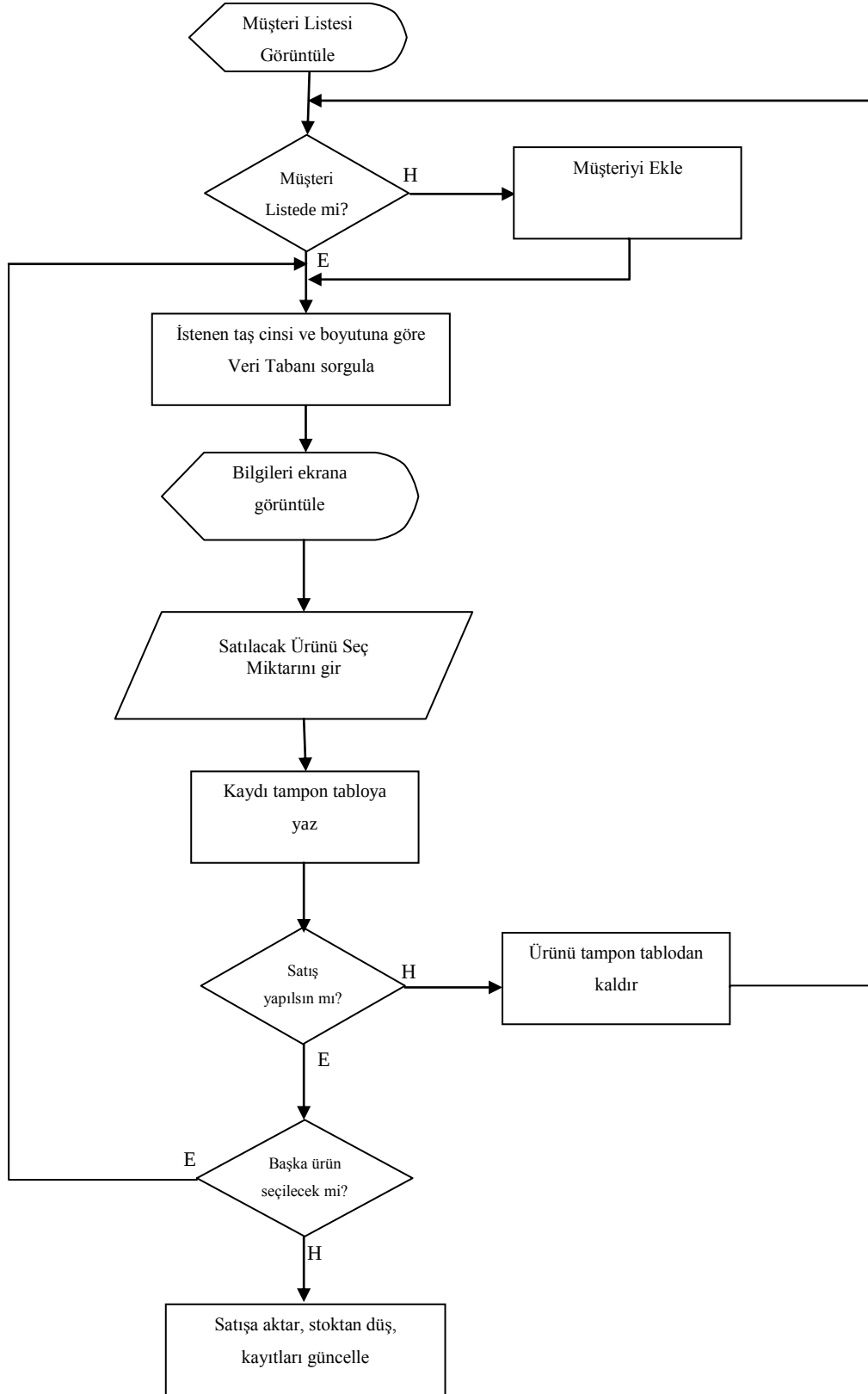
Stok satış işleminin akış şeması Şekil 3.14 de sunulmuştur. Akış diyagramına göre; öncelikle kullanıcının müşteri seçimi için müşteri listesi görüntülenir. Kullanıcı müşterinin listede olup olmadığını kontrol eder. Müşteri listede değil ise Müşteri Ekleme adımına yönlendirilir. Bu adımda yeni müşteri, MUSTERİ tablosuna kaydedilerek işlem adımlarına devam etmek üzere kalınan yere geri dönlür. Müşteri Listedeki ise; müşterinin talep ettiğı ürünün stoklarda bulunup bulunmadığına dair sorgulama yapılır. Sorgulama sonucu kullanıcı için ekrana yansıtılır. Ekrana gelen listeden satışı yapılacak olan ürün seçilerek satış miktarı ekrandan girilir. Bu kayıt tampon tabloya yazılarak kullanıcının yeniden farklı bir ürün seçebilmesi için ekran temizlenir. Tampon tablodaki ürünün satışı yapılmayacak ise ilgili ürün tampon tablodan kaldırılır. Satış yapılacak ise başka ürünün seçilip seçilmeyeceğı kullanıcıya sorulur. Cevap “evet” ise yeni ürünün özelliklerinin sisteme girilebilmesi amacıyla taş cinsi ve ürün boyutlarının ekrandan girildiğı adıma dönlür. Cevap “hayır” ise tampon tabloda bulunan ürünlerin satışı gerçekleştirilmek üzere STOKHAREKET ve diğer tablolara satış bilgilerini içeren kayıtlar eklenir.

3.2.2.14 Planlama Ekranı

Bu üst menü altında doğal taşlardan plaka son ürününe geçişin yapıldığı alt menü başlıkları bulunmaktadır.

Bu adımlar:

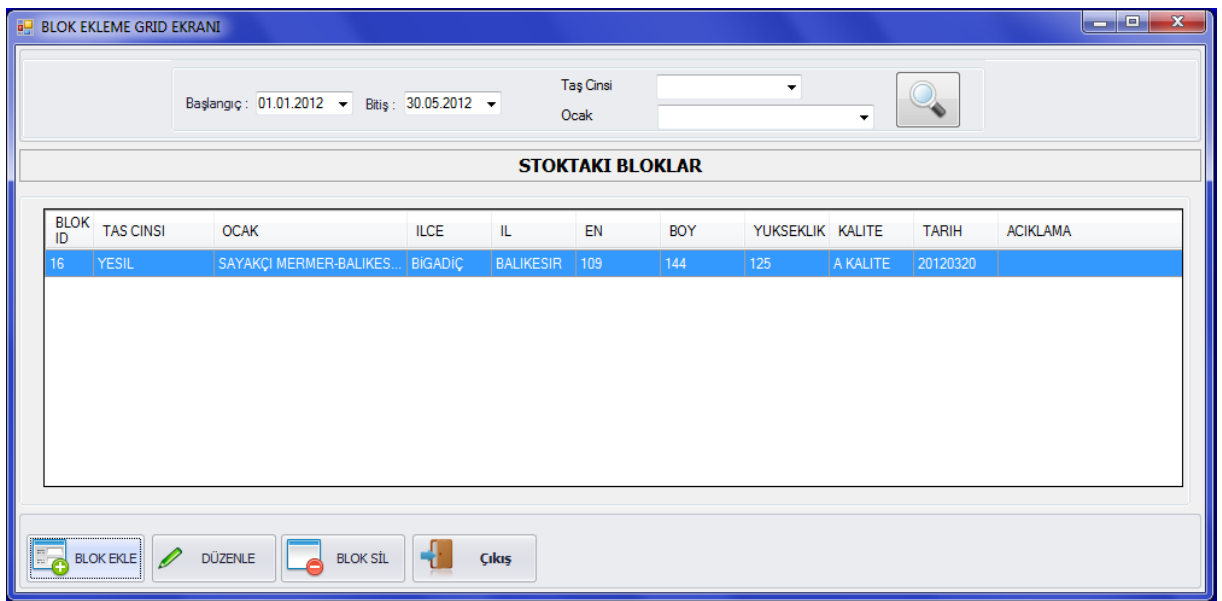
- Blok Giriş
- Makine Giriş
- Personel Giriş
- Vardiya İşlemleri
- Blok İşleme
- ST Plaka İşleme



Şekil 3.14 Stok Satış İşlemi Akış Şeması

3.2.2.15 Blok Girişi

Bu ekranda; fabrika stok sahasında bulunan blokların veri tabanına girişleri gerçekleştirilmektedir. İlk ekranda stokta bulunan bloklar görüntülenir. Bu durum Şekil 3.15 'de gösterilmiştir. İstenirse tarih, taş cinsi, ocak bilgileriyle sorgulama da yapılabilmektedir. Bu ekranda “Blok Ekle” bağlantısıyla blok giriş ekranına geçilir. Bu yeni ekranda bloğa ait en, boy, yükseklik, taş cinsi, hangi ocağa ait olduğu bilgisi, nakliye bilgileri, tarih, kalite ve açıklama bilgileriyle giriş yapılır.



Şekil 3.15 Blok Giriş ve Sorgulama Ekranı

3.2.2.16 Makine Girişi

Üretimde makinelerin büyük önemi bulunmaktadır. Verimlilik üzerinde doğrudan etkilidirler. Ayrıca enerji sarfiyatı da önemli bir parametredir. Bu nedenle kurulan sistemde makine parkının önemi büyüktür. Fabrikadaki makine parkı bu adımda girilir. Üretimde kullanılan tüm makineler adları, kategorileri, alınış tarihleri, aylık ortalama arızalı kalma süreleri, enerji sarfiyatları dâhil olmak üzere bu adımda girilirler.

3.2.2.17 Personel Girişi

Üretimde çalışan ve ST, Baş kesme makinelerini kullanacak olan operatörlerin sisteme girişleri bu adımda gerçekleştirilir.

3.2.2.18 Vardiya İşlemleri

Fabrikalardaki çalışma planları vardiyalar üzerinden yürütülmektedir. Bu nedenle makineleri kullana operatörler de vardiyalar üzerinden planlanmalıdır. Bu adımda tüm operatörlerin vardiya işlemleri günlük, haftalık, aylık olarak gerçekleştirilebilmektedir. Vardiyada çalışacak olan personel istenirse sol kısımda bulunan tüm personel listesinden seçilebileceği gibi, istenirse de orta kısımda bulunan geçmiş vardiya listelerinden doğrudan aktarılabilir. Seçim işlemi ekranın altında bulunan butonlar ile veya personel üzerinde çift tıklanarak yapılabilir. Ekran görüntüsü Şekil 3.16 'da verilmiştir.

ID	AD SOYAD
1	KEMAL OZEL
3	CEM YILMAZ
4	CEMAL KÖKÜ
9	SERDAR AKALIN
8	SERKAN AYDIN
5	HASAN KOCAOĞLU
6	ALİ KIVRAK
7	ILHAN KARA

ID	AD SOYAD
1	KEMAL OZEL
3	CEM YILMAZ
5	HASAN KOCAOĞLU
6	ALİ KIVRAK

Şekil 3.16 Vardiya Ekleme Menüsü Ekran Görüntüsü

3.2.2.19 Blok İşleme

Bu adım sistemin en önemli işlemlerinden bir tanesidir. Burada; blok işlenmeye başlanmadan önce 3 ayrı seçim yapmak gerekir.

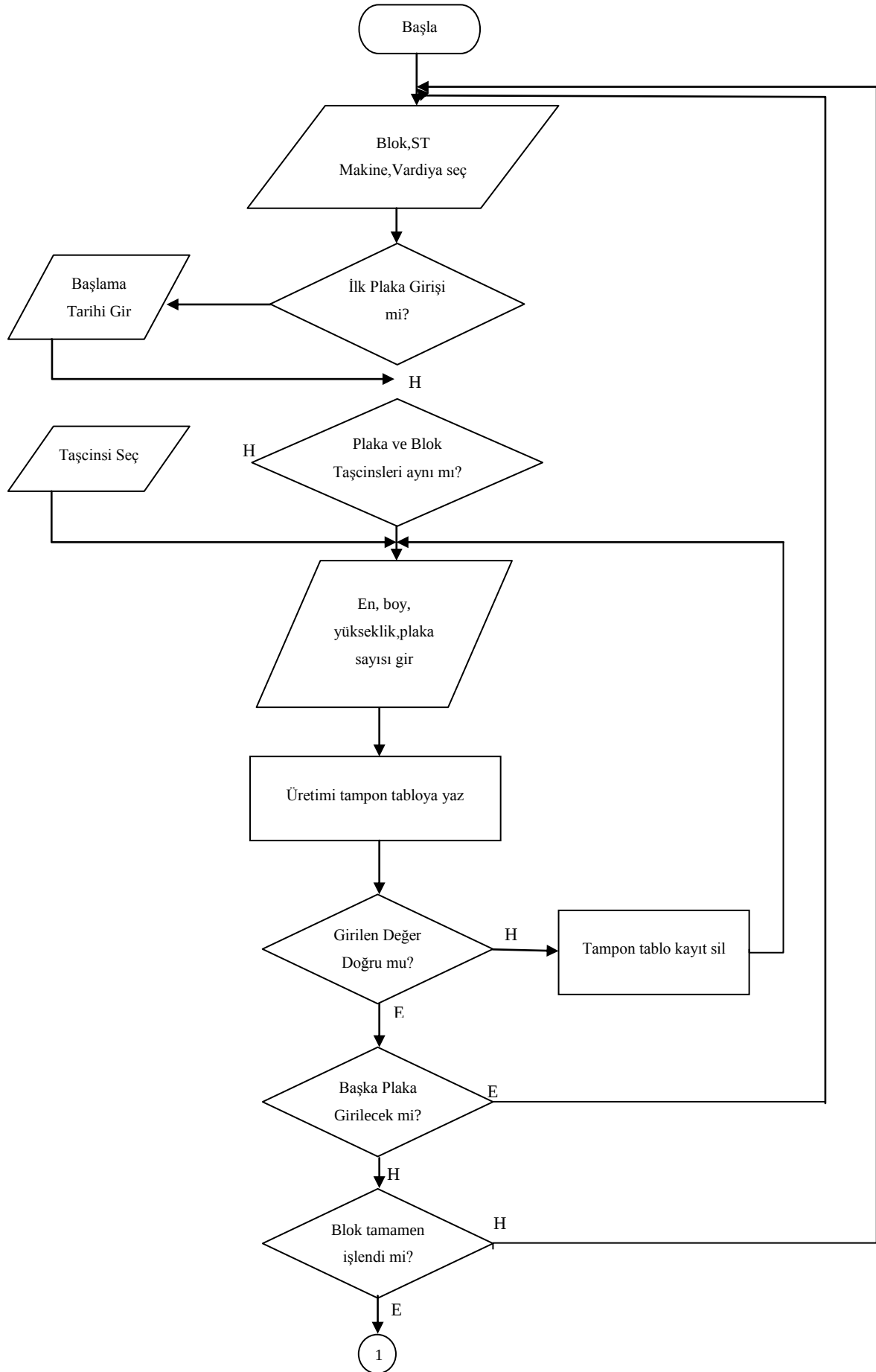
- Blok taşın seçimi ekran üzerinden tarih, taş cinsi, ocak bilgisi sorgulaması yapılarak yapılabileceği gibi kaydırma çubukları vasıtasıyla doğrudan ekran üzerinden çift tıklanarak gerçekleştirilebilir.

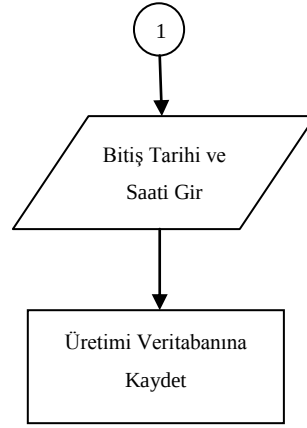
- Makine seçimi aynı şekilde ekran üzerinden ya da sorgulamayla yapılabilir.
- Vardiya seçimi ekran üzerinden seçilerek yapılır.

Bu adımlar geçildikten sonra bloğun tarama süresi, üretilecek ST plakaların en, boy, yükseklik bilgileri, üretilen ST plakalarının adet ve metrekare bilgilerinin girilebileceği esnek bir ekran üzerinden işlem gerçekleştirilir. Ayrıca blokların işleme alındıkları ve bitirildikleri tarih ve saat bilgilerinin doğru olarak girilmesi daha sonradan elde edilecek olan planlama bilgileri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu şekilde üretimin ilk adımı olan ST plakalar üretilmiş ve veri tabanında kayıtlanmış olurlar. İşlem ekranı Şekil 3.17 ‘de verilmiştir.

Şekil 3.17 Blok İşleme Menüsü Ekran Görüntüsü

Blok işleme adımının akış diyagramı Şekil 3.18 ‘de verilmiştir.





Şekil 3.18 Blok İşleme Adımı Akış Diyagramı

Akış diyagramına göre; öncelikle kullanıcının İşlenecek olan ham bloğu, bloğu işleyecek olan S/T makinesini ve işlemi yapacak olan personelin bulunduğu vardiya bilgilerini seçmesi gerekir. Eğer blok işlenmeye yeni başlanıyorsa başlangıç tarih ve saati girilmelidir. Eğer daha önce işlenmeye başlanmışsa başlama tarih ve saati girmeye gerek bulunmamaktadır. Kullanıcının bloğun kesilen kısmının blok taş cinsi ile aynı olup olmadığını girmesi gerekir. Çünkü kimi zaman blokların birden fazla rengi olabilir. Bir kısmı beyaz iken bir kısmı kırmızı olabilir. Bu nedenle; herhangi bir farklılık durumunda kullanıcının taş cinsini değiştirmesi gerekir. Eğer değişiklik yok ise kullanıcı tarafından en, boy, yükseklik ve üretilmiş olan plaka sayısının girilir. Sonrasında girilen değerler ile oluşan üretim kaydı tampon tabloya yazılır. Girilen değerler doğru değil ise kayıt tampon tablodan kaldırılır ve plaka sayısı ve ölçülerinin girildiği adıma dönülür. Girilen değerler doğru ise üretimde başka plaka girişi yapıp yapılmayacağı bilgisi kullanıcıya sorulur. Cevap “evet” ise blok, makine, vardiya seçme adımına dönülür, cevap “hayır” ise kullanıcıya blok işlemenin tamamen bitip bitmediği sorusu sorulur. Cevap “evet” ise blok bitiş tarih ve saati girilir ve tampon tabloda bulunan kayıtlar URETIMURUNLERHAVUZ ve diğer tablolara eklenir. Eğer cevap “hayır” ise blok, makine, vardiya seçme adımına dönülür.

3.2.2.20 ST Plaka İşleme

Bu ekranda da ilk olarak bir önceki blok işleme ekranındaki aynı seçimler yapılır. Tek fark blok yerine ST plaka ürün grubunun seçilmesidir.

ST Plaka, makine parkı, vardiya seçimleri yapıldıktan sonra; üretilecek olan Baş kesme plakaların ürün özellikleri seçilir. Bunlar:

- Başlama tarih ve saati
- Ürün ölçüleri
- Ortaya çıkan ürün miktarıdır.

Bu adımla beraber bir bloktan başlayarak baş kesme makinesinden çıkan plakaya kadar olan süreç bilgisayar destekli olarak takip edilmiş olmaktadır. Bundan sonrasında üreticiye, yapılan üretimle ilgili olarak raporlar sunmak gerekmektedir. İşlem ekranı görüntüsü Şekil 3.19 'da verilmiştir.

The screenshot displays the 'frmUretimBKPlaka' application window. It is divided into several sections for data entry and selection:

- ST PLAKA SEÇİMİ (ST Plate Selection):** Includes dropdowns for 'Taş Cinsi' (Stone Type) and 'Blok Kodu' (Block Code). Below is a table with columns: BLOK ID, BLOKKODU, TASCINSI, URUN, ADET, MKARE. The selected row is: BLOK ID: 108, BLOKKODU: ly-231, TASCINSI: MUGLA BEYAZ, URUN: 4.7x33x180, ADET: 15, MKARE: 8.91.
- MAKİNE SEÇİMİ (Machine Selection):** Includes dropdowns for 'Başlangıç' (Start) and 'Bitiş' (End) dates, and 'Makine Tipi' (Machine Type). Below is a table with columns: MAKİNE ID, MAKİNE TİPİ, MAKİNE ADI, MARKA-MODEL, GÜC TUKETİM, AÇIKLAMA. The selected row is: MAKİNE ID: 4, MAKİNE TİPİ: BASKESME, MAKİNE ADI: BK-İTALYAN-2, MARKA-MODEL: BARSANTI, GÜC TUKETİM: 87, AÇIKLAMA: ÇOK KALİTELİ MAKİNE.
- VARDİYA SEÇİMİ (Shift Selection):** Includes dropdowns for 'Vardiya Seç' (Shift Selection) and 'Getir' (Fetch) button. Below is a table with columns: ID, AD SOYAD. The selected row is: ID: 6, AD SOYAD: ALI KIVRAK.
- Production Information (Üretim Bilgileri):** Includes dropdowns for 'Başl. Tarih/Saat' (Start Date/Time), 'Ürün' (Product), 'Ürün Tipi' (Product Type), and 'Ürün Adeti' (Product Quantity). The 'Ürün Tipi' is set to 'BASKESME EBATLI'.
- Summary Table:** A table with columns: TAS CINSI, ÖLÇÜ, ADET, METREKARE. The row shows: MUGLA BEYAZ, 4.7x33x60, 43, 8.514.
- Buttons:** 'Temizle' (Clean), 'Ekle' (Add), 'Kaldır' (Remove), 'Kalan Var' (Remaining), and 'Kaydet' (Save).

Şekil 3.19 ST Plaka İşleme Menü Ekran Görüntüsü

3.2.2.21 Raporlar Ekranı

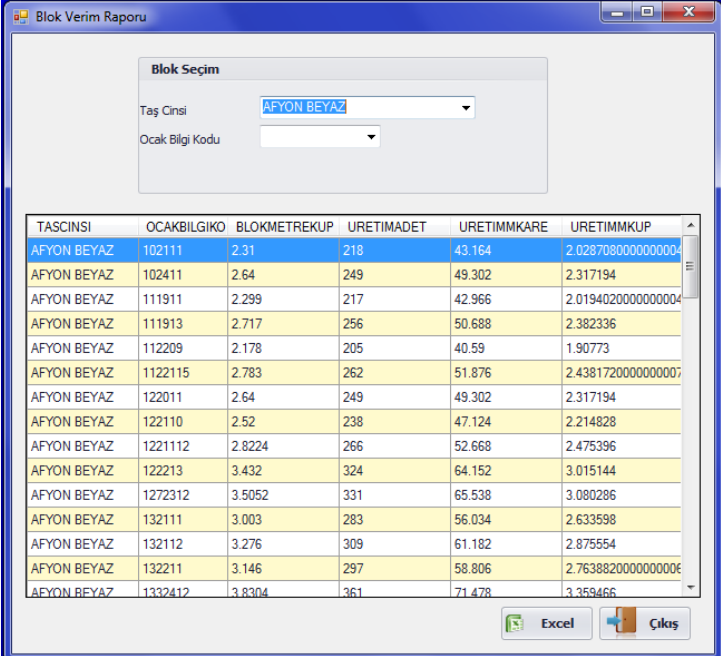
Bu ekranda yazılım aracılığıyla sisteme girilen verilerden oluşan veri tabanı sistemi üzerinden işletme için faydalı olacak stratejik ve istatistik raporları alınabilmektedir.

Sistem üzerinde an itibarıyla gerekli olan dört rapor bulunmaktadır ancak çeşitli kriterleri barındıran onlarca yeni rapor oluşturmak mümkündür. Üst menü aşağıdaki menü adımlarını içermektedir.

- Blok Raporu
- Makine Ürün Raporu
- Makine Toplu Ürün Raporu
- Tarih Aralığı Üretim Raporu

3.2.2.22 Blok Raporu

Blok bazında verimliliğin izlenebileceği bir ekrandır. Her bloğun ham olarak metreküp cinsinden yaklaşık hacmi, bloktan elde edilen adet bazında plaka sayısı, plakaların metrekare cinsinden toplam alanı vb. bilgiler bulunmaktadır. Bu şekilde bir bloktan elde edilen toplam işlenmiş ürün miktarı bulunabilmektedir. Elde edilen ekran raporları Microsoft Excel ortamına aktarılabilir. Rapor ekran görüntüsü Şekil 3.20 'de verilmiştir.



TASCINSI	OCAKBILGKO	BLOKMETREKUP	URETIMADET	URETIMMKARE	URETIMMKUP
AFYON BEYAZ	102111	2.31	218	43.164	2.0287080000000000
AFYON BEYAZ	102411	2.64	249	49.302	2.317194
AFYON BEYAZ	111911	2.299	217	42.966	2.0194020000000000
AFYON BEYAZ	111913	2.717	256	50.688	2.382336
AFYON BEYAZ	112209	2.178	205	40.59	1.90773
AFYON BEYAZ	1122115	2.783	262	51.876	2.4381720000000000
AFYON BEYAZ	122011	2.64	249	49.302	2.317194
AFYON BEYAZ	122110	2.52	238	47.124	2.214828
AFYON BEYAZ	1221112	2.8224	266	52.668	2.475396
AFYON BEYAZ	122213	3.432	324	64.152	3.015144
AFYON BEYAZ	1272312	3.5052	331	65.538	3.080286
AFYON BEYAZ	132111	3.003	283	56.034	2.633598
AFYON BEYAZ	132112	3.276	309	61.182	2.875554
AFYON BEYAZ	132211	3.146	297	58.806	2.7638820000000000
AFYON BEYAZ	1332412	3.8304	361	71.478	3.359466

Şekil 3.20 Blok Raporu Ekran Görüntüsü

3.2.2.23 Makine Üretim Raporu

Bu raporda; seçilen bir tarih aralığında makine bazında işlenmiş ürün miktarları görüntülenebilmektedir. Raporun bir görüntüsü Şekil 3.21 'de verilmiştir.

Şekil 3.21 Makine Üretim Raporu

3.2.2.24 Makine Toplu Üretim Raporu

Bu raporda; Makine Üretim Raporunda tek tek makine bazında alınan rapor yerine tüm makinelerin toplu olarak üretim raporları alınmaktadır.

3.2.3 Yapay Sinir Ağları Yöntemlerinin Uygulanması

Bu çalışmada YSA kullanılarak yapılmak istenen; daha önceden işlenerek veri tabanına kaydedilmiş olan blok taş ölçüleri, doğal taşların cinsleri, kaliteleri, işlenirken kullanılan makineler ve makineleri kullana operatör bilgileri vs. bilgileri kullanarak sinir ağını eğitmek ve henüz işlenmemiş blok taşların işleme sürelerini ve blok taştan elde edilebilecek verimi tahmin etmektir. Üretimin hammaddesi olan blok taşların özelliklerinden kısaca bahsetmek gerekirse;

Doğal taş üretim işletmelerine hammadde olarak büyük boyutlardaki blok taşlar kullanılır. Bu taşlar ocaklardan çıkartıldıktan sonra düzgün olmayan kenarları monoblok ismi verilen kesme makineleriyle düzgünleştirilir. Bu şekilde tam olmasa da dikdörtgenler prizması şeklini alırlar. Fabrika sahasına gelen tüm blok taşların en, boy ve yükseklikten oluşan ölçü bilgileri vardır. Ocaklardan gelen tüm blok taşlar aynı cinsten olsalar bile ölçü ve diğer parametreler açısından birbirlerinden tamamen farklıdırlar. Renk, desen, kırık-çatlak oranı, fosil oranı vs. özellikleri farklılık gösterir. Bu özelliklere blok taşın kalite sınıfı olarak da bakılabilir. Blok taşlar ocak çıkışlarında ya da üretim işletmesine getirildiklerinde uzmanlar tarafından kalite sınıfları belirlenir ve kodlanırlar. Her doğal taş cinsi kendi içinde kalite derecelerine göre de sınıflandırılırlar. Bu sınıflar genel olarak A Kalite, B Kalite, C Kalite şeklinde belirlenmektedir.

Doğal taş bloklarının işlenmesinde yukarıda bahsedilen özneteliklerin büyük önemi vardır. İşleme sırasındaki fire oranı, enerji tüketimi, su tüketimi, işçilik masrafları doğal taş cinsleri ve bunların kaliteleri ile yakından ilgilidir. Örnek vermek gerekirse traverten türü taşlar yumuşak fakat kırık-çatlak oranı yüksek taşlardır. Üretim sırasında enerji sarfiyatı düşük ancak verimlilik minimum düzeyde gerçekleşir. Bunun yanında A Kalite sınıfı traverten taşın verimi B sınıfı traverten taşa göre daha yüksektir.

Doğal taşların kendi özneteliklerinin yanında bir de üretim sırasında gerçekleştirilmesi gereken işlem basamaklarından kaynaklanan parametreler de verimliliği etkiler. Bunlar üretimin yapıldığı makineler ve üretimi gerçekleştiren operatörlerdir. Her makinenin performansı, üretim kapasitesi, enerji sarfiyatı vs. farklıdır. Her operatörün de tecrübesi ve becerisi farklıdır.

Tüm bu sebeplerden dolayı; bir doğal taş bloğuna etki eden faktörleri matematiksel bir model olarak tanımlanması oldukça zordur. Bu nedenle bu çalışmada doğrusal olmayan problemlerin çözümünde kullanılan yapay sinir ağları metotları kullanılmıştır.

Bu çalışmada; doğal taş üretim ve verimlilik tahmini yapılabilmesi için 3 giriş ve 2 çıkıştan oluşan bir yapay sinir ağı tasarlanmıştır.

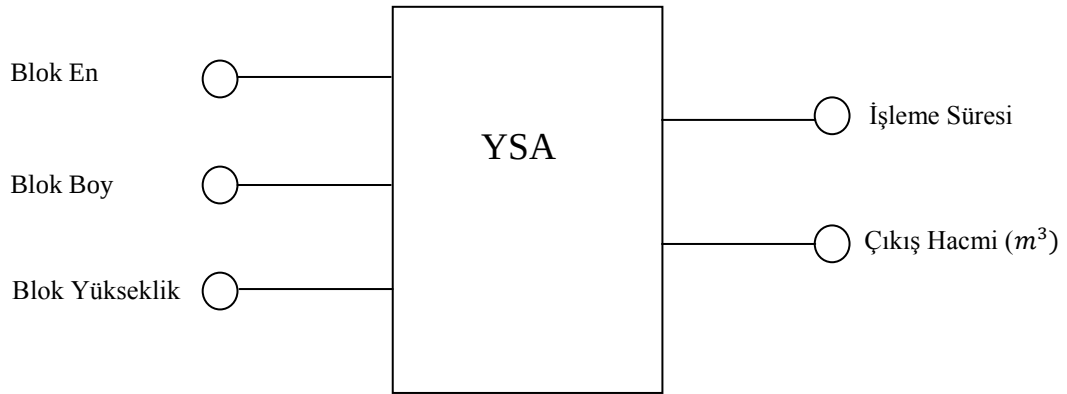
Sinir ağının giriş bilgileri:

- Ham Blok En Uzunluğu
- Ham Blok Boy Uzunluğu
- Ham Blok Yüksekliği

Sinir ağının çıktıları ise:

- Blok İşlenme Süresi
- Bloktan elde edilen metreküp cinsinden plaka miktarı

Kurulmuş olan yapay sinir ağının blok diyagram olarak gösterimi Şekil 3.22 'de verilmiştir.



Şekil 3.22 Tasarlanan Sinir Ağı

Tasarlanan yapay sinir ağı gizli katmanlarda 10 tane nöron bulunan 3 adet katmandan oluşmaktadır. Matlab programının yapay sinir ağı modülünde yapılan deneme yanılma çalışmalarında en olumlu sonuçların; hiperbolik tanjant ve doğrusal fonksiyonlu aktivasyon fonksiyonuna sahip 10 nöron ve 3 katmandan oluşan ağlarda alındığı tespit edilmiştir.

Ağın eğitimi için en yaygın öğrenme algoritmalarından olan İleri beslemeli Geri Yayılım Algoritması kullanılmıştır. Geri yayılım algoritması ve genelleştirilmiş delta kuralı (GDK) kullanılarak sinir ağına ait ağırlık değerlerinin bulunması ile sinir ağının öğrenmesi gerçekleştirilir.

3.2.4 Verilerin Seçilmesi

Verilerin seçilmesi için hazırlanan yazılım kullanılmaktadır. Hali hazırda yazılım üzerinde üretim kontrol ve yönetimi için sürekli veri girişi yapılmaktadır. Bu şekilde her cinsten ve özellikten doğal taşlara ait blok ölçüleri ve her bloktan elde edilmiş olan ham plaka miktarları (metrekare ve metreküp cinsinden) ve üretim süreleri veri tabanında hazır olarak beklemektedir. Ayrıca bir blok taşın üretim sürecinde kullanılan makineler ve bu makineleri kullanan vardiya bilgileri de veri tabanında bulunmaktadır. Yazılım üzerinde bulunan bir menü ile tahminde bulunulacak olan blok taş ile aynı özniteliklere ve aynı üretim süreçlerine sahip olmuş olan blok taşların verileri çekilir. Yani; kullanıcı tarafından talep edilen taş cinsinde ve kalitesinde olan ve yine kullanıcının belirlediği makinelerde işlenmiş olan blokların en, boy, yükseklik değerleri Girdi Verilerini oluşturmaktadır. Beklenen Veriler ise seçilen blokların işlenme sürelerini ve bloklardan elde edilen ürünlerin metreküp cinsinden değerini içermektedir. Bu ekranın görüntüsü Şekil 3.23 'de verilmiştir.

Tasarlanan sistem için blok taşların en, boy, yükseklik bilgileri girdi kümesini oluştururlar. Diğer taraftan üretim süresi ve blok çıkış hacmi de hedef kümeyi yani beklenen değerleri oluştururlar. Kendi içinde tutarsız veriler yapılacak tahmin işlemini etkilememeleri için yazılım tarafından seçilerek elenirler.

Seçilmiş olan veriler sıralı olarak kullanıcının görebileceği bir ekranda tutulur. Bu ekranda daha önce aynı koşullar altında üretilmiş olan benzer öznitelikli blok taşların ölçüleri ve bu üretim neticesinde oluşan kapasite ve üretim süreleri yan yana görüntülenmiştir.

Kullanıcı tarafından kontrolü yapıldıktan sonra veriler Matlab ortamına transfer edilir. Bu işlem için ekrandaki “Veri Transfer” butonu kullanılır. Bu buton ile veri tabanından düzenli bir şekilde çekilen veriler Matlab yazılımı kullanılarak hazırlanmış olan ara yüz tarafından kullanılabilir bir formata dönüştürülür.

Tahmin Verileri

BLOK EKLEME

Tas Cinsi : AFYON BEYAZ
Kalite : A KALITE
Vardiya Sayısı : 2
ST Makine : ST-1
BK Makine : BK-ITALYAN-1

Çıkış **Seç**

EN	BOY	YUKSEKLİK	SÜRE	METREKÜP
90	90	90	2.5	0.660726
100	100	100	3.5	0.902682
100	200	100	6.9	1.805364
100	210	110	8	2.084544
100	240	110	9.1	2.37303
110	190	110	7.9	2.065932
110	190	130	9.4	2.447478
110	200	90	6.8	1.786752
110	220	115	9.6	2.503314
110	230	106	9.3	2.41956
110	240	100	9.1	2.37303

Veri Transfer

Şekil 3.23 Tahmin Verilerinin Toplanması

Matlab programı üzerinde yapay sinir ağları modülü bulunduğu için YSA uygulamaları daha kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca program “GUI” adı verilen kullanıcı ara yüzü tasarlama modülüne de sahiptir. Tasarlanan yapay sinir ağını uygulamak için Matlab üzerinde bir ara yüz geliştirilmiştir. İşlem adımları bu ara yüz üzerinden tek tek uygulanacak şekilde tasarlanmıştır. Matlab ara yüzünün ekran görüntüsü Şekil 3.24 ‘de verilmiştir.

Tasarlanan ara yüzde başlıca dört bölüm bulunmaktadır. Birinci ve ikinci bölümde C# uygulaması tarafından transfer edilen veriler işlenerek yapay sinir ağı modelinin girişlerine uygulanabilecek duruma getirilir. Her iki bölümde de aynı işlemler yapılır. Aradaki tek fark birinci bölümde girdi verileri işlenirken, ikinci bölümde beklenen değerlerin bulunduğu veri kümesi işlenmektedir. Verilerin işlenmesi üç adımda gerçekleştirilir. Birinci adımda C# uygulamasından transfer edilen veriler matris haline getirilir. Elde edilen matris ikinci adımda normalizasyon işlemine tabi tutulur.

Normalizasyon tüm verilerin 0 ile 1 arasındaki sayılara belirli kurallar çerçevesinde dönüştürülmesidir. Formülü Denklem 3.1 de verilmiştir.

$$X_n = \frac{X_t - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3.1)$$

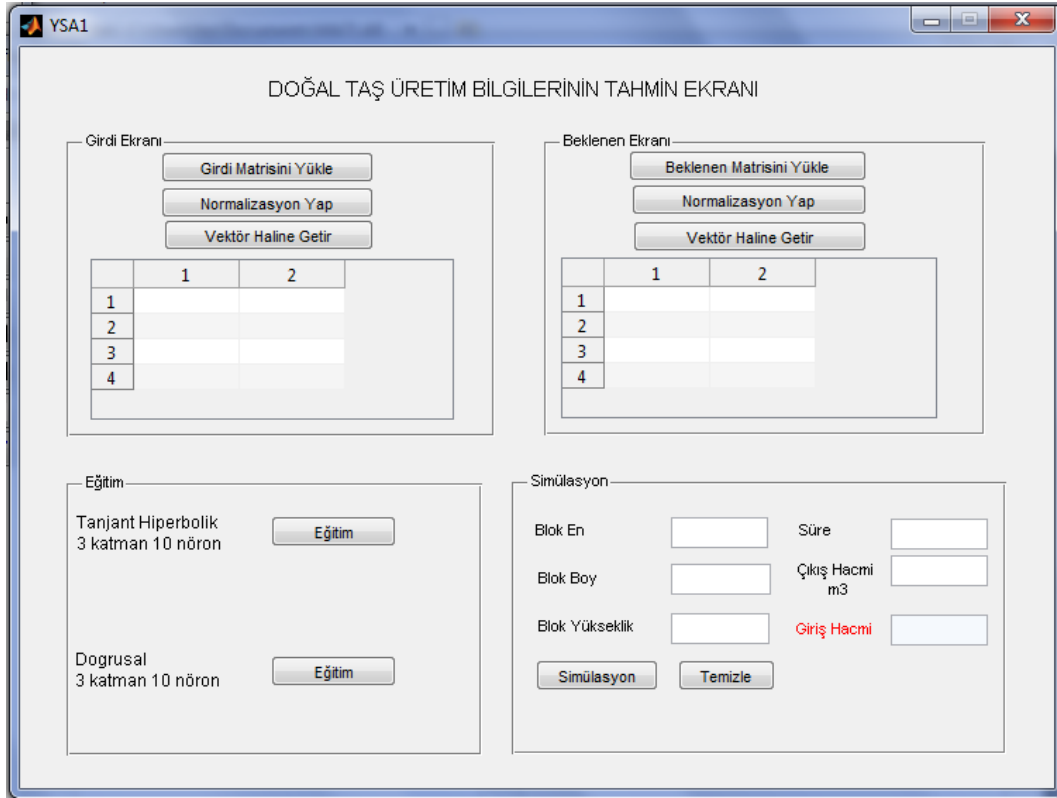
X_n :Normalize edilmiş değer

X_t :Normalize edilecek değer

X_{min} :Değerler kümesinin minimumu

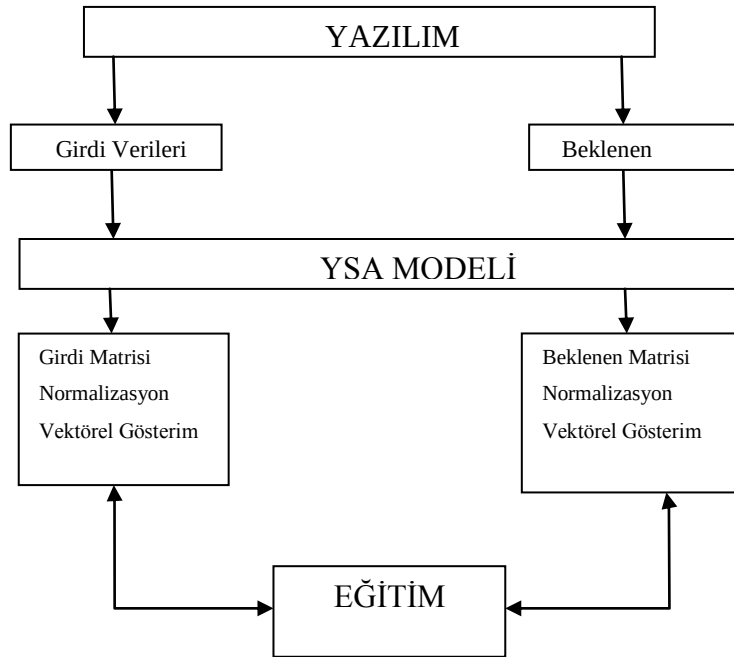
X_{max} :Değerler kümesinin maksimumudur.

Üçüncü adımda ise elde edilen normalize edilmiş matris yapay sinir ağı girişlerine uygulanmak üzere vektör haline getirilir. Matlab ara yüzünün birinci ve ikinci bölümünde verilerin hazırlanması sonrasında üçüncü bölümde seçilen aktivasyon fonksiyonuna göre tasarlanan yapay sinir ağı eğitilir ve ağırlıklar hesaplanır. Dördüncü bölümde ise yapılan eğitim işleminin testleri gerçekleştirilir. YSA ‘ya daha önce uygulanmamış blok en, boy ve yükseklik değerleri ilgili alanlara girilerek bloğun işlenme süresi ve metre küp cinsinden elde edilecek ürün miktarlarının tahminleri yaptırılır.



Şekil 3.24 Matlab Yapay Sinir Ağları Ara Yüzü

Matlab ara yüzünde işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için verilerin belirli süreçlere tabi tutulması gerekir. Ancak bu şekilde tasarlanan ağdan olumlu sonuçlar alınabilmektedir. Söz konusu işlem adımları Şekil 3.25 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.25 Yazılım ile Uygulama Arasındaki Veri Alış Verişi

C# Yazılımı ile oluşturulan ve üretim süreçlerinde sürekli olarak güncellenen ve yeni kayıtlar ilave edilen veri tabanından “Girdi Verileri” ve “Beklenen Veriler” olmak üzere iki tipte veri kümesi oluşturulur. Bu veriler YSA işlemlerinde kullanılmak üzere Matlab GUI programı üzerinde hazırlanmış olan YSA Modeline transfer edilir. YSA modeli her iki veri kümesini kendi işleyebileceği formata dönüştürmek üzere Matrise dönüştürme, Normalizasyon ve Vektör Haline Getirme işlemlerini uygular. İstenen formata getirilen girdi vektörleri bir döngü içerisinde seçilen eğitim algoritmaları gereğince beklenen vektörleri ile karşılaştırılırlar. Bu şekilde uygulanan modele göre tasarlanan sinir ağının ağırlıkları (weight) bulunur ve YSA eğitilmiş olur.

4. BULGULAR

4.1 Veri Grupları

Sistemde 3 ayrı veri grubu için eğitim ve tahmin çalışması yapılmıştır. 1. Grup veriler ile 2. Grup veriler öznelite ve işlendikleri makineler açısından benzerlik gösterir. Aralarındaki fark; 1.grup veriler A Kalite bloklardan elde edilmişken 2. Grup veriler B Kalite bloklardan elde edilmiştir. Burada; A Kalite doğal taşlar ile B Kalite doğal taşların işlenme süreleri ve elde edilen verim açısından karşılaştırılması ve tasarlanan YSA modelinin de bu farkı öğrenip öğrenemeyeceğinin test edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada kullanılan 3. Grup veriler ile 1. Grup veriler arasındaki fark ise blokların işlendikleri makinelerdir. Bu farkın nedeni ise tasarlanan YSA modelinin makineler arasındaki işleme hızı ve verim farkını öğrenip öğrenemeyeceğinin test edilmesidir. Özellikleri ile beraber veri grupları tablosu Çizelge 4.1 de sunulmuştur.

Çizelge 4.1 Veri Gruplarının Özellikleri

	Taş Cinsi	Kalite	ST Makine	Başkesme Makine	Eğitim Veri Sayısı	Test Veri Sayısı
1.Grup Veri	AFYON BEYAZ	A KALİTE	ST-1	BK-ITALYAN-1	24	4
2.Grup Veri	AFYON BEYAZ	B KALITE	ST-1	BK-ITALYAN-1	29	4
3.Grup Veri	AFYON BEYAZ	A KALITE	ST-2	BK-ITALYAN-2	25	4

4.2 Eğitim İşlemi

Sistem hiperbolik tanjant ve doğrusal aktivasyon fonksiyonlarına sahip 3 katman ve 10 nörondan oluşan 3 girişli ve 2 çıkışlı bir sinir ağı modelleri ile ayrı ayrı eğitim ve test işlemine tabi tutulmuştur. Ara yüz üzerinden veriler transfer edilip sinir ağı girişlerine uygun hale getirildikten sonra eğitim işlemi başlar.

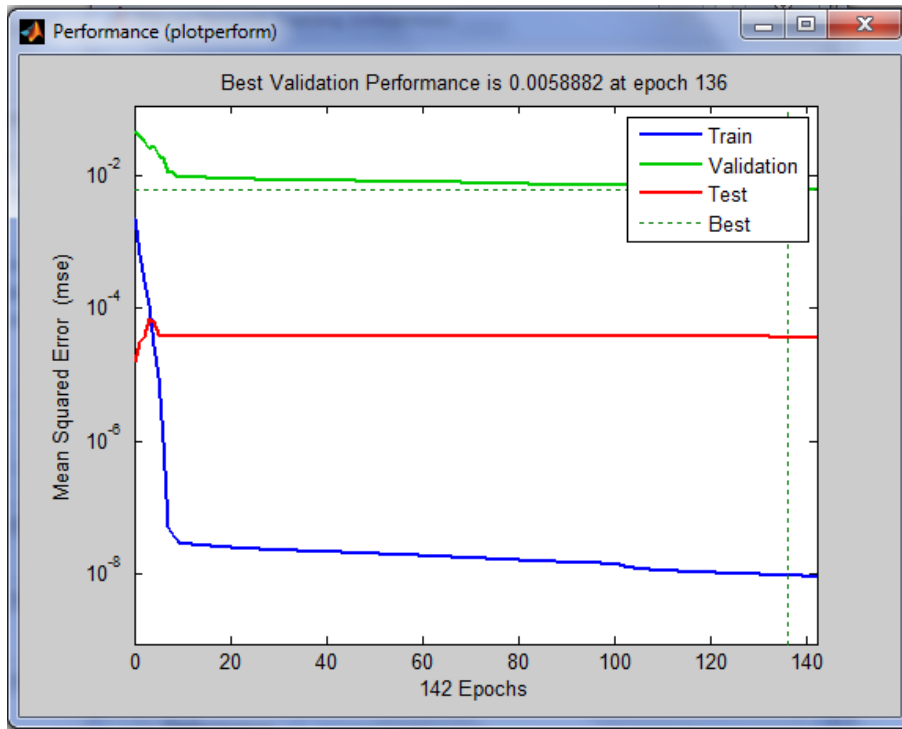
Tüm eğitimlerde; eğitim algoritması olarak Levenberg – Marquardt, hata azaltma metodu olarak da Ortalama Kareler Hatası (MSE) metodu kullanılmıştır.

Aktivasyon fonksiyonları başlıkları altında her 3 grup verinin de test, tahmin ve performans değerlendirme çalışmaları yapılacaktır.

4.2.1 Hiperbolik Tanjant Aktivasyon Fonksiyonu

4.2.1.1 Grup 1 Verileri ile Eğitim ve Test İşlemleri

1. Grup verinin eğitim işlemi sonucu performansı gösteren grafik Şekil 4.1 de sunulmuştur. Şekildeki mavi çizgi hatanın azalma eğrisini göstermektedir. 142 iterasyon sonucu hata 10^{-8} 'in altına düşmüştür. Sonuca göre eğitim başarılıdır denilebilir.



Şekil 4.1 Hiperbolik Tanjant Foksiyonlu YSA ile 1. Veri Grubu Eğitimi

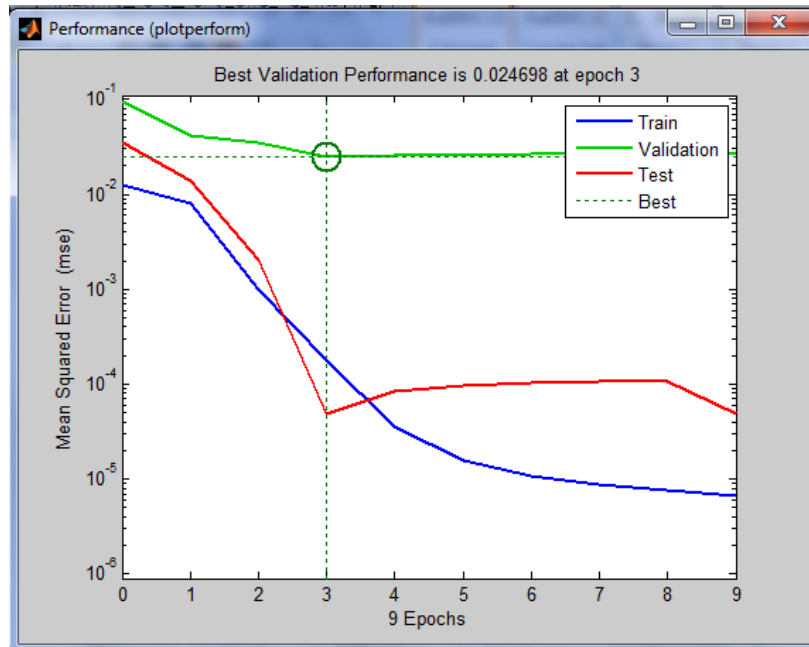
Eğitim neticesinde test verilerinden 4 tanesi sistem üzerinde simülasyona tabi tutulduğunda tahmin edilen değerlerin gerçekleşen değerlere çok yakın olduğu ve ortalama hatanın yaklaşık olarak % 5.2 olduğu tespit edilmiştir. Beklenen ve gerçekleşen değerler ve hata oranlarını içeren Çizelge 4.2 aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 4.2 Grup 1 Verilerin tanh Aktivasyon Fonksiyonu ile Gerçekleşen Hata Oranları

1.Grup Veriler (mt)		Beklenen	Gerçekleşen	Hata (%)
En	1.32	11.2 saat 2.8923 m ³	10.7 saat 2.71 m ³	4.4642857
Boy	2.21			6.3029423
Yükseklik	1.1			
En	1.44	12.6 saat 3.255 m ³	12.1 saat 3.11 m ³	3.968254
Boy	1.93			4.4546851
Yükseklik	1.3			
En	1.8	13.8 saat 3.5619 m ³	13.2 saat 3.41 m ³	4.3478261
Boy	2			4.2645779
Yükseklik	1.1			
En	1.2	6.2 saat 1.6089 m ³	5.66 saat 1.45 m ³	8.7096774
Boy	1.66			9.2547703
Yükseklik	0.9			

4.2.1.2 Grup 2 Verileri ile Eğitim ve Test İşlemleri

2. Grup verilerin eğitimi bu aktivasyon fonksiyonu ile yapıldığında 9 iterasyon sonunda hata değeri 10^{-5} 'in altına düşmüş ve ağıın öğrenmesi tamamlanmıştır. Ağ performans grafiği Şekil 4.2 de sunulmuştur.



Şekil 4.2 Hiperbolik Tanjant Foksiyonlu YSA ile 2. Veri Grubu Eğitimi

2.grup veriler B kalite doğal taş verileridir. Beklenen ve gerçekleşen değerler incelendiğinde tanjant hiperbolik fonksiyonuna sahip yapay sinir ağının ortalama %4.98 hata ile blok taşların işleneceği süre ve metreküp cinsinden çıkış hacimlerini doğru olarak tahmin ettiği görülmüştür. Doğruya yakın olan bu performansın aynı zamanda doğal taş öznelikleri ve çevre faktörlerine dayanan işin karakteristiğine de uyum sağladığı görülmüştür. Hata oranlarını gösteren ayrıntılı liste Çizelge 4.3 de sunulmuştur.

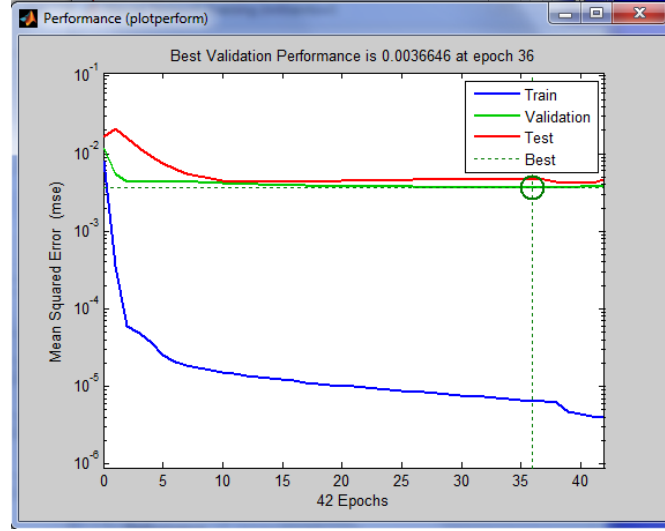
Çizelge 4.3 Grup 2 Verilerin tanh Aktivasyon Fonksiyonu ile Gerçekleşen Hata Oranları

2.Grup Veriler(mt)	Beklenen	Gerçekleşen	Hata (%)
En 1.4	10.4 saat	9.87 saat	5.0961538
Boy 2	2.3715 m ³	2.31 m ³	2.5932954
Yükseklik 1.1			
En 1.3	9.2 saat	8.58 saat	6.7391304
Boy 1.9	2.0925 m ³	1.95 m ³	6.8100358
Yükseklik 1.1			
En 1.1	9.4 saat	9.01 saat	4.1489362
Boy 2.1	2.139 m ³	2.11 m ³	1.3557737
Yükseklik 1.2			
En 1.6	13.6 saat	14.10 saat	-3.6764706
Boy 2.3	3.1155 m ³	3.41 m ³	-9.4527363
Yükseklik 1.1			

4.2.1.3 Grup 3 Verileri ile Eğitim ve Test İşlemleri

Grup 3 veriler ile ağı eğitilmesi sonucunda oluşan eğitim performans grafiği Şekil 4.3 de sunulmuştur. Grafiğe göre 42. iterasyonda MSE değeri 10^{-5} 'in altına düşerek yine iyi bir performans göstermiştir.

Test verileri ağı sunulduğunda sistem doğruya yakın bir tahminde bulunmuş %5.2 lik bir hata ile tahminde bulunmuştur.

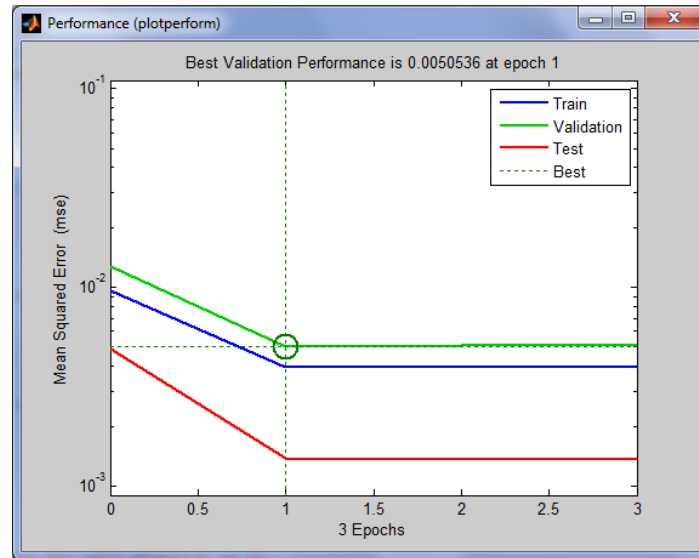


Şekil 4.3 Hiperbolik Tanjant Foksiyonlu YSA ile 3. Veri Grubu Eğitimi

4.2.2 Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonu

4.2.2.1 Grup 1 Verileri ile Eğitim ve Test İşlemleri

1.Grup veriler doğrusal aktivasyon fonksiyonlu ağ üzerinde eğitime tabi tutulduklarında Şekil 4.7 deki grafikten de görüleceği gibi ağ 3 iterasyonda 0.01 hata değerinin altına düşmüş ve eğitim durmuştur.



Şekil 4.4 Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonlu YSA ile 1. Veri Grubu Eğitimi

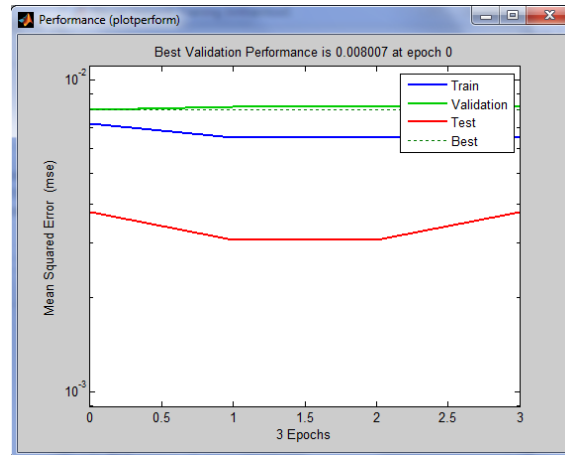
Test verileri ağıya uygulandığında oluşan sonuçları gösteren Çizelge 4.5 aşağıda sunulmuştur. Sonuçlardan da görüleceği üzere hata oranı yaklaşık %-31.9 olarak gerçekleşmiştir. Tahmin edilen değerler ile gerçekleşen değerler arasında büyük bir fark oluşmuştur. Ayrıntılı liste Çizelge 4.4 de sunulmuştur.

Çizelge 4.4 Grup 1 Verilerin Doğrusal Akt. Fonksiyonu ile Gerçekleşen Hata Oranları

1.Grup Veriler (mt)	Beklenen	Gerçekleşen	Hata (%)
En 1.32	11.2 saat	14.95 saat	-33.4
Boy 2.21	2.8923 m ³	5.33 m ³	-49.7
Yükseklik 1.1			
En 1.44t	12.6 saat	16.8 saat	-33.3
Boy 1.93t	3.255 m ³	5.04 m ³	-54
Yükseklik 1.3			
En 1.8	13.8 saat	18.02 saat	-30
Boy 2	3.5619 m ³	3.87 m ³	-8
Yükseklik 1.1			
En 1.2	6.2 saat	8.22 saat	-32
Boy 1.66	1.6089 m ³	1.37 m ³	14.8
Yükseklik 0.9			

4.2.2.2 Grup 2 Verileri ile Eğitim ve Test İşlemleri

2.Grup veriler ile doğrusal aktivasyon fonksiyonuna sahip ağı eğitildiğinde oluşan eğitim performans grafiği Şekil 4.8 da sunulmuştur. Buna göre sistem 3 iterasyonda MSE değerini 0.01 in altına düşürmüştür.



Şekil 4.5 Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonlu YSA ile 2. Veri Grubu Eğitimi

Yapılan test verisi simülasyonu işlemi neticesinde doğrusal aktivasyon fonksiyonlu ağı bazı değerlerde doğruya yakın değerler verirken bazılarında ise uzak tahminler yaptı

görülmüştür. Ortalama hata oranı %8.58 olarak gerçekleşmiştir. Hata oranlarının ayrıntılı listesi Çizelge 4.5 da sunulmuştur.

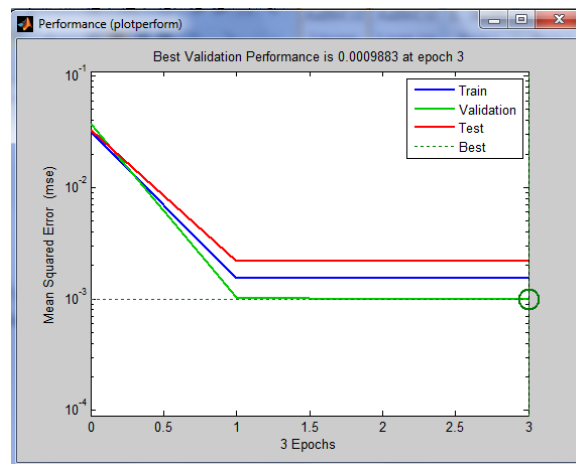
Çizelge 4.5 Grup 2 Verilerin Doğrusal Akt. Fonksiyonu ile Gerçekleşen Hata Oranları

2.Grup Veriler(mt)	Beklenen	Gerçekleşen	Hata (%)
En 1.4	10.4 saat	10.2 saat	2
Boy 2	2.3715 m ³	2.42 m ³	-2
Yükseklik 1.1			
En 1.3	9.2 saat	9.45 saat	-2
Boy 1.9	2.0925 m ³	2.39 m ³	-12
Yükseklik 1.1			
En 1.1	9.4 saat	9.47 saat	-0.7
Boy 2.1	2.139 m ³	2.89 m ³	-35
Yükseklik 1.2			
En 1.6	13.6 saat	12.6 saat	7
Boy 2.3	3.1155 m ³	2.86 m ³	8
Yükseklik 1.1			

4.2.2.3 Grup 3 Verileri ile Eğitim ve Test İşlemleri

3.grup veriler ile eğitilen doğrusal aktivasyon fonksiyonlu ağın performans grafiği Şekil 4.9 da sunulmuştur. Ağ 3 iterasyon sonucu MSE değeri 0.001 değerine ulaşmış ve sabit kalmıştır.

Test verileri ile ağ simülasyona tabi tutulunca tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasında %13.3 hata değeri olduğu görülmüştür. 3.Grup veriler ile doğrusal aktivasyon fonksiyonlu sinir ağının performansı daha kötü olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 4.6 Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonlu YSA ile 3. Veri Grubu Eğitimi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

C# ile yapılmış olan yazılım ile bir doğal taş üretim işletmesinde bloktan baş kesme makinesinden üretilen ham plakaya kadar olan üretim süreçleri düzenli veriler halinde veri tabanına kaydedilmektedir. Bu yazılım ile;

- Üretim süreçlerine ait faydalı bilgiler sürekli olarak veri tabanına kaydedilebilmektedir. Bu şekilde işletmenin sonraki dönemlerde yapacağı üretimi planlayabilmesi için değerli bir veri bankası oluşmaktadır.
- Stok yönetim modülü sayesinde işletme kullanıcıları stoklarındaki kasalı ya da plaka halinde bulunan ürünlerini sürekli olarak kontrol altında tutabilmektedir. Sorgu ekranları ile metrekaşe ve plaka adedi cinsinden faydalı verilere hızlı bir şekilde ulaşılabilir.
- Stoktan yapılan satışların kaydı tutulabilmektedir.
- Oluşturulan ilişkisel veri tabanı üzerinden hazırlanan raporlar ile blok bazında verimlilik hesaplanabilmektedir.
- Makine bazında verimlilik ve makine performansları, arıza takibi yapılabilir.
- Oluşturulan vardiya takip sistemi ile vardiya ve personel bazında verimlilik, çalışma süresi hesaplamaları yapılabilir.
- Operatörler tarafından üretim süresince girilen veriler ile tasarlanan tahmin sisteminin eğitim verileri sürekli olarak artar ve güncellenir. Eğitim verilerinin sayısı ve çeşidi arttıkça tahmin sisteminin hata oranı azalacaktır. Bu şekilde yeni veriler ile sürekli beslenen ve doğruluk oranı artan bir tahmin mekanizması geliştirilmiştir.

Bu çalışmada; C# yazılımı kullanılarak işlenecek olan verilerin doğru olarak ölçülerek girilmesi, tahmin çalışmalarında doğru sonuçlara ulaşmayı kolaylaştırılacaktır. Tam olarak ölçülmemiş ya da yanlış ölçülmüş değerler sistemi olumsuz yönde etkiler. Yazılım içerisine yerleştirilen kodlar ile hata oranı yüksek olan veriler filtrelenebilir. Ancak doğru ölçülmüş verilerin çokluğu veri kümesi içindeki hatalı verileri bastırarak tasarlanan YSA modelinde doğru ağırlıkların oluşmasını sağlayacaktır.

Bu çalışmada; yapılan tahmin çalışmasında 3 grup farklı karakterlerdeki veri 3 ayrı aktivasyon fonksiyonuna sahip yapay sinir ağı sistemlerine uygulanmıştır. Alınan sonuçlara göre en başarılı ağ tanjant hiperbolik aktivasyon fonksiyonuna sahip olan ağıdır. Ağ %4.9 ile %5.2 arasında değişen hata oranları ile çıkış bilgilerini tahmin etmiştir.

Doğrusal aktivasyon fonksiyonuna sahip olan yapay sinir ağı modelinin hata oranı hiperbolik tanjant ağına göre yüksek kalmıştır. Bu ağın hata oranları sırasıyla; %-28.5, %8.8, %13.3 olarak gerçekleşmiştir. Bu durumda bu ağ için de sağlıklı bir tahminden bahsedilemeyecektir.

Tasarlanan Matlab ara yüzüyle hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonlu ağ yapısından faydalanılarak doğru tahmin çalışmaları yapılabilecektir. Bu ara yüz üzerinden blok taşların giriş ve çıkış hacimleri anında tespit edilebilmektedir.

Burada dikkat edilmesi gereken noktalardan biri de A Kalite doğal taş ile B Kalite doğal taşın verileri arasındaki farktır. 1.grup veriler A Kalite taşta ait verilerdir. 2. Grup veriler de B Kalite blok taşta ait olan verilerdir. Bu öznitelikteki doğal taşların gerçek verileri incelendiğinde B Kalite taşlarda üretim süresinin hafifçe uzadığı ve verimin düştüğü görülebilir. Tasarlanan doğrusal olmayan modelleme sisteminin bu duruma uyum sağladığı, özniteliklerin değişmesine rağmen doğru tahminlerde bulunduğu görülmüştür. Veriler incelendiğinde 3. Grup verilerde bulunan taşların 1. ve 2. Gruptakilerin aksine ST-2 ve BK-İtalyan-2 isimli makinelerde işlendiği görülecektir. Yine gerçek veriler analiz edildiğinde bu makinelerde yapılan üretimin diğer makine grubuna göre daha yavaş ve fireli olduğu gözlemlenebilir. Tahmin sistemi 3. Grup verilerde de %5.2 hata oranı ile doğruya yakın bir tahmin yapmış ve bu değişikliği de algılamıştır.

Bu çalışmanın devamında; gerçekleştirilmiş olan yazılıma enerji giderleri, su giderleri, işçilik masrafları, makine amortisman giderleri, nakliye giderleri, testere, abrasiv taşı, dolgu malzemeleri vs. gider kalemlerinin kayıtlanabileceği modüller ilave edilerek yeni maliyet analizi çalışmaları yapılabilir.

Yazılımın içine bir makine bakım modülü yerleştirilerek makine performansları ve bakım periyotları yazılım üzerinden takip edilebilir.

ST ve Baş kesme makineleri süreçlerinin yanında yatay yarma makinesi ile başlayarak kalite kontrol masasına kadar devam eden geniş süreçler ele alınabilir.

6. KAYNAKLAR

- Anonim, 2003. İTO, Mermer Sektör Profili, 2003. Yayın No:9202, Yer No:GTİP 25.15/MER, İstanbul.
- Anonim, 2011. IMIB, İstanbul Maden İhracatçıları Birliği Çalışma Raporu Turkish Stones-Turkish Minerals, 2011, İstanbul
- Adithan, M. (2007). Process Planning and Cost Estimation. New Age International, Daryaganj, Delhi, India
- Akal, Z. (2005). İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri. MPM Yayınları, No:473, Ankara.
- Akarşlan, E. (2009). Yapay Sinir Ağları ile Mermer Kesme Makinesindeki Spesifik Enerji Tahmini. AKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Akkoyun, Ö. (2008). Bilgisayar Destekli Yöntemlerin Mermer Üretim Sürecinde Kullanılabilirliği Üzerine Bir Değerlendirme. Mermer Sempozyumu MERSEM 2008. Afyonkarahisar.
- Akkoyun, Ö. (2006). Mermer İşletme Tesislerinde Kalite Maliyetlerine Bağlı Üretim Optimizasyonu. Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Akkoyun, Ö. and Ankara, H. (2007). Kalite Maliyet Modelleri ve Mermer Fabrikaları için Bir Uygulama. *Madencilik Dergisi*, **46**:3-15 .
- Alarjın, J., Delgado, J. and Balibrea, L. (2005). Automatic System for Quality-Based Classification of Marble Textures. *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics*, **35**:488-497.
- Aslan, D. (1997). Üretim Planlama. D.E.Ü Mühendislik Fakültesi Yayınları, 3. Baskı, İzmir.
- Aydoğan, E. (2006). Çekiçler Mermer Fabrikasında Kusurlu Fayans Üretiminin Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Barutçugil, İ. (1988). Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları, 2. Baskı, Bursa.

- Baş, N. (2006). Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Caner, M. and Akarslan, E. (2009). Mermer Kesme İşleminde Spesifik Enerji Faktörünün ANFIS ve YSA Yöntemleri ile Tahmini. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **15**: 221-226.
- Coşan, İ. (1993). Üretim Planlama ve Kontrol. Yıl İçi Projesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, İstanbul.
- Daliakopoulos, I., Coulibaly, P. and Tsanis, I. (2005). Groundwater level forecasting using artificial neural networks. *Journal of Hydrology*, **309**: 229-240.
- Deea, P., Silva, G., Deea, J. and Navarro, R. (2005). Wind Speed Prediction using Artificial Neural Networks. Proceedings of the 6th WSEAS Int. Conf. on NEURAL NETWORKS, Lisbon, 134-139.
- Demir, M. and Gümüšoğlu, Ş. (1998). Üretim Yönetimi . Beta Yayım, İstanbul.
- Demir, S. (2005). Bilgisayar Ağları ve Veri haberleşmesi Hatalarının Yapay Sinir Ağları Teknikleri ile Analizi. Yüksek Lisans Tezi, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Erkek, D. and Özdemir, S. (2011). Mermer ve Traverten Sektörüne Küresel ve Bölgesel Bir Yaklaşım. Güney Ege Kalkınma Ajansı Raporları, Denizli.
- Dzung, P. and Phuong, L. (2005). Control system DC motor with speed estimator by neural networks. Power Electronics and Drives Systems 2005 International Conference, Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur, 1 Kasım 2005, 1030-1035
- Elmas, Ç. (2003). Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama). Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Ergün, U. (2009). The Classification of Obesity Disease in Logistic Regression and Neural Network Methods. *J Med Syst* , **33**: 67-72.
- Ergün, U., Barışçı, N., Ozan, A., Serhatlıoğlu, S., Oğur, E., Hardalaç, F. and Güler İ. (2004). Classification of MCA Stenosis in Diabetes by MLP and RBF Neural Network. *Journal of Medical Systems*, **28**:475-487.

- Feldstein, M. (2003). Why is Productivity Growing Faster? *Journal of Policy Modelling*, **25(5)**: 445-451.
- Grönroos, C. and Ojasalo, K. (2002). Service productivity Towards a Conceptualization of The Transformation of Inputs into Economic Result in Services. *Journal of Bussiness Research*, **57**:414-423
- Gurney, K. (1996). Computers and Symbols versus Nets and Neurons. UCL Draft Papers, UCL Press Limited, U.K.
- Gülseçen, S. (1993). Yapay Sinir Ağları, İşletme Alanında Uygulanması ve Bir Örnek Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Gürak, H. (2001). Economic Growth and Productive Knowledge. *YK-Economic Review*, **11**:1-24.
- Güvenç, U., Dursun M. and Çimen, H. (2011). Mermer Kesme İşleminde Kesim Süresinin Yapay Sinir Ağı Tabanlı Modellenmesi. *SDU International Technologic Science*, **3**:9-16.
- İlyasoğlu, E. (1983). Üretim Sistemlerinin Yönetimi. Venüs Ofset, İstanbul.
- Karayazıcı, F. (1997). Mining in Türkiye Minerals Industry International Bulletin of the Institution of Mining and Metalurgy. Temiz Yayınevi, İstanbul.
- Kobu, B. (1996). Üretim Yönetimi. İTÜ Yayınları, İstanbul
- Kulaksız, S. (2005). Doğal Taş Maden İşletmeciliği ve İşleme Teknolojileri. TMMOB Maden Mühendisliği Dergisi Yayınları, Yayın No:102, Ankara
- Mehrotra, K., Mohan, C. and Ranka, S. (1997). Elements of Artificial Neural Networks. MIT Press, . London.
- Minsky, M. and Pappert, S. (1969). *Perceptrons*. MIT Press, Cambridge.
- Onargan, T., Köse, H., Deliormanlı, H. (2005). Mermer. TMMOB Maden Mühendisliği Dergisi Yayınları Yayın No:95, Ankara.
- Öztemel, E. (2003). Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul.

- Saraç, T. (2004). Yapay Sinir Ağları. Seminer Projesi, Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Sağıroğlu, Ş., Beşdok, E. and Erler, M. (2003). Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları I Yapay Sinir Ağları. Ufuk Kitap-Kırtasiye Yayıncılık, Kayseri.
- Storkey, A. and Valabregue, R. (1997). Hopfield learning rule with high capacity, *Electronic Letters*, **33**:1803-1804 .
- Şentürk, A., Tosun, İ. and Sarıışık, A. (1996). Mermer Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Yayınları, Tuğra Ofset, Isparta.
- Toprak, Z. and Akkoyun, O. (2010). Mermer Blok Kalitelerinin Bulanık Mantık Yöntemi ile Belirlenmesi. Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu- BMYS. Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, 14-16 Ekim 2010
- Türkiye Verimlilik Raporu. (2002). Milli Prodüktivite Merkezi, mpm.org.tr, Ankara
- Uçmuş, E. (2004). Sürdürülebilir Verimlilik ve Bir Uygulama Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir
- Vollman, T., Berry, W. and Whybark, C. (2005). Manufacturing Planning and Control Systems. McGraw-Hill 4th Edition, Massachusetts
- Yakut, G. (2007). Gövde Borulu Isı Değiştiricisinin Teorik ve Deneysel İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Yamak, O. (1994). Üretim Yönetimi Sistemler, İlkeler, Teknikler. Alfa Basım, İstanbul.
- Yurtoğlu, H. (2005). Yapay Sinir Ağları Metodolojisi ile Öngörü Modellemesi. DPT Uzmanlık Tezi, Ekonomik Modeller ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Zurada, J. (1992). Introduction to Artificial Neural Networks. West Publishing Company, St. Paul.

İNTERNET KAYNAKLARI

1. <http://www.logosi.com.tr/iletisim.php>
Erişim Tarihi: 04/04/2012
2. http://www.kobifinans.com.tr/tr/bilgi_merkezi/020602/16059
Erişim Tarihi: 05/04/2012
3. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-64.pdf>
Erişim tarihi:05/04/2012
4. <http://www.mks.com.tr/blokkesme.php>
Erişim Tarihi: 09/05/2012
5. <http://www.mks.com.tr/boyebatlama.php>
Erişim Tarihi: 09/05/2012
6. http://tr.wikipedia.org/wiki/Bulan%C4%B1k_mant%C4%B1k
ErişimTarihi :09/05/2012
7. Fröhlich, J., 1997, “Neural Net Overview”, <http://fbim.fhregensburg.de/~saj39122/jfroehl/diplom/e-1.html>.
Erişim Tarihi : 04/04/2012
8. [http://tr.wikipedia.org/wiki/Firebird_\(veri_taban%C4%B1k\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Firebird_(veri_taban%C4%B1k))
Erişim Tarihi: 22/04/2012
9. <http://sistemdestekuzmani.blogspot.com/2010/05/firebird-veritaban-nedir-nasl-kullanlr.html> Erişim Tarihi: 22/04/2012

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Güray SONUGÜR
Doğum Yeri ve Tarihi : Altınova – 05.03.1973
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : gsonugur@aku.edu.tr

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl) :

Lise : Afyon Lisesi 1990
Lisans : Osmangazi Üniversitesi 1994
Yüksek Lisans :

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

Gürmas Makine Sanayi A.Ş. 1995 – 1996
Türk Telekom A.Ş. 1997 – 2010
Afyon Kocatepe Üniversitesi 2011 -