

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

**SÜREÇ BAZLI DİNAMİK ÜRÜN AĞAÇLARIYLA
ÜRÜN İZLENEBİLİRLİĞİ MODELİ**

DOKTORA TEZİ

Çağla EDİZ

**Enstitü Anabilim Dalı : İşletme
Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erman COŞKUN

OCAK-2014

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

SÜREÇ BAZLI DİNAMİK ÜRÜN AĞAÇLARIYLA
ÜRÜN İZLENEBİLİRLİĞİ MODELİ

DOKTORA TEZİ

Çağla EDİZ

Enstitü Anabilim Dalı : İşletme

Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama

“Bu tez 29/01/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.”

JÜRİÜYESİ	KANAATI	İMZA
Prof. Dr. Erman ÇANKUN	BASARILI	
Prof. Dr. Remzi ALTUNŞIK	BASARILI	
Doc. Dr. Ali ACILAR	BASARILI	
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Aygün	BASARILI	
Yrd. Doç. Dr. H. İbrahim ÇEKİCİ	BASARILI	

BEYAN

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

Çağla EDİZ

29.01.2014

ÖNSÖZ

Bu tezin yazılması aşamasında, çalışmamı sahiplenerek titizlikle takip eden danışmanım Prof. Dr. Erman COŞKUN'a, beni her zaman cesaretlendiren hocalarım Prof. Dr. Remzi ALTUNIŞIK'a ve Prof. Dr. Selahattin KARABINAR'a, farklı mekanlarda çalışmak için bulduğumuz Yrd. Doç. Dr. Serpil TÜRKYILMAZ'a, her zaman yanımda olduklarımı bildiğim biricik aileme ve beni teşvik eden sevgili eşim Yrd. Doç. Dr. İsmail EDİZ'e sonsuz teşekkürler.

Çağla EDİZ

29.01.2014

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR LİSTESİ	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
FOTOĞRAF LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1: ÜRÜN İZLENEBİLİRLİĞİ	8
1.1. Literatürde Ürün İzlenebilirliği	8
1.2. Ürün İzlenebilirliğinin Kapsamı	12
1.3. Ürün İzlenebilirliğinin Faydaları.....	18
1.4. Gıda Sektöründe Ürün İzlenebilirliği.....	20
1.5. Fiziksel ve Dijital İzlenebilirlik	23
1.6. İzlenebilirlikte Parti Numaraları	24
BÖLÜM 2: SÜREÇ BAZLI DİNAMİK ÜRÜN AĞAÇLARI	31
2.1. Literatürde Ürün Ağaçları	36
2.1. İşletme Fonksiyonlarına Göre Ürün Ağaçlarından Beklenenler.....	41
2.1.1. AR-GE	43
2.1.2. Pazarlama	44
2.1.3. Planlama.....	46
2.1.4. Üretim	46
2.1.5. Kalite.....	48
2.1.6. Satış Sonrası Servis ve Bakım	48
2.1.7. Muhasebe	48
2.2. Ürün Ağacı Malzemeleri İçin Yapısal Sınıflandırma	49
2.3. Ürün Ağacı Malzemeleri İçin Önerilen Fonksiyonel Sınıflandırma.....	50
2.4. Ürün Ağaçları İçin Önerilen Oluşum Aşamaları	52
2.4.1. Birinci Aşama: Tasarım Ürün Ağaçları	53
2.4.2. İkinci Aşama: Talep Ürün Ağaçları	57

2.4.2.1. Talebe Göre Oluşturulan Ürün Ağaçlarıyla İzlenebilirliğin Sağlanmasına Yönelik Kodlama Sistemi Önerisi	61
2.4.2.2. Sistemin Uygulanabilirliği	64
2.4.2.3. Seçimli Ürün Ağacı Uygulama Örneği	65
2.4.3. Üçüncü Aşama: Planlama Ürün Ağaçları	69
2.4.4. Dördüncü Aşama: Üretim Ürün Ağaçları	73
2.4.5. Üretim Sonrası Ürün Ağaçları	80
BÖLÜM 3: ÜRETİM ÜRÜN AĞAÇLARIYLA İZLENEBİLİRLİĞİN UML MODELİ	82
3.1. İzlenebilirlik Modeli Oluşumu İle İlgili Geçmiş Çalışmalar	82
3.2. İzlenebilirlikle İlgili Model Sunan Çalışmaların Değerlendirilmesi.....	89
3.3. Ürün Ağacı Merkezli İzlenebilirlik Modeli	91
3.3.1. Süreç Boyunca Şekillenerek Gelişen Üretim Ürün Ağaçları (Malzeme İçerik Bilgileri).....	93
3.3.2. Taşıma Bilgileri	95
3.3.3. Malzeme Kalite ve Üretim Kontrol Bilgileri	96
3.3.4. Ürün Dışı Kullanım Bilgileri	96
3.3.5. Kimlik Bilgileri	97
3.3.6. Kimlik İçerik Bilgileri.....	98
BÖLÜM 4: ALAN ÇALIŞMASI	100
4.1. Firma Tanıtımı ve Alan Çalışmasının Kapsamı.....	100
4.2. Kaşar Peyniri İş Akışı	101
4.3. Tedarikçide İzlenebilirlik	102
4.4. Satın Alma İşlemleri	104
4.5. Ürün Ağaçları Gelişimi	108
4.6. Algoritmayla İleri ve Geri İzlenebilirlik	121
SONUÇ.....	122
KAYNAKÇA	135
ÖZGEÇMİŞ.....	143

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
BOM	: Bills of Materials (Ürün Ağaçları)
BEÜ	: Bilgisayar Entegrasyonlu Üretim
BPMN	: Business Process Model and Notation (İş Süreçleri Modelleme Simgeleri)
EAN.UCC	: International-Uniform Code Council (Uluslararası Mal Numaralama Birliği)
EBOM	: Engineering Bills of Materials (Mühendislik Ürün Ağaçları)
FIFO	: First In First Out (İlk Giren İlk Çıkar)
ERP	: Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)
GLN	: Global Location Center (Küresel Yerleşim Numarası)
GTIN	: Global Trade Item Number (Küresel Ticari Ürün Numarası)
GS1	: Global Standardization1 (Global Standardizasyon Kuruluşu)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Örgütü)
MRP	: Material Resource Planning (Malzeme İhtiyaç Planlaması)
RFID	: Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanımlama)
SQL	: Structured Query Language (Yapılandırılmış Sorgu Dili)
TOBB	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
UML	: Unified Modeling Language (Birleşik Modelleme Dili)
XML	: Extensible Markup Language (Genişletilebilir İşaretleme Dili)

TABLO LİSTESİ

Tablo 1	: Zachman Çerçevesi Metodu İle Bir Ürün Bilgi İzlenebilirliği Yaklaşımı.	14
Tablo 2	: Departman bazında ürün ağacı kullanım nedenleri	49
Tablo 3	: Örnek Ürüne Ait Malzeme Kod ve Ad Listesi	66
Tablo 4	: Ürün izlenebilirliği model veya çerçeve çalışmaları	90
Tablo 5	: Satın Alma İşleminde Taşımaların Kaydedilmesi	106
Tablo 6	: Malzeme Kalite Tablosunda Süt Satın Alma Sonrasında İşlenen İçerik Bilgileri.....	106
Tablo 7	: Süt Satın Alma İşlemi İle Üretim Ürün Ağaçlarının Oluşumu.....	107
Tablo 8	: Anlık Yer Stoklarında Malzeme Kayıtları	107
Tablo 9	: Örnek Bir Ürün İçin Tasarım Ürün Ağaçları Kayıtları.....	111
Tablo 10	: Örnek Siparişlerin Ürün Seviyesinden Toplanması Ve Kaydedilmesi....	112
Tablo 11	: Depolar Arası Taşımaların Veritabanına Kaydedilmesi	116
Tablo 12	: Üretim Durum Bilgileri Tablosu.....	117
Tablo 13	: Malzeme Kalite Tablosu	117
Tablo 14	: Verilen Örnek Sonucunda Oluşan Üretim Ürün Ağacı Tablosu	120

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1	: Gozinto Grafiği ve Malzeme Tüketim Matrisleri	9
Şekil 2	: Ürün Bilgisi İzlenebilirlik Yapılarının Formalizasyonu	27
Şekil 3	: Ürün Ağacı Örneği.....	32
Şekil 4	: Ürün Ağaçlarıyla Malzeme Listeleri Arasındaki Dönüşüm	35
Şekil 5	: Ürün Ağaçları Ve Malzeme Listeleri (BOM).....	35
Şekil 6	: Üretim Gerçekleştirme Akış Diyagramı	42
Şekil 7	: Farklı Malzeme Çeşitlerinden Oluşmuş Ürün Ağaç Örneği.....	51
Şekil 8	: Ürün Ağaçları Oluşum Aşamaları Sınıf Diyagram Modeli	52
Şekil 9	: Bir Kurum Üfleci Firmasında Kullanılan Tanıtıcı Ürün Ağacı Modeli	54
Şekil 10	: Birinci Aşama Ürün Ağacı Yapısı	56
Şekil 11	: Ürün Çeşitlendirmede Tercih Edilmesi Gereken Tek Seviyeli Değişken Malzeme Grupları	57
Şekil 12	: Bir İşletmede Mevcut Sistemle Smartbom Entegrasyonu İlgili Akış Diyagramı	58
Şekil 13	: Müşteri Tarafından Seçim Yapılabilecek Değişken Malzemeler	60
Şekil 14	: Seçimli Ürün Ağacı Örneği	62
Şekil 15	: Bitmiş Masa Seçimli Ürün Ağacı	66
Şekil 16	: Talep Statik Ürün Ağacı	67
Şekil 18	: Üçüncü Aşama Ürün Ağaçlarının Stoklarla Eşleşerek İş Emirlerini Çıkarılmasında Kullanılan Akış Şeması	72
Şekil 17	: Ürün Modelinin Sistematik Gösterimi.....	70
Şekil 19	: Müşteri Tarafından Talep Ürün Ağaçlarının Planlama Esnasında Oluşumu	73
Şekil 20	: Ürün Ağaçlarının Oluşması Esnasında İzlenen Seviyeler	74
Şekil 21	: Üretim Ürün Ağaçlarında Fiiliyatta Gerçekleşen İkili Yapılar.....	75
Şekil 22	: Üretimde Fiiliyatta Gerçekleşen İkili Yapıların, Üretim Ürün Ağaçlarına İşlenirken Ayrılması	78
Şekil 23	: Farklı Parti Numaralı Malzeme Kullanımlarında Alternatif Üretim Ürün Ağaç Yapısı.....	79
Şekil 24	: Üretim Gerçekleştirme Kullanıcı Diyagramı.....	80
Şekil 25	: Moe'ya Göre İzlenebilirlik Sisteminin Ana Yapıları.....	82

Şekil 26	: Regattieri ve Diğerlerine Göre Ürün İzlenebilirliği Çerçevesi	83
Şekil 27	: Van Dorp'a Göre İzlenebilirlik Uygulamasıyla İlgili Veri Referans Modeli: Prototip Projesi.....	84
Şekil 28	: Bechini ve Diğerlerine Göre İzlenebilirlik Veri Modelinin UML Sınıf Diyagramı	85
Şekil 29	: Tahıl Tedarik Zinciri İzlenebilirlik Sistemi Kullanıcı Diyagramı	86
Şekil 30	: Tahıl Tedarik Zincirinde Farklı Aktörler Arasındaki Muhtemel Bilgi Alışverişi	87
Şekil 31	: Khabbazi ve Diğerlerine Göre Entegre İzlenebilirlik Modeli.....	88
Şekil 32	: Storoy ve Diğerlerine Göre Gıda İzleme Bileşenleri İçin Çerçeve.....	89
Şekil 33	: Ürün İzlenebilirlik Kapsamının Şematik Görünümü	92
Şekil 34	: Ürün Ağaç Sınıfı - Şeması Ve BOM Listesi.....	94
Şekil 35	: Üretim Ürün Ağaçları Merkezli İzlenebilirlik Modeli.....	99
Şekil 36	: Kaşar Üretiminde Malzeme Akış Diyagramı	102
Şekil 37	: Çalışılan İşletmede Kullanılan Süt Alım Ekranı.....	105
Şekil 38	: Kaşar Peyniri İş Akışında Ürün Ağaçlarına İşlenen Malzemelerin Ve Parti Numaraları	110
Şekil 39	: Örnek Bir Tasarım Ürün Ağacının Grafikselleştirilmesi.....	111
Şekil 40	: Malzeme Girişlerinin Yapıldığı Ekranda Malzeme Gruplarının Kaydı ..	113
Şekil 41	: Planlama Esnasında, Kısıtlar Dolayısıyla Değişkenlik Gösteren Malzemelerin Girilmesi Ve Siparişlere Göre Eksik Listelerinin Oluşumu.....	114
Şekil 42	: FIFO'ya Göre Ana Depodan Üretim Depoya Eksik Malzeme Gönderimleri	115
Şekil 43	: Üretim Gerçekleştirmede Üretilen Ürünlerin Ve Kısıtlar Dolayısıyla Değişkenlik Gösteren Malzemelerin Girildiği Ekran	118
Şekil 44	: Üretim Gerçekleştirmede Miktersal Değişkenlik Gösteren Malzeme Miktarlarının Değiştirildiği Ve Son Revizyonların Yapıldığı Ekran.....	119

FOTOĞRAF LİSTESİ

Fotoğraf 1 : Kaşar Peyniri Yarı Mamül Üretim Yeri 101

Tezin Başlığı: Süreç Bazlı Dinamik Ürün Ağaçlarıyla Ürün İzlenebilirliği Modeli

Tezin Yazarı: Çağla EDİZ

Danışman: Prof.Dr.Erman COŞKUN

Kabul Tarihi: 29.01.2014

Sayfa Sayısı: ix (ön kısım) + 143 (tez)

Anabilim Dalı: İşletme

Bilim Dalı: Üretim Yönetimi ve Pazarlama

Halkın güvenliğini ve sağlığını tehdit eden risklerin ortadan kaldırılması amaçlayan ürün izlenebilirliğinin önemi gün geçtikçe daha çok anlaşılmaktadır. Bu konuda çalışma yapan araştırmacılar kabul edilen teorik bir izlenebilirlik çerçevesinin olmadığı sonucundan hareketle teorik bir çerçeve çizilebilir için çalışmışlardır. İzlenebilirlik konusunda teorik bir çerçevenin çizilmesi ve ürün izlenebilirliği için standart veri kayıtlarıyla oluşturulmuş bir modelin kullanılması bir çok avantajı beraberinde getirecektir. Bu yolla tedarik zincirindeki bilgi aktarımı kolaylaşacak, kayıtların herkes tarafından standart şekilde tutulması, anlaşılması ve sorgulanması mümkün olacaktır.

Çalışmada gözlem, görüşme, doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemleri kullanılmış, ürün izlenebilirliğe etki eden parametreler analiz edilmiş, buradan elde edilen verilerle, geleneksel ürün ağaçlarının ürün izlenebilirliğini sağlamak için yeterli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, ürün ağaçlarının izlenebilirliği sağlayacak doğru içeriğe sahip olabilmesi için, her parti üretimde süreçler bazında oluşturulması gerektiği anlaşılmıştır. Buradan hareketle, ürün ağaçlarının bileşenleri ve izlenebilirlik parametreleri de kendi içinde analiz edilip sınıflandırılarak soruna yönelik sistematik bir yaklaşım geliştirilmiştir. Böylece en yalın ve doğru şekilde tüm sektörlerde kullanılabilecek bir izlenebilirlik kayıt sistemi oluşturulmaya çalışılmış ve UML diyagramlarıyla hazırlanan bir izlenebilirlik veri modeli önerilmiştir. Modelde belirtilen kayıt sistemi, bir süt ürünleri tesisinde yazılım ve veritabanının devreye alınmasıyla uygulanmıştır. Ürün izlenebilirliği konusunda çizdiği genel çerçeve ve ürün ağaçlarına yeni bir boyut kazandırmasıyla literatüre katkı sağlayacağı düşünülen bu çalışma aynı zamanda önermiş olduğu orijinal ve uygulanabilir izlenebilirlik modeliyle birçok sektörün sorunlarına çare olabilecek niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Ürün izlenebilirliği, Ürün ağaçları, Ürün izlenebilirlik modeli, Süreç bazlı dinamik ürün ağaçları

Title of the Thesis: Product Traceability Model With Dynamic Bills of Materials Based On Process	
Author: Çağla EDİZ	Supervisor: Prof.Dr. Erman COŞKUN
Date: 29.01.2014	Nu. of pages: ix (pre text) + 143 (main body)
Department: Business	Subfield: Production Management & Marketing
<p>Importance of product traceability, intended to eliminate the risks associated with products threatening public safety and health, is being better understood recently. Researchers, who work on this issue, acting from the fact that there is no adopted theoretical traceability framework, and they have tried to draw a theoretical framework. Establishing a theoretical traceability framework and using a model created by standard data records for product traceability will bring many advantages to different groups. By this way, transfer of information in supply chain will be facilitated and also keeping, understanding and inquiring of records by interested parties will be possible.</p> <p>This study, utilizes some qualitative data collection methods such as observation, interviews, and document analysis, to analyze parameters affecting traceability. With the data obtained from there, it is concluded that traditional bills of materials are not sufficient enough for providing traceability of products and there is a need for a new approach. As a result of evaluation, to ensure the right content for providing traceability, it is understood that bill of materials have to be prepared in each batch on the basis of the process. Thus analyzing and classifying the components of bill of materials and traceability parameters, a systematic approach to problem has been developed. So the aim is to develop the most simple and accurate data collection and recording system which can be used in all sectors in order to provide traceability. The system and frameworks developed and the model is applied in a dairy products company by activating a new software and a database. This study contributes to the literature by proposing a specified general framework for product traceability bygaining a new paradigm for bills of material. At the same time, its original and practicable traceability model proposed, has the capacity to solve the problems for many sectors where traceability is important.</p>	
Keywords: Product traceability, Bills of materials, Product traceability model, Dynamic bills of materials based on process.	

GİRİŞ

Hızın ve rekabetin had safhada yaşandığı, küresel ölçeklerle çalışılmaya başlandığı günümüz işletme koşullarında, halkın güvenliğinin ve sağlığının korunması için ürün izlenebilirliğiyle ilgili çalışmaların önemi gittikçe daha çok anlaşılmakta ve paralelinde konuyla ilgili düzenlenen yasa ve yönetmelikler artmaktadır. Ürün izlenebilirliği, ürünün elde edildiği hammaddeler ve hammaddelerin elde edilmesine etki eden parametrelerden son tüketici tarafından kullanımına kadar olan tüm kritik bilgilerin kayıt altında ve gerektiğinde ulaşılabilir olmasını amaçlamaktadır. Böylece, ürün izlenebilirliği sayesinde ürünle ilgili çıkabilecek riskler önlenir, risk yaşandığında da rahat bir şekilde problemin kaynağı tespit edilerek problemlili ürünler geri toplanabilir.

İşletmeler izlenebilirliğin sağlanması adına birbirinden farklı yöntem ve uygulamalar kullanmaktadır. Ürün izlenebilirliği için ortak bir anlayışın olmaması, işletmelerde ürün izlenebilirliğinin etkinliğinin ölçülememesi ve ürün izlenebilirliğinde standardın sağlanamaması sonucunu doğurmaktadır. Çalışmada ürün izlenebilirliğinin merkezine ürün gerçekleştirme süreçleri boyunca şekillenerek gelişen ürün ağaçlarının yerleştirilmesi önerilmektedir. İzlenebilirliğin sağlanabilmesi için, ürün ağaçlarının değişim yönetimiyle birlikte, ürün ağaçlarıyla bağlantılı hangi bilgilerin kaydedilmesi gerektiği incelenecek, bilgiler sınıflandırılacak ve ürün izlenebilirliği için ortak kullanabilecek bir yapı oluşturulmaya çalışılacaktır.

Çalışmada, birinci bölüm ürün izlenebilirliğine ve ürün izlenebilirliğinde en çok önem verilen gıda izlenebilirliği üzerine ayrılmıştır. İkinci bölümde ürün ağaçlarının değişen teknolojik ve sosyolojik koşulların getirdiği yeni gereksinimleri ve bu gereksinimlerin giderilebilmesi için yapısal içeriğinin nasıl gelişmesi gerektiği incelenmiştir. Üçüncü bölümde, önerilen ürün izlenebilirlik çerçevesi ve modeli anlatılmıştır. Son bölümde de, modelin uygulanmasıyla ilgili alan çalışması aktarılmıştır.

Çalışmanın Önemi

Ürün ağaçlarıyla ilgili literatür incelediğinde, ürün ağaçlarının daha çok tasarım ve üretim planlanma aşamasında kullanıldığı ve genelde süreç bazlı düşünüldüğünde statik bir yapıda olduğu görülmektedir. Hatta, Ariano ve Dagnino'nun 1995 tarihli makalesinde dinamik malzeme listesi olarak adlandırdığı malzeme listeleri bile belirli

parametrelerin girilmesi ya da seçilmesinden oluşan listelerdir ki ürün hayat döngüsü boyunca işlevi düşünüldüğünde bu yapıların sadece tasarımıyla sınırlanmış bir şekilde statik olduğu görülmektedir. Bir ürünün izlenebilirliği, ürünü oluşturan malzemelerin, komplelerin¹ ve bitmiş ürünün, ürün oluşturma ve dağıtım süreçleri boyunca, sistematik bir şekilde takibiyle sağlanabilir. Bu nedenle, statik bir yapı üzerinden izlenebilirliğin sağlanması mümkün değildir. Ürün ağaçları, mevcut çalışmalarda statik bir yapıya sahip oldukları için izlenebilirliğin sağlanması gereksinimine hizmet etmemektedirler.

Mevcut literatürde üzerinde durulan ürün ağacı yapılarının eksik olarak nitelenebilecek bir başka özelliği de, akışı tek taraflı olarak yönetmeleridir. Yani, ürün ağaçları (BOM) hazırlandıktan sonra satın alma, üretim yeri ve şekliyle ilgili kararlar verilir. Oysa uygulamaya bakıldığında, satın alma, üretim planlama gibi aşamalarda çoğu zaman verilen kararlara birebir uyulmadığı görülmektedir. Bu gibi durumlarda, gerçeği yansıtmaları, izlenebilirliği ve sürekliliği sağlamaları için ürün ağaçlarının, kimi zaman tersine mühendislik anlayışıyla çalışabilecek bir özelliğe sahip olmaları gerekmektedir.

Diğer yandan literatürde ürün ağaçlarının kullanıldığı sektörler göz önünde bulundurulduğunda, Ariano ve Dagnino'nun (1995) çalışmasının okul sırası imalatı yapan bir atölyede, O'Donnell ve arkadaşlarının (1996) çalışmasının kurum temizleme üfleci üretiminde, Olsen ve arkadaşlarının (1997) çalışmasının mobilya sektöründe, Jiao ve arkadaşlarının (1998) çalışmasının güç sağlayıcıların tasarımında, Hong ve arkadaşlarının (2008) çalışmasının pencere montajında, Bertrand ve arkadaşlarının (2000) çalışmasının gemi üretiminde, Matias ve arkadaşlarının (2008) kapı imalat sektöründe, Lee ve arkadaşlarının (2012) çalışmasının da gemi donanım teçhizatı yapan bir fabrikada bir uygulandığı görülmektedir. Bütün bu uygulama alanlarının ortak özelliği genel olarak montaj faaliyetinin sürdürüldüğü yerler olmalarıdır. Buna karşılık beklentilerin, ihtiyaçların ve üretim mantığının çok daha farklı olduğu gıda ve ilaç sektörü gibi hayati önem taşıyan alanlara yönelik ürün ağaçlarıyla ilgili çalışmalarda ciddi bir eksiklik göze çarpmaktadır. Üstelik gıda ve ilaç kodekslerinin son derece önemli bir hal aldığı aynı zamanda bu sektörlerde izlenebilirliğin sağlanmasının yasal bir zorunluluk haline geldiği günümüzde, bütün bunları sağlıklı olarak gerçekleştirebilecek sistemlerin kurulması elzemdir.

¹ Birden fazla malzemenin birleşmesiyle oluşan ara mamullere komple denilmektedir.

Ürün izlenebilirliğiyle ilgili çerçeveleri oluşturmayı veya model sunmayı hedefleyen çalışmalar, 2000’li yıllarda konuyla ilgili bilinçlenmenin ve bu bilinçlenme sonucunda yasal ve özel düzenlemelerin artmasıyla hız kazanmıştır. Ürün izlenebilirliğiyle ilgili literatür çalışmalarına bakıldığında da neredeyse hepsinin gıda sektörü üzerine olduğu rahatlıkla görülebilir. Ancak yakın bir zamanda örnek olarak görülen, Toyota araçlarına ait gaz pedalı problemlerinde de anlaşıldığı gibi (Toyota, 10.05.2005), izlenebilirlik sadece gıda sektörüne has bir kavram değildir. Aksine tüm sektörlerde ürün izlenebilirliğine azami önemin verilmesi gereklidir. İzlenebilirliğin kapsamını inceleyen ve elde edilen verilerden ürün izlenebilirliğine ait çerçeve çizmeyi amaçlayan çalışmalar, teorik olarak izlenebilirlikle ilgili kavramları ortaya koymakta ve izlenebilirliğe geniş bir perspektiften bakmaktadırlar. Bu çalışmalar, izlenebilirlik modeli çalışmalarının oluşturulmasına yol gösterici olmaktadır. İzlenebilirlikle ilgili model çalışmalarının yapıldığı makaleler analiz edildiğindeyse, bu çalışmaların ürün izlenebilirliğinin kısmi bilgilerini modellediklerini; ürünlerin tedarikçilerinden müşteri bilgilerine kadar tedarik zinciri boyunca geçirdiği hareketlere, üretim esnasında kullanılan ekipman, sarf malzeme gibi kullanım bilgilerine ve bu kullanım maddelerinin ve sorumlularının ürün üretiminin yapılabilmesi için yeterliliğinin olup olmadığı gibi bilgilere yer vermedikleri görülmüştür (Van Dorp, 2003; Bechini ve diğerleri, 2008 ; Khabbazi ve diğerleri, 2010). Bu sebeple, bu modellerle ürün izlenebilirliği bütüncül olarak sağlamak mümkün değildir.

Karlsen ve diğerleri (2013:414), yaptıkları literatür incelemeleri sonucunda çok açık bir şekilde gıda izlenebilirliği uygulamasında kullanılan kabul edilen teorik bir çerçevenin bulunmadığı sonucuna ulaştıklarını belirtmişlerdir. Benzer bir sonuca ulaşan Cebeci (2006:189), ulusal tarım kurultayında,

“Yasalarla hedeflenen izlenebilirlik, geleneksel (kağıt tabanlı) sistemler yerine tüm zincir boyunca herhangi bir kırılma olmadan çalışmayı garanti altına alan elektronik tabanlı bilgi sistemleri ve teknolojilerinin kullanılması ile sağlanabilir. Günümüzde hızla bu tür sistemler geliştirilmeye çalışılmakta, ancak henüz tam anlamıyla etkin, tümleşik ve belli standartlara dayalı bir işleyişten uzakta bulunmaktadır. Gıda izlenebilirliği sistemlerinin bu nedenle ürünler bazında kapsamlıca araştırılması ve özellikle Internet ve XML(genişletilebilir işaretleme

dili) tabanlı uygulamalar geliştirilmesi, yatay ve dikey tümleşmelerin sağlanması, gerekli standartlar ve çalışma yöntemlerinin belirlenmesi gereklidir” .

diye belirtmekte ve gıda izlenebilirliği için bilgi teknolojilerinin rolünü tartışmaktadır. Bilgi işleme sistemine dayalı izlenebilirliğin sağlanabilmesi için nasıl bir yapının kurulması gerektiği üzerine düşünülmeli ve bu yapıyı oluşturacak veriler toplanmalıdır. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) tarafından oluşturulmuş “EAN.UCC (Uluslararası Mal Numaralama Birliği) Sistemi Kullanıcı Klavuzu”nda (2004:14), izlenebilirlikle ilgili lokasyon, ürün, parti, üretim tarihi, ambalaj tarihi gibi bilgilerin Global Standardizasyon Kuruluşu (GS1) tarafından nasıl bir yapıda verildiği anlatılmıştır. İzlenebilirliğin temini için, uluslararası düzeyde tek olan kimlik bilgilerinin oluşturulması önemlidir, ancak daha önemli olan, ürün gerçekleştirme sürecinde, bu bilgiler arasındaki bütünleşmiş yapının belirli bir sistematik uygulanarak kurulması ve bu bilgilere kolayca ulaşılabilirliğin sağlanmasıdır.

Bu çalışma, ürün içindeki tüm hammadde, piyasa malzemeleri ve yarı mamülleri üretim süreçlerine göre hiyerarşik bir sırayla içeren ürün ağaçlarının, ürün izlenebilirlik modelinde merkeze yerleştirilmesi gerektiğini önermektedir. Ürünle ilgili malzeme bilgilerini içinde barındıran ürün ağaç yapısı içersine, ürün ve malzemelere ait parti numaraları da eklenmeli ve malzemelerle malzeme bilgileri arasındaki entegrasyon sağlanmalıdır. İzlenebilirliğin ürün ağaçları üzerinden sağlanabilmesi için ürün ağaç yapısı planlamadan kullanılan ve sadece malzeme ve adet bilgilerini hiyerarşik bir düzende içeren bir yapı olmaktan öteye geçmelidir. Ürün ağaçları, tasarım aşamasından itibaren, kendisinden üretim gerçekleştirme esnasında beklenecek olan değişimleri yönlendirebilecek dinamik bir yapıda olmalı ve ürün gerçekleştiriminin tüm süreçlerinde gerekli değişimlere uğrayarak, izlenebilirlikle ilgili bilgileri toplayabilmelidir.

Çalışmanın Amacı

Yakın zamanda deli dana hastalığı, kuş gribi gibi vakaların gözlenmesi genetiği değiştirilmiş ürün tartışmaları, bazı ilaçların içinde yabancı madde bulunmasıyla bakanlık tarafından geri toplatılması, araçların güvenlik riskleriyle geri çağırılmaları gibi pek çok örnek ürün izlenebilirliğinin sağlanmasının önemini göstermektedir. Ancak, ürün izlenebilirliğinin önemi bilinmesine rağmen ürün izlenebilirliğinin sağlanmasıyla ilgili standart uygulama modellerinin olmaması bu konudaki eksikliği

göstermektedir. Çalışmanın ana amacı ürün izlenebilirliğinin sağlanması için, pek çok sektörde uygulanabilecek standart bir yöntem sunmaktır.

Çalışmanın çıkış noktası, kaşar peyniri üreten bir işletmede yapılan gözlemler sonucunda izlenebilirliğin sağlanamadığının görülmesidir. Aslında, pek çok firma benzer sorunları yaşamakta ve çözüm yolları bulmaya çalışmaktadır. 2010 yılında, firmada işletme fonksiyonları arasında entegre yazılım çalışmaları uygulanmaya başlanmış ve pek çok kayıt, üretim süreci boyunca dijital veri tabanlarında tutulmaya başlanmıştı. Ancak, çalışılan işletmedeki malzeme stoklarının, stok kayıtlarıyla birbirini tutmaması, işletmede gerçek bir ürün izlenebilirliğinin sağlanamadığını gösteriyordu. Zira, ürün izlenebilirliğinin sağlanması, ürün içinde kullanılan tüm hammaddelerin elde edilmesinden, işlenerek komple veya ürünlerin oluşturulmasına ve ürünlerin müşteriye ulaştırılmasına kadar tedarik zinciri içindeki tüm süreçlerin malzeme partileri bazında kayıtlarının tutulmasıyla mümkündür. Ürünün altına eklenen bazı malzemelerin eksik, bazılarının fazla kaydedilmesiyle, yanlış parti numaralı malzemelerin üründe tüketilmiş gibi gösterilmesiyle, hurdaya ayrılan veya yeniden işlenen malzeme ve ürünlerin takibinin yapılmamasıyla stoktaki malzemelerin kayıtlardan farklı olduğu sonucuna ulaşılır ki bu sonuç aynı zamanda ürün izlenebilirliğin de gerçekleştirilemediğini gösterir. Buradan hareketle, çalışılan firmada izlenebilirliğin neden sağlanamadığı üzerine düşünülmüş ve izlenebilirliğin sağlanması için tasarımdan, müşteri taleplerinin toplanmasına, planlamadan üretimin gerçekleştirilmesine kadar ürün ağaçlarının nasıl bir değişim geçirmesi gerektiği analiz edilmiştir. Böylece, çalışmadaki birinci alt hedef, ürün ağaçlarının üretim sonrasında ürünle ilgili doğru malzeme ve doğru parti numaralarını kapsayabilmesi için geçirmesi gereken değişimleri sistematik hale getirmek olarak belirlenmiştir.

Ürün ağaçlarının sistematik bir yaklaşımla aşama aşama oluşturulması izlenebilirliğin sağlanması hedefine büyük bir katkı sağlayacaktır. Ancak, ürün ve ürüne etki eden parametrelerin saptanmasında farklı değişkenlerin de analiz edilmesi gereklidir. Bu amaçla çalışmada, ürün izlenebilirliğinin gerçekleştirilmesi için gerekli olan değişkenlerin neler olacağının belirlenmesi ikinci bir alt hedef olmuştur.

Çalışmada çerçevelerinin tartışılmaya devam ettiği ve herkes tarafından kabul edilebilir bir modelinin bulunmadığı izlenebilirlik kavramının belirlenmesi ve uygulanabilir bir

modelin oluşturulmasında literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Çalışmada nihai hedeflenense ürün izlenebilirliğini sağlayacak sistematik bir yaklaşım geliştirmek ve farklı sektörlerdeki pek çok üreticinin kendi işletmelerine has küçük modifikasyonlarla kullanabileceği bir yönetim modeli oluşturmaktır.

Çalışma, bir gıda üreticisindeki izlenebilirliğin sağlanmasına yönelik olarak başlanmış, fakat daha sonra farklı sektörlerden çalışanlarla yapılan mülakatlar sonucu hemen hemen tüm sektörlerde uygulanabilir olması sağlanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada gözlem, görüşme, doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemleri kullanılmış, böylece, olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir yaklaşımla ortaya konulmasına yönelik bir süreç takip edilmiştir.

Bu bağlamda araştırmada en geniş çerçevede ele alınan temel problem “ürün izlenebilirliği nasıl sağlanır?” sorusudur. Bu soruya cevap verebilmek için izlenen metodolojiyi ana başlıklarıyla şöyle sıralayabiliriz:

- Ürün izlenebilirliğiyle ve ürün ağaçlarıyla ilgili literatür incelendi: İnceleme, genel olarak son on-on beş senenin çalışmaları taranarak gerçekleştirilmiştir. Ancak çok sayıda atıf alan makaleler daha eski tarihli olsalar da taramaya dahil edilmiştir.
- Farklı sektör çalışanlarıyla ürün ağaçları üzerine mülakatlar yapıldı: Otomotiv, otomotiv yan sanayi, mobilya sektörü gibi değişik sektör çalışanlarının görüşleri alındığı gibi, farklı sektörlerde Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) uygulamaları gerçekleştiren yazılımcılarla mülakatlar yapılmıştır.
- Örnek olay incelemesi (case study) yapıldı: Bir süt ürünleri tesisinde gerçekleşen kaşar peynir üretimi seçilerek örnek olay incelemesi yapılmıştır. İlgili firma ile çalışmaya 2009 Şubat ayında başlandı. Bu çerçevede firmadaki iş süreçleri incelenmiş, ürün izlenebilirliğiyle ilgili temel unsurların neler olduğu analiz edilmiş ve elde edilen veriler ışığında birleşik modelleme dili (UML) diyagramları kullanılarak izlenebilirlik modeli oluşturulmuştur.
- Geliştirilen sistem bir süt ürünleri fabrikasında uygulandı: Geliştirilen modeldeki kayıt sistemi kullanılarak veri tabanları hazırlanmış ve Visual Basic

programlama diliyle hazırlanan yazılım kullanılarak ileriye veya geriye dönük izlenebilirlikle ilgili istenen verilerin sorgulanması ve çağrılması sağlanmıştır.

Böylece hemen hemen tüm sektörlerde uygulanabilecek, basit ve uygulanabilir bir ürün izlenebilirliği modeli oluşturmak hedeflenmiştir.

Çalışmanın Kısıtları

Çalışmanın uygulanabilirliği, ürün ağaçlarının oluşturulabilir olduğu sektörlerle kısıtlıdır. Diğer bir deyişle, haddeleme, ekstrüzyon gibi üretim imalatında süreklilik arz eden ve bu nedenle ürün ağaçları mantığının işletilemediği bazı sektörler için çalışma uygulanabilir değildir. Ayrıca, ürün izlenebilirliği için tedarik zinciri boyunca tutulan veriler arasındaki bağlantıların ve aktarımların ne şekilde sağlanacağı çalışma dışı tutulmuştur.

Gıda sektörü dışında sektörlerde çalışanlarla yapılan mülakatlarla ürün izlenebilirliğinin gereklilikleri sorgulanmış ve model bu kapsamda hazırlanmaya çalışılmıştır. Ancak çalışmanın uygulaması kaşar peyniri üretim tesisinde gerçekleştirilmiş, farklı sektörlerde uygulama yapılmamıştır.

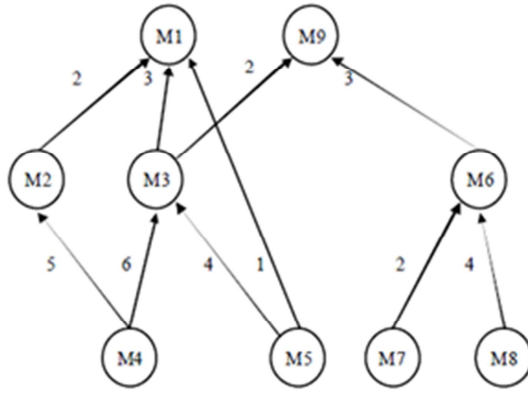
Çalışmada anlatılan alt başlıklardan biri olan, ürün ağaçları gelişiminde taleplerin toplanması aşaması da, müşteri tarafından ürünün alt bileşenlerinden seçim yapılarak, nihai ürünün oluşturulduğu işletmeler için düşünülmüştür. Bu nedenle, bu aşamanın nasıl uygulanabileceğine dair bir örnek çalışma anlatılmış, ancak gıda sektöründeki alan çalışmasında bu aşama uygulanmamıştır.

BÖLÜM 1: ÜRÜN İZLENEBİLİRLİĞİ

Ürün bilgisi, ürün ağaçları ya da malzeme listeleri olarak adlandırılan, ürünle ilgili tüm bilgileri içeren kayıtlardır. Diğer bir ifadeyle ürün bilgisi, sipariş, tasarım, üretim ve yönetim bilgileri gibi farklı alanlarla ilgili verilerin tümünü bünyesinde barındırmalıdır. Ancak araştırmalar, tipik bir organizasyonda, verilerin ve bilgilerin yalnızca %4 'ünün sistematik bir yapı içerisinde saklanabildiğini, geriye kalanların ise sadece çalışanların kafasında bulunduğunu göstermiştir (Quertani, 2011:548). Buna rağmen izlenebilirliğin sağlanması dolayısıyla verilerin depolanması ve kontrolü, otomotiv sektöründen inşaat sektörüne, kimya sektöründen lojistiğe kadar tüm sektörlerde, gerek halkın bilinçlenmesi, gerek yasaların mecbur kılmasıyla birlikte gün geçtikçe daha önemli bir hale gelmektedir.

1.1. Literatürde Ürün İzlenebilirliği

İzlenebilirlikle ilgili literatür incelendiğinde, daha çok gıda sektörü üzerinde yoğunlaşan çalışmaların ürün ağaçlarıyla ilgili çalışmalardan bağımsız olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle izlenebilirlik ve ürün ağaçları genel itibarıyla ayrı konular olarak ele alınmış, ürün ağaçlarının izlenebilirliğin sağlanmasındaki etkin rolü bir bakıma gözden kaçırılmıştır. Konuyla ilgili en temel çalışmalardan birini gerçekleştiren Moe 1998 yılında, izlenebilirlik sistemlerinin kalite ve üretim kontrol, müşteri taleplerinin karşılanması v.b. gibi işlerde optimum faydalara ulaşmak için temel araç olduğunu belirtmiştir. Gıda endüstrisindeki izlenebilirlik stratejileriyle ilgili tartışmaları kolaylaştırmayı amaçlayan Moe (1998), bununla ilgili temel konuları ana hatlarıyla ele alarak tartışmaları pratik bir alana taşımayı başarmış ve pek çok araştırmacının referans olarak kullandığı bir makale yayınlamıştır. İzlenebilirliğin nasıl gerçekleştirilebileceğini kurgulayan Van Dorp (2003), ileriye ve geriye dönük izlenebilirliğin parti numaraları arasındaki bağlantılarla sağlanacağını düşünerek, Gozinto Grafiklerinin izlenebilirliğin gelişmesine katkı sağlayacağını öne sürmüştür. Şekil 1.'de görüldüğü üzere Gozinto Grafikleri alt ve üst birimler arasındaki bağlantıları göstermektedir. Gozinto grafiklerinin bir başka gösterimi malzeme tüketim matrisleridir (2003:280).



		EBEVEYN								
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
BİLEŞEN	M1									
	M2	2								
	M3	3								2
	M4		5	6						
	M5	1		4						
	M6									3
	M7						2			
	M8						4			
	M9									

Şekil 1: Gozinto Grafiği ve Malzeme Tüketim Matrisleri

Kaynak: Van Dorp, 2003:280

Farklı alanlardaki uygulanan metotları izlenebilirliğe uygulayan bir başka çalışma da Baina ve arkadaşlarına aittir. Baina ve arkadaşları (2007:4), ürün gösteriminde eksiksiz bir metodoloji sağlamak için Zachman Çerçevesine dayalı ürün bazlı modelleme yaklaşımı önerdiler. Zachman çerçevesinde, farklı koşullar için cevapları aranan ne, nasıl, nerede, kim, ne zaman ve niçin soruları, ilgili çalışmada ürüne etki eden ürün izlenebilirliğindeki paydaş gruplara (vizyoncu, patron, tasarımcı, kurucu, uygulayan ve işçi) sorulmuş ve alınan cevaplarla bir matris oluşturulmuştur. Böylece farklı bakış açılarıyla ürün izlenebilirliğinin ne olduğu sorgulanmıştır. Zachman Çerçevesini kullanarak ürün izlenebilirliğinin sağlanacağını düşünen bir başka araştırma da Quertani ve arkadaşlarına aittir. Quertani ve diğerlerine (2011) ait olan çalışmada amaçlanan geliştirme sürecinde kazanılan izlenebilirlik bilgilerini kullanarak, ürün bilgi kullanımını ve paylaşımını arttırmaktır. Bu araştırma temel olarak, tasarım ve üretim gibi ürün gelişim süreçlerinde kullanılan ürüne ait bilgilerin paylaşımının sağlanmasının, ürün bilgisine ulaşma yolunda önemli bir adım olduğu esasına dayanmaktadır.

2007 yılında izlenebilirlikle ilgili bir çerçeve oluşturmaya çalışan bir başka çalışma da Regattieri ve arkadaşlarına aittir. İzlenebilirlik sistemlerini ünlü bir İtalyan peynir markası üretiminde geliştirilmişlerdir. Çalışmalarında gıda izlenebilirliğinin yasal ve düzenleyici yönlerini analiz etmişler ve etkili bir izlenebilirlik sisteminin temel dayanak noktalarını ve işlevlerini tanımlamaya çalışmışlardır. İzlenebilirlikle ilgili bir başka veri

modeli çalışması, Khabbazi ve arkadaşları (2008) tarafından gerçekleştirilmiştir. Veri modelinde, malzeme ve iş akışının izlenebilirliği üzerine odaklanılmıştır. Bu model, siparişlerin alınmasından bitmiş ürüne kadar üretim bilgileriyle ilişkili verilerin izlenebilirliğini sağlamaktadır. Siparişlerin ve işlemlerin partilere dayalı olduğu sistemde, kalite ve satın alma aktiviteleri de dinamik veri sürecinde gösterilmektedir. Konuyla ilgili bir diğer veri modeli çalışması da Bechini ve arkadaşları (2009:342) tarafından hazırlanmıştır. Çalışmalarında izlenebilirlikle ilgili teknolojik standartları tanımlamak, kayıt etmek ve ticari işbirlikte kullanmak için araştırma yapmışlardır. Sonuçta çalışmalarını gıda tedarik zincirinde yer alan uluslararası bir peynir firmasında uygulayarak örnek bir veri modeli sunmuşlardır. Hu ve arkadaşları (2013), Bechini ve arkadaşlarının izlenebilirlik modelini Avrupa Birliği Gıda Yasalarına göre izlenebilirliği sağlamayı hedefleyen bir sebze tedarik zincirinde uyguladılar. Yine gıda sektöründe çalışma yapan Donnelly ve arkadaşları (2009:68), bir kuzu eti üreticisinde (A şirketi), etin hem geriye hem de ileriye doğru izlenebilirliğinin nasıl olduğunu tanımlamışlardır. A şirketinde, değişimlerinin %60'ının ilaveler, karışımlar ve bölünmelerde olduğunu göstermişlerdir. Buradan hareketle en kritik izlenebilirlik noktalarının bunlar olduğu düşünerek firmaya bazı iyileştirmeler önermişlerdir.

Gıda sektöründeki tahıl izlenebilirliğiyle ilgili kendi deneyimlerini ve yöntemlerini anlatan bir çalışma da Thakur ve Hurbugh'e (2009:617) aittir. Tahıl partileri genellikle, satıcının istediği özellikleri karşılayabilmesi için karıştırılır ve parti numaralarının tanımlanması sağlanamaz. Çalışmada tahıl tedarik zinciri izlenebilirliğinin yerine getirilebilmesi için, hem firma içi hem de tedarik zinciri sürecini kapsayan sistematik bir yaklaşım geliştirilmiştir. Öncelikle tedarik zincirindeki tüm aktörlerin izlenebilirlik sistemini kullanım gereksinimleri tanımlanmıştır. İkinci olarak iç izlenebilirlik sisteminin uygulanması için tahıl ambarında tutulan tahıl partileri için bir model oluşturulmuştur. Sonra, model tahıl partilerindeki bilgilerde neler kayıtlı olması gerektiğini ve bir sonraki aktöre neyin bildirilmesi gerektiğini gösterecek ve böylece tedarik zinciri aktörleri arasındaki bilgi değiş tokuşunu kapsayacak şekilde geliştirilmiştir. Tedarik zincirinde ürün izlenebilirliği üzerine bir başka çalışma Karlsen ve diğerleri tarafından hazırlanmıştır. İlk çalışmalarında taze balık üzerine izlenebilirlik uygulamalarını (2011:1339) anlatan Karlsen ve diğerleri, bir sonraki çalışmalarında (2013:409) perspektifi genişleterek, gıda izlenebilirlik uygulamalarıyla ilgili teorik

ortak bir çerçevenin var olup olmadığını tanımlamayı amaçlamışlardır. Sonuçta, izlenebilirlikle ilgili literatür çalışmalarında, ortak bir tanım ve ortak bir teorik bir çerçevede uzlaşmanın olmadığını göstermişlerdir.

2012 yılına gelindiğinde, Pizzuti ve arkadaşları dondurulmuş sebzelerin izlenebilirliği için BPMN (İş Süreçleri Modelleme Simgeleri) standartlarına göre modelleştirilmiş yeni bir metod önermişlerdir. Verileri öncelikle, iç ve dış izlenebilirlik olarak ikiye ayırarak genel bir veri modeli hazırlamışlar, web uygulama modelini oluşturabilmek için veri modelini bir akış şeması ile entegre etmişlerdir. Her aktör işlenen ürün verilerini kaydetmekte ve izlenebilirlik için kullanılabilir olan bütün bilgileri zincirdeki diğer çalışanların bilgileriyle birleştirmektedir. Böylece, web tabanlı sistemle, farklı kooperatifler arasında veri bağlantılarını sağlayan bir veri modeli elde edilmiştir. Bir başka veri alış verişi ile ilgili çalışma da Storoy ve arkadaşlarına aittir. Storoy ve arkadaşları (2013:41), pek çok gıda üreticisinin firma içinde iyi bir elektronik izlenebilirlik sistemine sahip olmasına rağmen, farklı ve şirkete özel sistemlerle çalışmasından dolayı, tedarik zinciri içindeki bilgi paylaşımının çok zaman aldığından bahsetmektedir. Çalışmalarında, bu tip verilerdeki elektronik değiş tokuşu iyileştirmek için, mesajların nasıl yapılandırılacağını ve bu mesajların nasıl tanımlanacağını, ölçüleceğini ve yorumlanacağını açıklayan uluslararası, genel bir standarda ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.

İzlenebilirlikle ilgili kapsam ve yöntem çalışmalarının dışındaki çalışmalara bakıldığında, bunlardan biri Popper'e aittir. Popper (2007), küresel gıda sisteminin, giderek genişleyen ulusal ve uluslararası düzeydeki izlenebilirlik taleplerinin, kişilerin kendi bölgeleri ve bölgesel eylemleri üzerindeki potansiyel etkilerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bir başka çalışma, Alfaro ve Rabade tarafından uygulanmıştır. İzlenebilirliğin gıda güvenliğini sağlamaktan daha fazlası olduğunu göstermek isteyen Alfaro ve Rabade, İspanya sebze endüstrisinde bir firma içinde bir alan çalışması gerçekleştirmişlerdir. Alfaro ve Rabade (2009:104), makalesinde izlenebilirliğin, sadece bir ürün izleme olayı olarak görülmemesi gerektiğini belirtmiş ve izlenebilirliği, şirketler için sürekli iyileştirmeyi sağlayacak bir araç olduğunu vurgulamıştır. Çalışmalarında, firmanın neden bilgisayar ortamında izlenebilirlik sistemini

uygulamaya karar verdiğini açıklamışlar ve uygulamalarının tedarik zincirinin farklı aşamalarında, yatırımlarda ve lojistik faaliyetlerinde, avantajlarını aktarmışlardır.

1.2. Ürün İzlenebilirliğinin Kapsamı

Avrupa Birliği dahil olmak üzere dünyanın hemen her yerinde kabul görmüş olan ve standartların belirlenmesi konusunda yaygın bir söz sahipliği bulunan Uluslararası Standart Örgütü (ISO), son tüketicilerin sağlıklı ve güvenli bir şekilde tüketimini sürdürebilmesi için 2008’de güncellenen ve bütün sektörlerle hitap eden 9001 kalite standartlarında izlenebilirliği, “bir nesnenin geçmişe ilişkin bilgilerini, uygulanmasını ve bulunduğu yeri izleyebilme yeteneği” olarak tanımlamaktadır (Madde 3.5.4.). Yine aynı belgede, söz konusu nesnenin bir ürün olması durumunda izlenebilirliğin, malzemelerin veya parçaların menşeiyle, işlemde geçirilme tarihçesiyle ve ürün dağıtımıyla ilgili olabileceği belirtilmiştir (ISO 9001:2008). Söz konusu kalite standartlarının diğer bir maddesinde belirtildiğine göre, ürün imalatını gerçekleştiren kuruluş gereken hallerde, ürünün takip ettiği bütün süreçleri, uygun yollarla tanımlamalıdır. Buna göre izlenebilirliğin zorunlu olduğu hallerde kuruluş, o ürüne özel olan tanımlamayı kontrol altında bulundurmalı ve kayıtları muhafaza etmelidir (ISO 9001:2008: Madde 7.5.3.).

İzlenebilirlik bir eserin bütün yaşamı boyunca, ileriye veya geriye dönük olarak içeriğinden bilgi alınabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Gotel ve diğerleri, 1994:94; CIES, 2005:7; Thakur ve Hurbugh, 2009:619). Bu nedenle izlenebilirlik iki yönlü gerçekleştirilebilir. Bunlardan ilki, belli bir birim veya belli bir parti ürünün, tedarik zinciri boyunca, kayıtlı olan referanslar aracılığıyla geriye doğru iz sürerek çalıştırılmasıyla ihtiyaç duyulan bilgiye ulaşılmıştır (CIES, 2005:7). Geriye dönük izlenebilirliğin gerçekleştirilmesinde kurulacak sistem, hem şirketin hem de ürünün müşteri gözünde güvenilirliğini sağlayacak stratejik bir yatırım olarak düşünölmelidir. Bu sebeple yasal olarak talep edilenlerin dışında ürünün kalitesinin ve güvenilirliğinin geliştirilmesi gibi ihtiyaçlara da cevap verebilir bir izlenebilirlik sistemi olmalıdır. Diğer bir deyişle,örneğin geriye dönük izlenebilirlik, bir problemin kaynağının meydana çıkarılması ve problemin tekrar etmesinin engellenmesi, potansiyel problemlili ürünlerin geri çağırılmasını temin ederek halk sağlığını koruyan bir sistem olmalıdır (Bechini ve diğerleri, 2008:342).

İkinci tür izlenebilirlikse, belli bir birim veya belli bir parti ürünün, tedarik zinciri boyunca izlediği yolun takip edilerek, satış veya servis noktasının tespit edilmesi şeklindedir. Örneğin, Toyota araçlarında gözlenen gaz pedalı sorunu için, şirket tarafından hem geriye, hem ileriye dönük izlenebilirlik kısmen uygulanarak, belli tarihlerde üretilen belli model araçlarda problemin görüldüğü tespit edilmiş ve bu araçlar geri çağırılarak gaz pedallarının ücretsiz olarak değiştirilmesi sağlanmıştır. (Toyota, 2005).

Bir başka sınıflandırmayla izlenebilirlik; bir ileri, bir geri izlenebilirlik ve tam izlenebilirlik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İdeal bir sistem olan tam izlenebilirlik, ürün tedarik zincirinin her kademesindeki aktörlerin ürünle ilgili tüm bilgiler sistemine ulaşabilmesidir. Mevcut yasalarda asgari zorunlu tutulan izlenebilirlikse bir geri bir ileri izlenebilirlik olarak adlandırılan, tedarik zincirindeki her aktörün ürünle ilgili kendi kayıtlarını tutması ve kendi takip ettiği parti numaralarını bir sonraki aktöre aktarmasıyla oluşan izlenebilirlik türüdür (Cebeci, 2006:190).

İzlenebilirliğin gerçekleştirilmesi için, bunun nasıl bir çerçevede yapılacağı ve neleri kapsayacağını tespit edilmesi de üzerinde düşünülmesi gereken bir başka konudur. Quertani (2011:550) makalesinde metotsal olarak Zachman Çerçevesinden faydalanmıştır. Quertani, halkın sağlık ve güvenliği için uygulanan ürün izlenebilirliğinden daha çok, ürün üretilmesine karar verilmesi, tasarlanması ve geliştirilmesi aşamasına yoğunlaşmıştır. Ancak uyguladığı yöntem, ürün izlenebilirliğinin kapsamının oluşturulmasında yol gösterici bir role sahiptir.

Tablo 1

Zachman Çerçevesi Metodu İle Bir Ürün Bilgi İzlenebilirliği Yaklaşımı

	Ne (Veri)	Nasıl (İşlev)	Nerede (Konum)	Kim (İnsan)	Ne zaman (Zaman)	Niçin (Motivasyon)
Amaç (İçeriksel) Planlamacı	Ürün Bilgisi İzlenebilirlik Yapıları (Tanım)					
Girişimcilik Modeli (Kavramsal) İşletme Sahibi	Ürün Bilgisi İzlenebilirlik Yapıları (Biçimlendirme)					
Sistem Modeli (Mantıksal) Tasarımcı	Ürün Bilgi Modeli- UML Sınıf Diyagramı (Holonik Model)					
Teknoloji Modeli (Fiziksel) Uygulayıcı	Ürün Veritabanı Şeması (İlişki Şeması)					
Detaylı Gösterim (bağlam dışı) Alt İşveren	Ürün Veritabanı Uygulaması (SQL)					
İşleyiş Sistemi	Ürün Veri Tabanı Yönetim Sistemi					

Kaynak: Quertani, 2011:550

Ürün izlenebilirliğinin sağlanabilmesi için öncelikli olarak ürünün ve ürün içinde kullanılan malzeme ve komplelerin tüm işlemleri sistematik bir şekilde kayıt altına alınmalıdır. Sohal, 1997 yılında Avustralya’da otomotiv parçası üreten bir işletmede yaptığı uygulama çalışmasında, izlenebilirliğin anahtar unsurları olarak aşağıdakileri sıralamıştır (Sohal,1997:588):

- Malların kabulü: İşletmeye gelen malzemeye veya kompleye, geldikleri yer ve kabul eden operatör belirtilerek, satın alma, sipariş kabul numaraları ve barkodları basılır. Bazı malzeme veya kompleler direk hatlara gönderilirken bazılarında kontrol işlemleri uygulanır.
- İş merkezi bildirim: Kontrolde geçen malzemeler, depoya gönderilir ve gönderildiği depoda malzeme barkodu taranır. Hangi hatta kullanılacağı kayıt edilir. Hatta gönderilen malzemeler için otomatik olarak yenileme siparişi açılır.
- İşe başlama: Eğer üretilecek parça kanbanla yönetiliyorsa, üretimde kullanılacak miktar standarttır, çalışan barkodu okuttuktan sonra makineyi seçer. Eğer üretim kanbanla kontrol edilmiyorsa, çalışan ayrıca kullandığı miktarı da girer.

- d) Üretim kaydı: Üretim, üretim kontrol kartları üzerindeki barkodun taranmasıyla kaydedilir. Üretim esnasında, ekranda gerekli olan hammadde listesi görülür. Gerekli görülen miktardaki numaralar tarandığında, iş otomatik olarak sonlandırılır.
- e) Malzeme kullanımı: Kompleler bir iş istasyonundan diğerine taşınırken, ham malzeme gibi işlem görürler. Ham malzemeler lot numaraları ve uyumlu ham malzeme numaraları prosese ulaştığı zaman kayıt için taranırlar. Bu kayıt, eğer malzeme dış tedarikçiden geliyorsa pembe etiketler üzerinde, eğer daha önceki bir prosesten geliyorsa üretim kontrol kartı üzerindedir. Bütün malzemeler kullanıldıkları iş merkezi, makine veya hat tarafından işaretlenir.
- f) Malzeme siparişleri: Malzemeler bir önceki işlem yerinden, bazen pembe etiketlerin üzerinde üretim için gerekli olan barkod okutturularak; bazen de, iş merkezi parça listeleri arasından seçim yapılarak sipariş edilir. Bir stok siparişi verildiği an tedarikçi bölüme mesaj ulaşır ve siparişi gerçekleştirmesi için otuz dakikalık süre verilir.
- g) Üretim sevkiyatının bitirilmesi: Üretim kontrol kartları taranır ve o üretime ait oluşturulan lot numaraları ile barkod etiketleri basılır. Bu etiketler taşıyıcılara iliştilir.
- h) Parça izlenebilirlik fonksiyonları: Hem ileriye hem geriye dönük izlenebilirlik, sunum ekranı üzerinden esnek seçim kriterleriyle raporlanarak yapılabilir.

Bir işletmede izlenebilirliğin hangi yöntemle gerçekleşmesi gerektiği, işe ve o işin gerekliliklerine göre belirlenmelidir. İzlenebilirliğin sağlanması için hangi süreç ve zaman aralıklarının baz alınması gerektiği, dikkate alınacak ürün miktarının ne kadar olduğu, takibin ne kadar geriden başlaması gerektiği gibi sorular doğru yöntemin seçilmesi esnasında başlıca cevaplanması gereken sorulardır. İzlenebilirliğin sağlanması için asgari gerekliliklerin gerisinde kalmak yahut azami ihtiyacın ötesine geçmek, başarılı bir izlenebilirlik sağlamayacağı gibi zaman kaybına yol açabilecek ve maliyetlerin yükselmesine sebep olabilecektir. Doğru izlenebilirlik yönteminin belirlenmesinde ürün gerçekleştirmede, bu ürünle ilişkili olacak bütün özel ve tüzel kişiliklerin beklentileri ve ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulması, eksiksiz bir

izlenebilirlik oluşturulmasına katkı sağlayabilir. Bu noktada örneğin, hammadde tedarikçilerinden üretici firmaya, dağıtım ve lojistik şirketlerinden son tüketiciye kadar ürünle ilişki içindeki tarafların izlenebilirlik sürecinde ayrı ayrı ele alınması ve değerlendirilmesi başarılı ve eksiksiz bir izlenebilirliğin sağlanmasına faydalı olabilecektir.

Tüketici için ürünün son kullanma tarihi ve içinde hangi besin maddelerinin bulunduğu gibi bilgiler önem arz ederken, işletme, bu bilgilerin yanında üretim gerçekleştirme, dağıtım, pazarlama esnasındaki bilgileri de saklamalı, izlenebilirlikle ilgili kendisinden beklenen kanuni gereklilikleri yerine getirmelidir.

Pratikte işletmelerdeki izlenebilirlik genel olarak, üretim süreçlerinde oluşturulan parti numaraları üzerinden gerçekleştirilir. Seri imalat yapılan ve binlerce mamulün ortaya çıktığı bir işletmede izlenebilirliğin her bir ürün bazında sağlanması son derece zor ve gereksizdir. Ancak zaman zaman tekil değeri yüksek mücevherat ya da çok miktarda ve çeşitli malzemelerden oluşmuş arabalar gibi ürünlerde izlenebilirliğin bire bir olarak seri numaraları üzerinden sağlanması gerekebilir.

Ürün izlenebilirliğinin, sistematik bir hale getirilmesi, anlam karmaşasının ve bilgi kalabalıklarının engellenmesi, işletmelerin öncelikli olarak üzerinde düşünmeleri gereken bir konudur. Ürün verileri, her ürün veya her parti ürün için hazırlanmış süreç bazlı yönetilen malzeme listeleriyle, ürünün tasarım aşamasından, satış sonrası bakım aşamasına kadar sistematik bir şekilde kayıt altına alınmalıdır. Süreç bu yüzden, henüz ürünün tasarımı esnasında oluşturulan ürün ağaçlarının hazırlanmasıyla başlamalı ve ürün malzeme listeleri üzerinden sağlanan zincir sürecin hiçbir noktasında ürün ağaçlarıyla ürünün tip ve aktivite bilgileri arasındaki bilgi paylaşımı koparılmamalıdır.

Bir işletmede izlenebilirliğin sağlanabilmesi için diğer önemli bir faktör de sürdürülebilirliğin sağlanmış olmasıdır. İşletmede yürütülen sistem içerisinde veriler düzenli ve sistematik bir biçimde kayıt altına alınmıyorsa izlenebilirliğin gerçekleşmesi söz konusu olamaz. Zira izlenebilirlik ürünün geçirdiği bütün evrelerde uygulanması ve devam ettirilmesi gereken bir süreçtir. Zincirin halkalarından birinin kopması, izlenebilirliğin de sona ermesi anlamına gelir. Moe (1998) bununla ilgili olarak verdiği örnekte gıda üretim sistemlerinde verilerin, üreticilerin ahlaki ve hukuksal

sorumluluklarını yerine getirebilmeleri için kesinlikle şart olduğundan bahsederken, önemsiz gibi görünen bazı bilgilerin de yine bu sürecin eksiksiz olarak tamamlanabilmesi için gerekli olduğunu belirtir. Zincirdeki bilgi akışının sağlıklı olarak sürdürülebilmesi için iki yol mevcuttur. Bunlardan ilkinde bilgi, zincirin her bir halkasını ayrı ayrı ilgilendirecek şekilde depolanır, kaydedilir ve böylece sadece ürün kimlik bilgisi, ürün oluşumu boyunca bilgiye ulaşmak için yeterli olur. İkinci yöntemde ise bilgi, zincirin her bir halkasında ürünü takip eder. Bu yöntem özellikle müşteri reklamı ve ürünle ilgili pazarın özelleştirmesi için kullanılır (organik ürün, belli bir yerde tutulmuş balık örneğinde olduğu gibi) (Moe, 1998:213). İzlenebilirliğin sağlanmasında bu iki yöntemden birinin uygulanması ve bu uygulamanın gerektirdiği asgari şartların sağlanması son derece önemlidir. Nitekim günümüzde izlenebilirlik adı altında uygulamaya konulan bazı sistemlerin aslında tam olarak bu görevi icra etmedikleri anlaşılmaktadır. Örneğin, ülkemizde ilaç sektöründe izlenebilirliğin sağlanması için 15 Mayıs 2011 tarihinden itibaren uygulamaya konulan kare barkod sistemine göre her bir paket ilaca kimlik numarası verilmiş ve böylece sosyal güvenlik kurumunun bu ilaçlar için yapmış olduğu ödemeler takip altına alınmaya çalışılmıştır. Benzer bir uygulamaya optik sektöründe de geçilmiştir. Lakin bu sistem, ilaçların geçirdiği süreçlerin izlenebilirliğini ahlaki ve kamusal gereklilik açısından tam olarak sağlayabilmekten ziyade, kamunun bu ilaçları satın alırken uğradığı zararı önlemeye yönelik kimlik belirlenmesinden ibarettir.

Sohal ise (1997:590), izlenebilirliğin uygulanabilmesi için kritik olarak gördüğü faktörleri şu şekilde sıralamaktadır:

- Bilgisayar entegrasyonlu üretimin (BEÜ) işletmedekiler tarafından en üst düzeyde anlaşılması gereklidir. Bu anlayış sağlanamadan çok az şey yapılabilir.
- BEÜ için uzun vadeli bir planlama yapılmalıdır. Tek başına bir sistem, işletmenin toplam rekabetçiliği için küçük bir iyileştirme sağlayacaktır.
- Planlama ve uygulama için, disiplinler arası bir ekip ruhuna ihtiyaç vardır.
- Başarılı bir tanıtım ve uygulama için, yeni sistemler, hemen hemen her zaman dış bayileri, danışmanları ve kullanıcıları da kapsamalıdır. Sistem yazılımcısı ve çalışanlar arasındaki koordinasyon iyi bir şekilde kurulmalıdır.

- Çalışanların eğitimi elzemdir. Uygun eğitim programları geliştirilmelidir.
- Yeni sistemin yararları, işletmedeki her çalışana anlatılmalıdır. Bilinmeyene karşı korku, çalışanların yeni sisteme dahil edilmesiyle önlenebilmektedir.
- Sistemin düzenli kullanımını için gerekli disiplin sağlanmalıdır.

1.3. Ürün İzlenebilirliğinin Faydaları

Avrupa Birliği tarafından 2007 yılı içerisinde yayınlanan “Ürün İzlenebilirliği” bilgi formunda, bu isteklerin hayata geçirilmesiyle birlikte elde edilecek faydalar şu şekilde sıralanmaktadır (European Commission,2007:2):

- İzlenebilirlik, vatandaşların güvenli bir şekilde beslenmelerini sağlamak için, gıdalarda ve yemlerde bulunan potansiyel riskleri ortaya koyar ve Avrupa Birliği içerisinde cari olan bütün gıdaların AB (Avrupa Birliği) vatandaşları için güvenilir hale gelmesini sağlar.
- Ulusal otoritelerin veya gıda işletmelerinin bir risk tespit ettikleri anda bu riskin kaynağını bulabilmek ve riski ortadan kaldırmak için ürünün kaynağına doğru gidebilmeleri ve bu ürünlerin tüketiciye dağıtımının engellenmesi hayati önem arz etmektedir.
- İzlenebilirlik, piyasadan hedeflenen geri toplama işlemlerinin yapılabilmesini ve halkın ürünle ilgili doğru bilgileri edinmesini sağlar. Böylece ticari hayatta meydana gelecek karışıklıkları engeller.

Olsen ve Melania (2013:142) ise izlenebilirliğin faydalarına şunları eklemiştir:

- İşletme çalışanları arasındaki bilgi alışverişinin sağlanması sırasında oluşacak maliyet ve işçilik azalır.
- Hangi ürünün nasıl üretileceğine dair uygun yöntemin seçilmesinde gerekli olan doğru ve güncel bilgiye erişim sağlanır.
- Sürdürülebilirliği, ahlaka uygun ve çevreci yapısıyla, ideal ürünün ortaya çıkmasına katkı sağlar.

İzlenebilirlik kavramına daha farklı bir yaklaşım sergileyen Moe (1998:213), genel olarak kabul edilenlerden farklı olarak izlenebilirliğin avantajlarını şu şekilde belirtmiştir:

- İzlenebilirlik sayesinde ham malzeme hakkında dahi alınabilecek bilgiler malzemenin işlenmesi esnasında, kalite ve süreç kontrollerinin daha sağlıklı yapılabilmesini sağlar,
- Neden-sonuç araştırmalarında çözümün daha rahat bulunmasını sağlar,
- Her ürün cinsi için daha iyi hammadde kullanım optimizasyonu sağlar,
- Kalite yönetim denetimleri esnasında bilgiye kolayca ulaşılmasını sağlar,
- Yüksek ve düşük kalitedeki ham malzemelerin birbiriyle karışmasını engeller,
- Kamunun hali hazırda istediği ya da gelecekte de isteyebileceği standartlar sağlanmış olur.

2005 yılında gerçekleştirilen “The Food Business Forum”da izlenebilirlikle ilgili farklı olarak şu faydalar belirtilmiştir (CIES, 2005:9):

- Ürün kalitesi, dağıtımı, şartların iyileştirilmesiyle ilgili geri bildirim sağlar,
- Riskli olan ürünün hızlı bir şekilde tanımlanmasını ve piyasadan geri çekilmesini sağlamakla markanın müşteri gözündeki güvenilirliğini sağlamlaştırır.

Cebeci (2006:191), sunduğu bildiriye, Wagner & Glassheim (2003) tarafından izlenebilirliğin işletmede kalite yönetimi açısından da sunduğu avantajları şu şekilde sıraladığını belirtir:

- “Üretim ile ilgili veri ve bilgileri kayıt altına alarak işletmelerde istatistiksel süreç kontrolü (SPC) analizlerine olanak sağlamak; böylece üretim maliyetini ve müşteri memnuniyetini dikkate alan kalite yönetim sistemlerinin geliştirilmesini kolaylaştırmak,
- İşletme riskini azaltmak, gerekli olduğunda ise geri toplama maliyetini düşürmek,

- Sessiz geri toplamayı gerçekleştirerek marka imajının korunmasını sağlamak,
- Sahtecilik/taklitçilik ile mücadeleyi kolaylaştırmak,
- Tüketicide markaya güven yaratarak rekabet avantajı oluşturmak,
- Yasalarla yükümlü kılınan belge ve bilgilerin kolayca üretilerek yetkili kuruluşlara ve ticaret ortaklarına ulaştırılmasını sağlamak ve böylece işletme yönetimini etkinleştirmek”.

Geçmişte gıda izlenebilirliği denince yalnızca ürünün nerede, ne zaman üretildiği, içinde kullanılan malzeme ad ve miktarlarının ürün üzerine yazılması anlaşılıyordu. Ancak, tüketici bilincinin artmasıyla ve gıda ürünlerinin sağlığı giderek daha fazla tehdit eder bir duruma gelmesiyle birlikte, gıda sektöründe izlenebilirlik kavramına yüklenen anlam da her geçen gün genişlemektedir. Öte yandan bilişim teknolojisinin gelişmesi ve çalışan kalitesinin artması, çok daha fazla verinin kayıt altına alınmasına olanak tanımıştır. Bu durum, üretim, satış, satış sonrası gibi işletme fonksiyonlarını daha kolay yönetilebilir bir hale getirdiği gibi, çıkan problemlerde kök nedene daha kolay inebilme imkânı sağlamıştır.

Değişen piyasa koşullarıyla rekabet, sadece işletmeler arasında olmamakta, gittikçe tedarikçileri ve müşterileri de içerek tedarik zincirlerinin birbirleriyle rekabeti haline dönüşmektedir. Bu tedarik süreci içinde, gıda izlenebilirliğin güvenilirliği ve etkinliği, gıdanın kimlik ve denetleme bilgilerinin doğruluk ve yeterlilik derecesiyle orantılıdır. Ürün tanımlama teknolojilerinin gelişmesi, ürün izlenebilirlik sisteminin gelişmesi için de bir fırsat oluşturmaktadır. Son yirmi yıldır izlenebilirlik üzerine yapılan araştırmaların çoğunda, enformasyon teknolojileri ve ERP etkin bir rol oynamaktadır (Bevilacqua ve diğerleri, 2009:14).

İzlenebilirlikle ilgili sektörel çalışmalara bakıldığında zaman, çalışmaların en çok gıda sektörü üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Gıda sektöründeki izlenebilirlik kavramından yola çıkılarak, izlenebilirliğin gereksinimleri ve metotları incelenebilir.

1.4. Gıda Sektöründe Ürün İzlenebilirliği

İzlenebilirliğin en çok önem arz ettiği sektörlerden biri hiç şüphesiz gıda sektörüdür. Değişen dünya şartlarında modern bilim, insan sağlığına dış dünyadan gelebilecek

tehditleri asgariye indirebilmek için yoğun çaba sarf etmektedir. Özellikle hayvansal gıdalar yoluyla insanlara bulaşabilen hastalıkların yaygınlaşması ve gıdaların içeriğinde kabul edilebilir limitlerin üzerinde kimyasal kullanımının fazlalaşması, yiyeceklerin kalitesini ve güvenilirliğini sorgulanır bir hale getirmekte ve doğrudan insan sağlığını tehdit eden bir durum arz etmektedir. Teknolojinin yanı sıra çeşitli yöntemler, yaptırımlar, uygulamalar ve yasalar yoluyla bu tehditleri ortadan kaldırmayı ve konuyla ilgili standartlar oluşturmayı hedefleyen insanlığın karşı karşıya olduğu tehlike, soruna ilişkin çalışmaları her geçen gün hızlandırmaktadır. Bununla ilgili yoğun bir faaliyet içerisinde olan Avrupa Birliği, bünyesinde bulunan ülkelerde çeşitli standartları hayata geçirerek durumu kontrol altına almaya çalışmıştır. Kamu sağlığını tehdit eden riskleri ortadan kaldırabilmek için gıdaların hammaddeden mamul olup pazarlanmasına ve tüketilmesine kadar geçirdiği evreleri kontrol altına almanın önemini kavrayan birlik, bunun ancak izlenebilirliğin sağlanmasıyla elde edilebileceği savıyla, 2002 yılında Genel Gıda Kanunu'nu yürürlüğe koymuştur. Böylece AB sınırları içerisinde yiyecek ve besin sektöründe izlenebilirlik yasal bir zorunluluk haline getirilmiştir.

Avrupa Komisyonu'nun tarifine göre izlenebilirlik, tüketim amaçlı yiyecek, besin, hayvansal ve kimyasal gıdaların, üretim, işlemler ve dağıtım süreçleri esnasında geçirdiği tüm evreleri izleyebilme yeteneğidir (Europen Comission, 2007:1). Buradan hareketle birlik sınırları dahilinde olan bütün firmalardan gereken durumlarda ürünlerin nereden geldiğini ve nereye gittiğini ispat etmeleri beklenmektedir. Firmalar, bütün ürünlerin üzerine adreslerini ve adlarını yazmakla yükümlü oldukları gibi ürünün içeriğinin, parti numarasının ve ürünle ilgili detaylı bilgilerin sunulması gerekmektedir. AB bununla kendi üye ülkeleri içerisinde yaşayan bütün insanların sağlıklı ve güvenli bir şekilde gıda tüketmesini amaçlamaktadır.

Türkiye'de Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2011 yılında revize ettiği 28157 numaralı kanuna göre izlenebilirlik "yönetmelik kapsamında yer alan ürünlerin üretim, işleme ve dağıtımın tüm aşamalarında madde veya malzemeyi izleyebilme ve takip edebilmektir". Aynı kanun içinde madde 10'da şöyle belirtilmektedir:

- (1) Kontrolün kolaylaştırılması, kusurlu ürünlerin geri çağırılması, tüketicinin bilgilendirilmesi ve sorumluluğun belirlenmesi için madde ve

malzemelerin üretim, işleme ve dağıtımının tüm aşamalarında izlenebilirlik sağlanır.

- (2) Teknolojik olarak uygulanabilirliği de göz önünde bulundurularak işletmeciler, yürüttükleri faaliyetlerin hangi madde veya malzemeden hangisine doğru olduğunu tanımlamaya imkân veren ve uygun olduğu durumlarda, üretimde kullanılmak üzere tedarik ettikleri ve bu yönetmelik kapsamında yer alan madde veya ürünlere ilişkin yerinde sistem ve prosedür bulundurur ve Bakanlığın talep etmesi halinde bu bilgileri beyan eder.
- (3) Piyasaya arz edilmiş olan madde ve malzemeler, etiketleme veya ilgili dokümantasyon veya bilgi aracılığıyla izlenebilirliklerini sağlayacak uygun bir sistemle tanımlanabilir şekilde olur.”

Diğer bütün sektörlerde olduğu gibi gıda sektöründeki standartların belirlenmesinde, AB gibi devletler nezdinde kurallar uygulayan birliklerin yanı sıra, bazı özel kuruluşların da katkısı son derece yüksektir. Bu alanda faaliyet gösteren ve uluslararası camiada en fazla dikkate alınan kuruluşlardan biri olan ISO, değişen şartlar altında mevcut genel standartların gıda sektörünün ihtiyaçlarına doğrudan cevap vermediğini görmüş, 2007 yılında “ISO22005-Beslenme ve Gıda Zincirinde İzlenebilirlik” adı altında yalnız gıda sektörüne yönelik bir standart yayınlamıştır. Müşteriler için gıda ürünlerinin güvenliğini garantilemeyi amaçlayan bu standart aynı zamanda beslenme ve gıda izlenebilirlik sisteminin tasarımı ve tamamlanması için gereken prensipleri ve gereksinimleri sunmaktadır. Bu standartla birlikte firmalardan, gıda üretim ve satış faaliyetlerinin herhangi bir basamağında aşağıdakilerin yapılması istenmektedir (Gıda Güvenirliliği Derneği, 2007):

- “Malzemelerin akışını izleyebilmek (gıda, bileşenleri ve paketlenme)
- Gerekli belgelenmeleri tanımlamak ve üretimin her aşamasını izlemek,
- Faaliyette yer alan kişiler arasında yeterince koordinasyon olup olmadığından emin olmak,

- Her partinin en az tedarikçisine ve müşterisine kadar olan bilgilendirilmesinin yapılmasını sağlamak.”

ISO 2005 Gıda İzlenebilirliği Standardında, her firmadan “bir yukarı” ve “bir aşağı” prensibince, anlık tedarikçilerini ve ürün gönderdikleri müşteriyi bilmeleri istenmektedir. Standartta, gıda güvenliğinin bütün aktörlerin dahil olduğu ortaklaşa sorumluluk alanı olduğu belirtilmektedir. Böylece, gıda tedarik zincirindeki tüm aktörler girdi ve çıktı bilgilerini bağlayarak gıda üretimiyle ilgili gerekli bilgiyi depo ederler. Gerekli zaman bu bilgilere gıda yetkilileri tarafından ulaşılır (Hu ve diğerleri, 2013:341).

1.5. Fiziksel ve Dijital İzlenebilirlik

Tedarik zinciri boyunca ürünle ilgili bilgilerin saklanabilmesi için koli, kasa, palet gibi her taşıyıcı için bir etiket hazırlanır. Etiketler malzemelerle birlikte hareket eder. Etiketlemede, üzerine parti numarası yazılmış görsel etiketler kullanılabileceği gibi, barkod etiketleri veya radyo frekans ile tanımlama (RFID) etiketleri de kullanılabilmektedir.

İzlenebilirlik için görsel etiket kullanan yerlerde, sisteme veri girişleri manuel yapılmaktadır. Barkod teknolojisindeyse etiketlerin üzerinde gezdirilecek bir okuyucuyla etiketler hızlı bir şekilde okunup dijital ortama kayıt girişi yapılır. Diğer yandan, daha gelişmiş bir sistem olan “RFID, nesneye ait verileri içeren mikroişlemci ve bu mikroişlemciye entegre edilmiş anten ile donatılmış etiket taşıyan bir nesnenin bu etiketteki bilgiler ile hareketlerinin izlenebilmesine, analiz edilebilmesine ve yönetilebilmesine imkan veren; veri alışverişini radyo frekanslarıyla sağlayan otomatik nesne tanımlama ve takip teknolojisidir” (Yüksel ve Odabaşı, 2009:2). Bu üç sistemi karşılaştırdığımızda, görsel etiketlerde sisteme veri girişleri tamamıyla manüel gerçekleşirken; barkod sisteminde, malzemeler okutulmak için, okuyucu karşısına getirilmeli ve düzgün bir şekilde pozisyonlandırılmalıdır. RFID teknolojisindeyse okuma radyo frekansları sayesinde yapılmakta, aynı anda belli mesafe içindeki çok sayıda etiket RFID ile okunabilmektedir. Bu nedenle, barkod teknolojisindeki zaman ve efor kaybı RFID’de yaşanmamaktadır (Şahin ve diğerleri, 2002:210). Ek olarak barkod etiketleri güncellenemezken, RFID etiketleri üzerindeki veriler defalarca güncellenebilir

(Saatçioğlu, 2006,109). Diğer yandan, RFID etiketlerinin ücretlerinin yüksek olması ve etiket içindeki bilgilerin başka okuyucular tarafından da okunabilmesi RFID teknolojisinin dezavantajları olarak görölmektedir (Saatçioğlu, 2006:27-29).

Parti numaralarını içeren kağıt etiketler, barkod etiketleri veya RFID etiketleri, izlenebilirliğin fiziksel yapısını oluşturmaktadır. Fiziksel yapı, izlenebilirliğin sağlanması için gereklidir, lakin yeterli değildir. Eğer bir kare barkod veya RFID etiketi üzerine ürünle ilgili geçmiş tüm bilgiler kaydedilmiş olsa bile izlenebilirlik tam anlamıyla sağlanamaz. Çünkü izlenebilirliğin, geriye dönük ve ileriye dönük izlenebilirlik olarak iki çeşidi vardır. Geriye dönük izlenebilirlik, bir problemin nedenini bulmak için kullanılmakta, ileriye dönük izlenebilirlikse bir malzemenin hangi süreçlere uğradığı ve hangi noktalara dağıtıldığı bilgilerine ulaşılmasını sağlamaktadır. Malzeme üzerinde, malzemenin geçmiş tüm bilgilerini kapsayan bir etiket, geriye dönük izlenebilirliği sağlayabilir ve problemleri bir malzemenin tespit edilmesine yardımcı olabilir. Ancak, bu etiketler bize problemleri olan malzemenin başka hangi dağıtım kanallarına dağıtıldığına dair bir bilgi vermezler. Bu nedenle, sadece fiziksel ortamda yapılacak çalışmalarla izlenebilirlik sağlanmış olmaz. şu an aktif olan bir RFID etiketinin okunma mesafesi 30 m ile sınırlıdır (Yüksel ve Zaim, 2009:2). Gelecekte, RFID etiketlerinin okuma mesafesinin sınırsız olması ve başka okuyucular tarafından okunabilirliğin engellenmesi sağlanabilirse, sadece RFID etiketleri üzerinden geriye ve ileriye dönük izlenebilirlik gerçekteştirilebilir. Fakat şu an için bu mümkün görölmemektedir. Bu sebeple, izlenebilirliğin yalnızca fiziki etiketler üzerinden değil, network ağlarıyla ulaşılabilen bir veritabanı üzerinden de takip edilmesi gerekmektedir. Bu veritabanının tüm şirketler tarafından ortak kabul edilen bir model üzerinde hazırlanmış olması, şirketler arasında anlaşılabilirliği sağlayacak ve izlenebilirlik hızını arttıracaktır.

1.6. İzlenebilirlikte Parti Numaraları

İzlenebilirliğin sağlanması, malzeme tedariki, ürün gerçekteşirme, sevkiyat ve dağıtım işlemleri boyunca pek çok farklı kategorilere ayrılacak olan bilginin sistematik bir şekilde toplanması ve gerektiğinde değerlendirilebilmesiyle mümkündür. Bu bilgiler arasındaki bağlantının sağlandığı ve izlenebilirlikte en önemli parametre kabul edilen kavram şüphesiz parti numaralarıdır. Seri numarası, tek bir ürünün izlenebilirliği için

oluşturulurken malzeme numarası birden fazla ürün için oluşturulmaktadır. Gıda sektöründe parti, “aynı koşullarda üretilen, imal edilen veya ambalajlanan bir gıdanın satış birimleri topluluğunu ifade eder” (Resmi gazete, 04.01.2012-28163, Madde3-1). Bazı istisnalar dışında, “ait olduğu partinin tanımlanmasını sağlayan bir işaret veya numara taşımayan gıdalar piyasaya arz edilemez”(Resmi gazete, 04.01.2012-28163, Madde4-1). “Parti, her seferinde, bahse konu gıdanın üreticisi, imalatçısı veya ambalajlayıcısı veya ithal edilen gıdalar için ülke içindeki ilk satıcısı tarafından belirlenir” (Resmi gazete, 04.01.2012-28163, Madde5-1).

Bilindiği gibi, artan malzeme çeşitliliğiyle birlikte, bir malzemeyi tanımlamak için, sadece malzemenin adlandırılması yeterli olmamakta, malzemeyle eşleşen bir numara da verilmektedir. Çoğu şirket malzeme numarasını, oluşturduğu listeden sıra numarasını takip ederek alırken bazı şirketler malzemenin ayırt edici özelliklerine göre bir sistematik geliştirerek bu malzeme numarasını verebilirler. Örneğin, malzemenin rengi, ağırlığı, cinsi, tedarikçi bilgileri, tüketim yeri gibi kodların birleştirilmesi bir malzeme numarasını temsil ediyor olabilmektedir. Bu tür kodlandırmalarda, malzemenin kodu okunduğunda, çalışanlar tarafından malzemenin ne olduğunun ve özelliklerinin neler olduğunun daha kolay algılanabilmesi amaçlanmaktadır. Malzeme numaraları tek başına özel bir demet malzemeye işaret etmezken, malzeme numarası ve malzeme parti numarası birlikte kullanıldıklarında parti halindeki bir malzeme demetinin kimliğini tanımlamış olurlar. Bu durumu şu şekilde açıklayabiliriz. XXX kodlu bir malzeme denildiğinde, bu malzemeyi genel olarak tanımlamış oluruz ama bu malzeme ile ilgili altında hangi malzemelerin kullanıldığı, ne zaman, nerede, nasıl üretildiği gibi bilgilere ulaşmayız. ZZZ nolu parti numarası denildiğinde ise bu parti numarası altında pek çok malzemeyi kastediyor olabiliriz. Bu malzemeler, aynı üretim akışı boyunca işlem görerek birbirinden farklı malzeme numaraları alan malzemeler olabilir. Ancak XXX nolu malzeme ve ZZZ nolu parti numarası denildiğinde, özel bir malzeme demetini kast etmiş oluruz. Diğer bir deyişle, XXX nolu malzeme ve ZZZ nolu parti numarası, bize bir demet malzeme için kimlik numarası vermiş olur.

Şirketler, ham malzemeler, ara malzemeler ve üretilen malzemeler için parti numaralarını kendileri verirken, piyasa malzemeleri için, malzemeyi satın aldıkları

şirket tarafından verilen parti numarasını kullanmaları izlenebilirliğin sağlanması için en ideal durumdur.

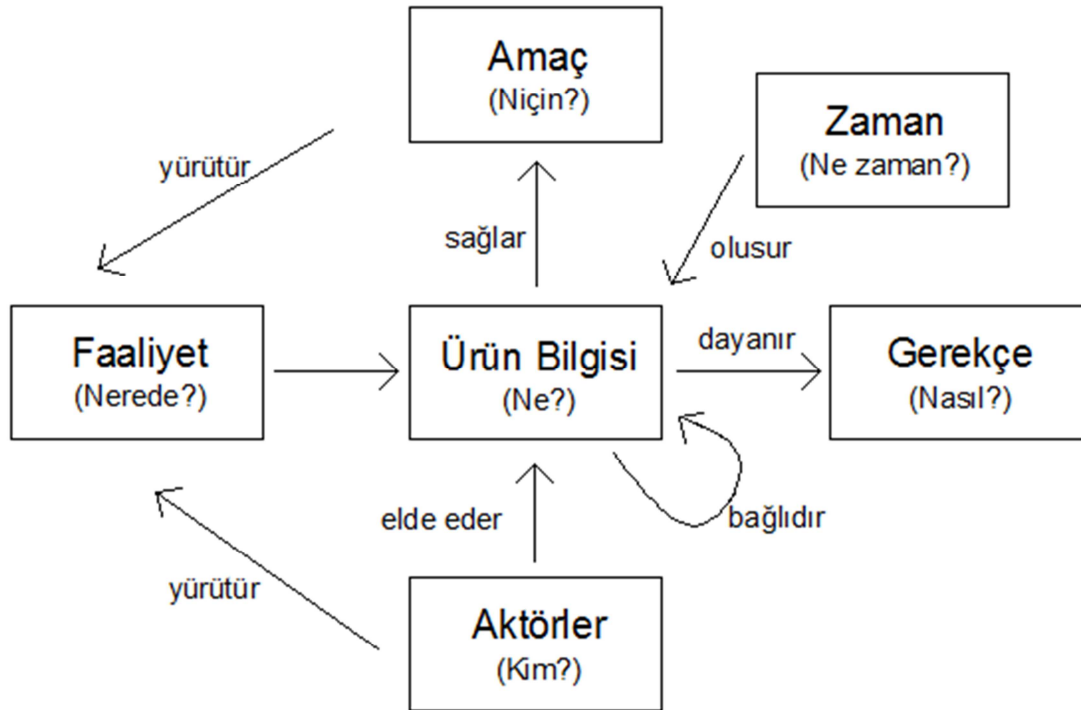
Malzeme numarası verilmemiş bir grup ürün veya malzemeye parti numarası verilmesi söz konusu değildir. Yani, öncelikle parti numarası verilen malzeme, yarı mamül veya mamülün, stok olarak saklanıyor olması gereklidir. Diğer bir deyişle, operasyon esnasında işlem görürken anlık ortaya çıkan, stoğu oluşturulmayan ara mamüller için bir stok adı ve numarası olmadığından izleme takip numarası (parti numarası) verilemez. Ancak, operasyonlar tamamlandı, stok olabilecek duruma geldiğinde yarı mamüle yeni parti numarası verilir. Bir mamülün, ham malzeme halinden mamül oluncaya kadar içerdiği alt stoklarını gösteren yapı ise bilindiği gibi ürün ağaçlarıdır. Bu nedendir ki bu çalışma, parti numaralarının üretim ürün ağacı yapısıyla birlikte oluşturulması gerektiğini savunmaktadır. Ürün ağaçları, malzeme değişimlerini ve bu değişimler arasında çeşitsel ve miktarsal ilişkileri içermektedir. Parti numaralarının malzeme değişim noktalarında verilmesiyle ürün ağaçlarının izlenebilirlikte kullanılması sağlanmış olacaktır.

Yeni bir hammadde elde edildiğinde veya bir malzeme işlem görerek içeriğine farklı parti numaralı malzemelerle birleştiğinde yeni bir parti numarasının verilmesi zorunludur. Malzeme bölünerek yeni malzemeler oluşturduğundaysa malzeme numaraları değişmesine rağmen yeni bir parti numarası alması gerekmez. Ama çalışmada, izlenebilirlik üretim ürün ağaçları üzerinden sağlanacağından, malzemeler işlem görerek malzeme numaraları (stok kodları) değişirken, aynı zamanda parti numaraları da değişmektedir. İkili bağlantılarda eğer üst yapı birden çok malzemedен oluşuyorsa, üst malzemelerin hepsi aynı ikili yapı içinde yer aldığından aynı parti numarasına sahip olmalıdır. Böylece, verimlilik ve izlenebilirlik çalışmalarında, aynı alt malzemelerden oluşan farklı malzemeler arasındaki ilişki de parti numarası sayesinde korunmuş olacaktır.

Şirketler parti numarasını veririrken ortak parametrelerden yararlanırlar. Hu (2013:347) makalesinde, sebzelerin toptancılara satılmadan evvel, hangi parti olduğunun belirlenmesi için sebze ağırlıklarının, çeşidinin ve kökeninin, firma logosu ve diğer bilgilerle birlikte çalışanlar tarafından kaydedilmesi gerektiğini ve bu bilgilerin izlenebilirlik kodunu türetirken kullanılabileceğini belirtmiştir. Hu (2013:348),

makalede sebze için verilen parti numaralarının, hasat tarihi, hasat sıra numarası ve arazi kodunu kapsadığını belirtmiştir. GS1 Organizasyonu tarafından, kasa, koli gibi taşıma birimlerine verilen seri taşıma kap kodu (SSCC) da bir nevi parti numarası gibi görülebilir. Bu numaraların üzerinde, ürün ağırlığı, gideceği adres, kolideki paket sayısı, son kullanma tarihi, taşıma biriminin seri numarası gibi bilgiler bulunmaktadır (TOBB,2012;14-16).

Quertani (2011:551), çalışmasında, aşağıdaki şekildeki gibi ürünün, hangi aktiviteyle, ne zaman, nasıl, niçin ve kim tarafından yapıldığının formülize edilmesinin izlenebilirliğin ana yapısını oluşturacağını savunmuştur. Parti numaralarının amacı ürünle ilgili izlenebilirliği sağlamaktır. Bu sebeple parti numaraları, içeriğinde ürün izlenebilirliğiyle ilgili bilgileri kapsayabileceğinden Quertani'nin formülizasyonundan parti numarasının içerik yapısı oluşturulurken faydalanılabilir.



Şekil 2: Ürün Bilgisi İzlenebilirlik Yapılarının Formalizasyonu

Kaynak: Quertani (2011:551)

Malzemelerin farklı partiden malzemelerle karışmasını engellemeyi amaçlayan parti numaralarının tek ve biricik olmaları gerektiği için, sistematik bir şekilde parti numaraları içinde bulunacak zaman ve mekan bilgileri amaca hizmet etmiş olacaktır.

Bunun dışında parti numarasında, yapılan işlemlerle ilgili yardımcı bilgiler de olabilecektir:

Ana Parametreler:

- Zaman: Zaman bilgisi tekrar edilemez bir bilgi olduğundan parti numaralarında en çok kullanılan yöntemdir. En yaygın kullanılan zaman birimi, gün, ay, yıl, saat ve dakika olarak zamanın temsil edilmesidir. Şirketler ürün gerçekleştirme metodlarındaki çevrim zamanlarına bağlı olarak, zamanı çeşitli şekillerde parti numaralarını tanımlamakta kullanabilmektedirler. Bu bileşenler yılın kaçınıcı günü, miladın kaçınıcı günü, yılın kaçınıcı haftası ve gün adı gibi farklı olabilmektedir.
- Mekan: Bilindiğı gibi, cisimler aynı zamanda birden fazla mekanda bulunamazlar. Bu nedenle, bir grup ürünün üretildiğı zaman ve mekanın tanımlanması belirtilen ürün grubunu olabildiğince özelleştirmiş olmaktadır. Hu ve arkadaşları (2013) makalesinde, izlenebilirlik zincirinde bütünlüğü sağlamak için, her katılımcı objeye kendine ait tek bir kod verildiğini, sebze yetiştirilme aşamasında hem sebze yetiştiricilerinin hem de sebzenin yetiştirildiğı arazinin kodlandığını belirtmiştir. Makalede arazi kodu, bir temel kod ve bir de arazi seri numarasından oluşmaktadır. Örnek olarak, “03” kodlu arazinin on dokuzuncu diliminde yetişen bir sebze, 0319 kodlu arazide yetiştirilmiştir (Hu ve diğerleri, 2013:347). GS1 Organizasyonu tarafından verilen lokasyon numaraları tüm dünyada tek ve biricik olduğu için mekan numarası olarak bu numaraların kullanılması için uygun olabilir. Ancak, GS1 tarafından verilen mekan numaralarının uzun olması, parti numaralarında kullanılması için bir dezavantajdır.

Yardımcı Parametreler:

- Makine ve Techizat: Nasıl sorusu, aynı zamanda, dinamik mekanlandırma yapabilmektedir. Yani, kimliklendirilen ve ürünün üretilmesinde kullanılan bir kap, kazan, makine, fikstür veya aparat, izlenebilirliğin sağlanması için bu ürünün nasıl üretildiğı konusuna da cevap verir.

- Sorumlu Kişi: Bir üretimin bir sorumlusu olmalı ve üretim bu sorumlu gözetiminde gerçekleşmelidir. Bechini 2008 tarihli çalışmasında, malzemelerin tedarik zinciri içerisindeki sorumlularını doğa ve müşteri olarak ikiye ayırmıştır. Ham malzeme olarak adlandırılan grubun sorumlusu olarak doğayı görmüş ve bir malzeme zarar görme gibi sebeplerle incelendiğinde, ulaşılabilecek en son sorumlunun doğa olacağını belirtmiştir (Bechini, 2008:348).
- Neden: Üretimin neden gerçekleştirildiğinin anlaşılması ileride izlenebilirlik açısından ipucu olabilecek cevaplar içerebilecektir. Üretim veya satın almalar, çoğu zaman siparişler ya da mevcut stokların azalması nedeniyle gerçekleşebileceği gibi bazen gönderilen ürünün iade edilmesi veya malzeme fiyatlarındaki düşüş veya artış beklentileri gibi farklı nedenlerden kaynaklı olabilir. Mobilya sektörü gibi sipariş bazında üretim gerçekleştiren çoğu işletme, bitmiş ürünün parti numaralarını sipariş numarası üzerinden takip etmektedir (Kişisel görüşme, Tamer Baykara, B-T Design Fabrika Müdürü, 05.05.2013).

Yukarıdaki parametreler, parti numarasının algılanmasını kolaylaştırmasına rağmen parti numarasının tanımlanması için şart teşkil etmemektedir. Yani bir listeden sıradan alınacak olan parti numarası da, ürünle ilgili gerekli bilgilere ulaşılmasını sağlıyorsa kullanılabilir. AB'ye uyum kapsamında firma kodu ve son kullanma tarihleri, gıda ürünlerinin üzerinde yazılı olması gerektiğinden gıda parti numaralarında firma kodu kullanılmamaktadır.

Parti numaralarını verirken, gereksiz uzatmalardan olabildiğince kaçınılmalı ve ürünün veya malzemenin karıştırılmasını önleyen, ihtiyaca göre en yalın parti numarası adı tercih edilmelidir. İzlenebilirlikle ilgili diğer bilgiler, veritabanında bu parti numaralarıyla eşleştirilerek verilen kayıtlar olarak saklanmalıdır.

Sonuç olarak ürün izlenebilirliğinin önemi ve faydaları gittikçe daha çok anlaşılmakta ve bu konuda yapılan çalışmalar, yasal ve yönetsel düzenlemeler de gün geçtikçe artmaktadır. İzlenebilirlikteki en önemli parametre kuşkusuz parti numaralarıdır. Parti numaralarının firma içinde ve tedarik zinciri boyunca başka parti numaralarıyla karıştırılmayacak şekilde hazırlanması gereklidir. Parti numaraları ve malzeme

numaralarının bir arada kullanılması özel bir demet malzemeye ulaşılmış olur. Ürün izlenebilirliği, ürün gerçekleştirme işlemlerinin tüm aşamaları, aynı zamanda ürün içinde kullanılan malzeme ve komplelerin uğradığı evreleri ve bu evrelere ait kritik bilgileri de kapsamalıdır. Buradan hareketle, ürün altındaki kompleler veya malzemeler izlenebildiği ölçüde, ürün izlenebilirliği sağlanmış olacaktır. Bu yargı, ürün altındaki komple ve malzemeleri kapsayan ürün ağaçlarının izlenebilirlik için kullanılması gereken ana yapı olması gerektiği sonucunu doğurmaktadır.

BÖLÜM 2: SÜREÇ BAZLI DİNAMİK ÜRÜN AĞAÇLARI

ISO standartlarında bir proses sonucu oluşan çıktılar ürün olarak adlandırılmaktadır. Türk Standartları Enstitüsü ürün kavramını, hizmet, yazılım, donanım ve prosesten geçmiş malzeme olmak üzere dört genel kategoriye ayırmaktadır (TS EN ISO 9000, 2001). Bununla birlikte, birçok ürün aslında tek bir kategoriye ait olmayıp, farklı ürün kategorilerinin bileşkesinden oluşabilmektedir. Örneğin bir otomobilde, lastikler, donanım kategorisine; yakıt, prosesten geçmiş malzeme kategorisine; araca yüklenen elektronik kontrol ünitesi bilgileri ve algoritması, yazılıma; satıcı tarafından anlatılan araç kullanma bilgileri ise hizmet kategorisine dâhil edilebilir.

Bir ya da birden fazla kategori dahilinde ele alınabilen her çeşit ürünle ilgili bilgilerin etkin bir şekilde değerlendirilip kullanılabilmesi için, yedi yönetim aracından² biri olduğu kabul edilen ağaç diyagramları, işletmeler tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ağaç diyagramlarının genel kullanım amacı, birincil hedeflerden başlayarak bu hedeflere ulaşmada kullanılacak tüm alt hedefleri belirlemek ve ayrıntıların sistematik bir şekilde görülebilmesini sağlamaktır (Mesleki Yeterlilik, 2012). Bir diğer ifadeyle, beyin fırtınasıyla üretilmiş ve ilişkilendirme diyagramıyla çizilmiş fikirler, mantıksal ve sıralı bağlantıları görmek amacıyla ağaç diyagramları şeklinde gösterilmektedir (Ertuğrul, 2006:276) .

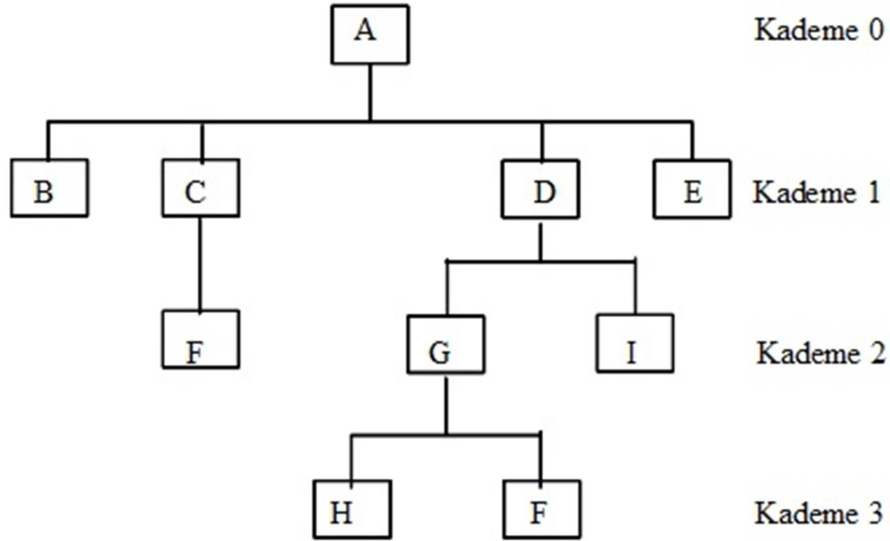
Ürün ağaçları, adından da anlaşılacağı üzere, ürün bilgisinin sistematikleştirilmesi için kullanılan ağaç diyagramlarıdır. Somar (2004:5) çalışmasında ürün ağacını, “ana üretim planında bir ürünü oluşturan bileşenler veya hammaddelerin tanımlanması veya listelenmesi” olarak tarif etmektedir. Başka bir tanıma göre ürün ağacı, tüm parçaların dâhil edildiği ve parça ilişkilerinin hiyerarşik bir şekilde imalat ve montaj sürecine paralel olarak oluşturulan yapıda yer aldığı listedir (Tanyas ve Baskak, 2003:37).

Değişik gösterim şekillerine sahip ürün ağaçları, tek bir seviyeden oluştuğu gibi, üretim sürecindeki akışa ve rotalara göre birden çok seviyeye de sahip olabilir. Yalnızca tek seviyeden oluşan, yani sadece ürün ve ürünü oluşturan parçaların yer aldığı ürün

² Bir konu veya olayla ilgili veri mevcut olmadığı zamanlarda, ekip çalışmasıyla problemin çözülmesi için kullanılan yedi tekniktir. Bunlar; ilişki diyagramı, yakınlık diyagramı, ağaç diyagramı, matris diyagramı, matris veri analiz diyagramı, süreç karar program tablosu ve ok diyagramıdır (Halis, 2000:144).

ağaçlarına “parça listesi” adı da verilirken, nihai ürünün imalatında kullanılan tüm bileşenlerin gösterildiği tasarımlarsa çok seviyeli ürün ağaçları olarak adlandırılır. Bu tip ürün ağaçları pek çok katmandan (faaliyet veya operasyondan) oluşan bir ağaç yapısında gösterilebilmektedir (Yükçü ve Atağan, 2010:27).

Ürün ağaçları, ürünle ilgili madde bilgilerinin takip edilebilmesi için işletme içi satın almalarla gerçekleşen en alt stoklardan ürüne kadar oluşan tüm stok bilgilerini, alt ve üst ilişkilerine bağlı olarak kademeli bir şekilde gösteren listelerdir. Bir başka deyişle, işletmelerde üründe kullanılan satın alma malzemeleri, hammaddeler, ürün gerçekleştirme süreci boyunca stoku oluşabilen tüm ara kompleler ürün ağacının altında görülmesi gereken noktalardır.



Şekil 3: Ürün Ağacı Örneği

Kaynak:<http://enm.blogcu.com>

Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere ürün ağaçları belirli bir kodlama ve kademelendirme çerçevesinde oluşturulmaktadır. Geleneksel ürün ağaçlarında her seviyedeki bileşen, bir alt seviyedeki bileşene göre “baba”, alt seviyedeki bileşen ise üst seviyedekine göre “oğul” bileşendir. Bu seviyeler, bileşenlerin takip ettiği işlem sıralamasına göre hiyerarşik bir şekilde oluşmaktadır (Somar, 2004:5). Söz konusu ürün ağaçlarının oluşturulması esnasında, uyulması gereken birtakım kuralları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Bertrand ve diğerleri, 2000: 173-174).

- Parça numarası ve kayıt bilgileri, şirket içi müşteri kabul edilen tüm şirket departmanlarının ihtiyaçlarını karşılayabilmelidir.
- Parça numaraları her parça için özel olmalıdır. Bir parçada yapılan revizyon sonucu ortaya çıkan yeni parçaya (büyüklük veya işlev bakımından artık yeni bir parçaya karşılık geldiğinden) yeni bir numara verilmelidir.
- Ürün ağacında iş gücü değil, malzemeler gösterilir.
- Ürün ağacındaki kademelendirme mümkün olduğunca az olmalıdır.
- Ürün ağacında değişiklik yapılacağı zaman firmadaki ilgili tüm departmanların onayı alınmalıdır.

Zamanla ürün ağaçları, sadece fabrikasyona ve montaja dayalı işletmelerde kullanılmamış, birincil ve kimyasal ürünlerde de kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle gıda sektöründe, ürün ağaçlarının kullanılmaya başlanmasıyla, aynı ürün kodu altında farklı malzeme bileşenleri görülmeye başlanmıştır. Bu durum, ileride daha ayrıntılı anlatılacağı gibi üretimde kullanılan hammaddelerin ve malzemelerin biyolojik olarak farklılıklarından ve etkileşimlerinden kaynaklanabilir. Bir başka neden de, alternatif tedarikçilerden yapılan muadil satın almalar arasında farklılıkların olmasıdır. Böylece Bertrand ve arkadaşlarının (2000) çalışmasında, ürün ağaçlarının oluşturulması esnasında uyulması gereken kurallardan “parça numaraları her parça için özel olmalıdır” ilkesine fiiliyatta uyulmadığı tespit edilmiştir.

Üretim alanındaki teknolojik gelişmelere paralel olarak ürünlerin yapısı ve dolayısıyla ürün ağaçlarının içeriği de değişmeye devam etmektedir. Kitle üretiminin yapıldığı zamanlarda, her yeni ürün tasarımı için sıfırdan yeni bir ürün ağacı oluşturuluyordu³. Ancak, teknolojinin değişmesi ve arzın talep karşısında hızlı yükselişiyle birlikte, kişiye özel ürün pazarlamasına geçiş yaşanmış ve özellikle montaja dayalı üretim yapan işletmelerde, geleneksel ürün ağaçları fonksiyonunu yitirmiştir, yerine ürün özelliklerine ya da talep edilen donanıma dayalı, müşterinin tercihlerine göre şekillenen dinamik ürün ağaçları kullanılmaya başlanmıştır. Bunun bir zorunluluk olduğunu düşünen Matias ve

³Özellikle 1950’lerden sonraki dönemde, üreticilerin birim maliyetleri minimize etmek amacıyla, temel operasyonel strateji olarak kitle üretim sistemleri üzerine yoğunlaşmaları ürün ağaçlarının önemini artırmıştır (Özdemir, 2004 :87).

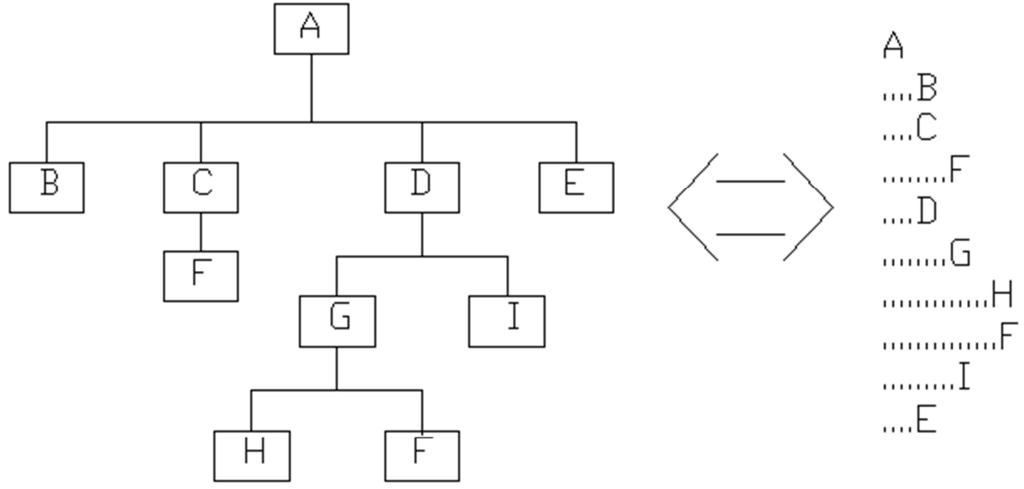
arkadaşları (2008:431), basit bir ürünün bile altlarındaki durum değişkenlerinin kartezyan çarpımı kadar farklı çeşitliliğinin olacağını belirtmiştir. Yani, bir ürün 10 renk, 10 uzunluk, 10 genişlik ve 10 model seçimine sahipse bu bile $10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10000$ çeşit ürünün olabileceği anlamına gelmektedir. Statik BOM yapısının muhafaza edildiği bir durumda, bu kadar çeşide ait ürün ağaçlarını ayrı ayrı yapılandırmak ve muhafaza etmek oldukça zor olacaktır. Her çeşit ürün için yeni bir ürün adı ve ürün numarası vererek geleneksel metotla yeni bir çeşit ürün ağacı hazırlamak külfetli bir hal alacaktır. Bu nedenle, kişiye özel üretim faaliyetleri genişledikçe, dinamik ürün ağaçları üzerine çalışmalar da buna paralel olarak artmıştır. Böylece, binlerce ürün ağacı yerine, ihtiyaca göre, müşteri ya da üretici tarafından oluşturulan dinamik ürün ağaçlarının kullanımı yaygınlaşmış ve özellikle montaja dayalı üretim sistemlerinde genellikle bu yeni tip ürün ağaçları kullanılmıştır. Aynı ürün kodu altında farklı malzeme bileşenlerinin olması, ürün ağaçlarının oluşturulmasına hız kazandırmaktadır. Ancak diğer yandan, üretimin planlanması ve iş emirlerinin çıkarılması esnasında karışıklığın oluşmaması için, çalışmada ürün ağaçlarının üretim sonrasında parti numaralarını da kapsayacak şekilde geliştirilerek kaydedilmesi önerilmektedir.

Malzeme listeleri (BOM), ürün ağacını açıklayan ve bitmiş ürün, kompleler ve malzemeler aralarındaki ilişkiyi kuran ve bunların alt detay adetlerini ve malzeme bilgilerini içeren teknik bir dokümandır (Guoli ve diğerleri, 2003:535). Ürün ağaçlarıyla BOM'lar arasındaki fark daha çok görsel gösterimden ibarettir ve bu listeler birbirlerine dönüşürler.

Şekil 4'de görüldüğü üzere G, I ve D arasındaki ilişkide D üst birim, G ve I ise alt birim olarak tanımlanabilir. Bu süreçte G ve I birleşerek üst komple olan D'yi meydana getirir. Öte yandan C ve F arasındaki ilişkide, F farklı bir işleme uğrayarak üst komple olan C'yi yani işlem görmüş malzemeyi oluşturur. Ağacın uç noktalarında yer alan B, F, H, I ve E ise dışarıdan satın alınan piyasa malzemeleri veya firma tarafından farklı kaynaklardan temin edilen hammaddelere denk gelmektedir. Ürün ağaçları içindeki en alt ve en üst seviyedeki komple ya da malzemeler tek taraflı bağa sahipken ara malzeme ve kompleler ikili bağ yapısına sahiptir.

URUN AGACLARI

BOM LISTESI

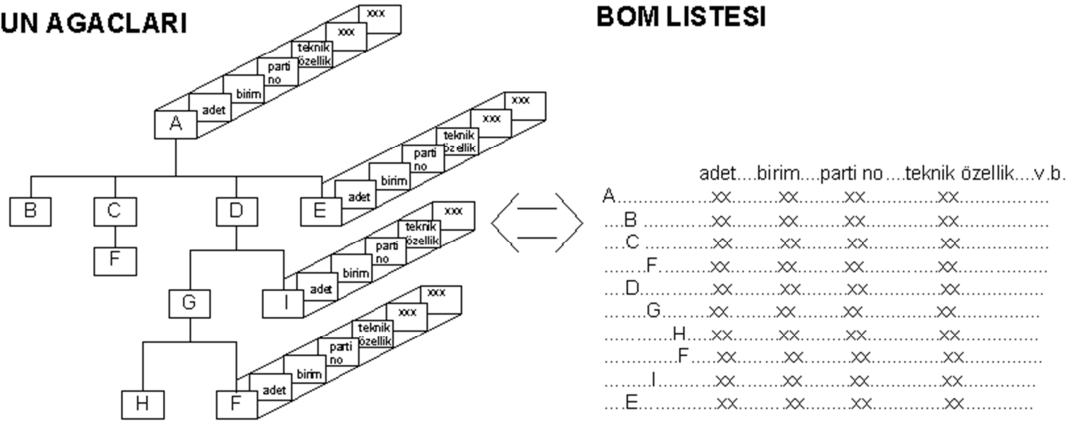


Şekil 4: Ürün Ağaçlarıyla Malzeme Listeleri Arasındaki Dönüşüm

Ürün ağaçlarının ya da BOM listelerinin, sadece malzeme kodlarından ibaret olarak düşünülmemesi gereklidir. Her malzeme ya da komple kodunu içeren pek çok arka bilgi ürün ağaçlarına ilişkili bir şekilde oluşturulur. Şekilde, ürün ağaçlarının iki boyutlu görüntüden ibaret olmadığı ve ürün ağaçları içerisindeki malzeme ya da komplelerle ilgili pek çok bilginin ağaç yapısı içinde arka planda olduğu görülmektedir.

URUN AGACLARI

BOM LISTESI



Şekil 5: Ürün Ağaçları Ve Malzeme Listeleri (BOM)

İzlenebilirliği ürün ağaçları üzerinden sağlamak istiyorsak, geleneksel yöntemlerdeki gibi ürün ağaçları tek bir seferde oluşturulamaz. Çünkü ürün izlenebilirliğinin sağlanması bir süreç boyunca şekillenir ve ürün ağaçlarının da ürün izlenebilirlik bilgilerine paralel süreç boyunca şekillenmesi ve bunu gerçekleştirebilecek şekilde sistematik bir yaklaşımla hazırlanmaları gereklidir. Geçmiş dönemlerdeki teknolojik alt yapı imkânlarının, bu çalışmaların maksimum verimliliğe çıkmasının önünde büyük bir engel teşkil ettiğini göz ardı etmemek gerekir. Daha önceki dönemlerle karşılaştırıldığında günümüz bilgisayar teknolojisi bahsi geçen handikapları gidermek adına çok daha geniş imkânlar sunmaktadır. Goldratt, 1988 tarihli “Computerized shop floor scheduling” adlı makalesinde, geçmişte yeterli hard disk alanı olmadığından dolayı malzeme ihtiyaç planlaması (MRP) çalışmalarında malzeme listelerinin (BOM) ve malzeme rota akışlarının ayrı ayrı oluşturulmasından bahsetmektedir. Goldratt, geçmişteki bu ayrımın, disk alanları uygun bilgisayarlar ortaya çıktıktan sonra da yatırımların bu yönde yapılmış olmasından dolayı devam ettiğini belirtmektedir. (Tatsiopoulos, 1996:293). Artık piyasada rahatlıkla bulunabilen terabayt hacmindeki bellekler sayesinde eski dönemlerdekine göre çok daha fazla bilgi depolanabilmektedir.

Ürün izlenebilirliği için, ürünün hammadde halinden tüketim gerçekleştirmeye kadar izlediği süreçler boyunca ürün ağaçlarıyla bağlantısı koparılmamalıdır. Sürecin ISO standartlarında “süreç; kaynak ve girdileri çıktıya dönüştürmek için kullanılan, birbirleriyle ilgili olan veya etkileşimde bulunan faaliyet veya faaliyetler dizisi” (TS EN ISO 9000, 2001) olarak tanımlandığı görülmektedir. Kavramın içinde; akış, etkileşim ve değişim söz konusudur. Eğer ürün izlenebilirliğinin sağlanması isteniyorsa, bu değişim içindeki hiçbir nokta atlanmamalı ve sistematik bir şekilde kayıt altına alınmalıdır.

2.1. Literatürde Ürün Ağaçları

Bilişim teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak, yaşamın her alanında olduğu gibi üretim faaliyetlerinin içinde de bilgisayar teknolojisi giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Üretim alanında ilk olarak basit verilerin saklanması ve kayıtların tutulmasında işe yarayan bilgisayarlar, günümüzde çok daha kompleks yapıları bünyesinde barındırarak, planlama, kontrol ve otomasyon sistemlerinin merkezinde yer almaktadır. İlk olarak 1960’lı yılların öncesinde kullanılmaya başlanan MRP ile (Somar, 2004:4), ürün ağaçları ve stok bilgileri entegre edilerek üretim

planları yapılmış ve böylece ürün ağaçları geleneksel işlevi olan planlamayı gerçekleştirmek amacıyla otomasyonda kullanılmaya başlanmıştır. Piyasa ilişkilerinin her an geliştiği ve buna bağlı olarak yenilenme ihtiyacının had safhada olduğu günümüzde, maddenin tabiatına paralel olarak sistemlerin de yeniliklere adapte edilmesi, en azından yeni talep ve isteklere karşılık vermesi gerekmektedir. Bu neden sonuç ilişkisi çerçevesinde geçen zamanda ihtiyaçlara cevap vermekte zorlanan sistemlerin yerini giderek, çalışılan şirketlere özel olarak hazırlanmış, daha kompleks yapılara sahip modeller ve sistemler almaya başlamıştır. Piyasadaki talep oluşumunu etkileyen onlarca bağımsız bileşen olduğu halde, oluşan bu talepler karşısında yeterli derecede arzda bulunabilmek üretim faaliyetinin baştan sona her aşamasının kontrol edilmesiyle mümkündür. Talep çeşitliliğinin arttığı ve alternatif seçenek sunumunun neredeyse bir zorunluluk haline geldiği günümüzde bu mesele çözülmesi çok daha zor bir problem haline gelmiştir. Literatür çalışmalarına bakıldığı zaman, ürün ağaçları fonksiyonlarına malzeme planlanmasına ek olarak, kişisel ürünler için malzeme listelerinin hazırlanması da eklenmiş olduğu ve ürün ağacı ile ilgili makalelerin kişisel ürün gerçekleştirme üzerine yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan biri olan Ariano ve Dagnino (1995:45), ofis mobilyaları üreten bir fabrikada sipariş girişi, ürün konfigürasyonu ve dinamik ürün ağaçlarını kombine eden bir çalışma yapmışlardır. Bilişim sistemleri kullanılarak geliştirilen çalışmada, müşteri talepleri, sipariş giriş modülü aracılığıyla alınır ve ortaya çıkan konfigürasyonların uygunluğu sistemde tanımlanan kısıtlamalar göz önünde bulundurularak belirlenir. Burada sistem sipariş için gerekli ürün ağacını dinamik bir şekilde oluştururken, nesneye dayalı yapı, sistemi modüler ve esnek hale getirir. Bayi veya müşteri temsilcisi olan kullanıcı sisteme yapım ve kaplama malzemelerini, bu malzemelerin ebatlarını ve yerleşim yerlerini belirttikten sonra, malzeme listelerini otomatik olarak alabilmekte ve sistem bilgisayar çizimlerini de yine otomatik olarak yapabilmektedir. “Smartbom” olarak adlandırdıkları bu tarz ürün ağaçları, kullanıcı ihtiyacına göre her sipariş için ayrı ayrı belirlenmekte ve satın alma, üretim ve maliyetlendirme işlemlerinde kullanılmaktadır.

Kişisel ürünlerin elde edilmesi üzerine bir başka çalışma O'Donnell ve diğerlerine (1996:281) ait, bilgisayar destekli ürün yapısı geliştirme metodolojisini üzerine olan çalışmadır. Geçmiş ürün ağaçlarının değerlendirilip yeni bir forma kavuşturulmasını konu alan çalışmada, ürünle ilgili o güne kadarki mevcut bilgiler kullanılarak jenerik

ürün yapısı oluşturulmaktadır. Çalışma, kurum temizleme üfleçleri üreten bir tesiste uygulanmıştır. Burada yeni ürün geliştirme sürecini yönetmek için dört aşama öngörülmektedir (O'Donnell ve diğerleri, 1996: 283-286):

- 1) Ürün aile sınıflandırma ağacı (Product Family Classification Tree) çıkarılır. Bu aşamada, ürün sınıfları ve her sınıfa ait başlıca örnek tasarımlar ağaç yapısı şeklinde oluşturulur.
- 2) Ürün sınıflandırmalarının alt parçalarına ait ürün ağaçları oluşturur (Product Breakdown Structures). Ek olarak alt parçalar arasında mantıksal ilişkiler kurulur.
- 3) Aynı seviyede ve aynı işlevi yerine getiren komplelerden ana montaj grupları bazında matrisler oluşturulur.
- 4) Tüm ürünleri ve altında seçimli olan alt grupları kapsayan tanıtıcı ürün yapısı oluşturulur.

Bu sistematik bilgiler hazırlandıktan sonra, yeni ürünün hangi işlevlere sahip olması istendiğine karar verilerek yeni ürünün ürün ağaçları meydana getirilir.

Bu alanda yapılan diğer bir çalışma, müşteri taleplerine ulaşılmasını sağlamak için programlama dilini kullanarak ürünün her türlü çeşitliliğini içeren ana bir jenerik ürün ağacından, talep edilen özel ürün ağaçlarının oluşturulmasıyla ilgilidir. Olsen ve diğerleri, jenerik ürün ağaçlarının gerekliliklerinin neler olduğunu maddelendirmiştir (1997:30). Çalışmada jenerik bir BOM listesinden seçimler yapılır ve algoritma kullanılarak özel BOM'lara ulaşılır. Seçimler üst seviyeden başlar ve alt seviyelere doğru devam eder. Bir mobilya işletmesinde yapılan çalışmada yazılım kodları aracılığıyla seçimlerin nasıl yapıldığı gösterilmiştir.

Kişisel ürünlerin elde edilmesinde ve yeni ürünlerin türetilmesinde ana yapı olarak kullanılan ürün aile modelini, Jiao ve diğerleri, 1998 yılındaki makalesinde üç kısma ayırmıştır. Birinci kısımda, ürünün özellikleri ve işlevleri alt dallara ayrılırken, ikinci kısımda tasarım yapılarıyla işlev ve özellikler arasında ilişkiler kurulmuştur. Son kısımdaysa işlev ve özellikler arasında topolojik ilişki yapıları ve tasarım kuralları oluşturulmuştur. Jiao ve diğerleri, 1999 yılında kaleme aldığı diğer bir çalışmasında

objeye dayalı programlama yöntemiyle, ürün aileleri için bir bilgi modelleme sistemi geliştirmiştir. Bu defa ürün aile modelini ilkinden daha farklı bir şekilde üç guruba ayırmıştır (1999:95). Bunların birincisi ürün yapısıdır. Bütün ürün çeşitleri ortak bir yapıyı paylaşır. Bu yapılar ürün, montaj, komple gibi fiziksel ya da kavramsal olabilir ve standarttır. İkincisi, değişken parametrelerdir ki bunlar üstteki ürün yapılarının altında değişkenlik gösteren özellikler ya da yapılarıdır. Model, renk, var-yok gibi parametreler örnek olarak verilebilir. Üçüncü kısım konfigürasyon kısıtlarını içerir. Bu kısım ürün yapıları ya da değişken parametreler arasındaki ilişkileri belirler.

Van Der Aalst ise 1998 tarihinde yayınlanan makalesinde, kişisel ürünlerin seçilerek oluşturulmasını bir adım daha öteye taşıyarak, iş akış modellerine özel bir yaklaşım getirmiştir. Tüm seçenekleri kapsayacak şekilde oluşturulan BOM'larda yer alan alt birimler, zorunlu kullanılan, opsiyonel olarak kullanılan ve zorunlu seçimli olarak kullanılan olarak üçe ayrılmıştır. Talebe göre oluşturulan BOM'lardaki bu bağlantılara göre, aşama aşama iş akış modelleri algoritmayla oluşturulmaktadır.

1999 yılında Bertrand ve diğerleri, geleneksel ürün ağaçlarının, özellikler ve seçenekler arasında bağımsız değişkenlerin yer aldığı ürün ailelerinde yetersiz olduğu tezinden hareketle "hiyerarşik sözde ürün ağaçları" olarak adlandırılan yeni bir ürün ağacı geliştirmişlerdir. Ürün ağacının içersinde yer alan seçeneklerin bir yansıması olarak kabul edilen bu yeni model, aynı zamanda malzemelerin mevcut olup olmadığını belirler, onları müşteri talebine bağlı olarak dağıtır ve ikmal edilmesi gerekli olan malzemelerin belirlenmesini sağlar. Bu çalışmada, malzemelerin ikmal sürecini belirlemede etkin olan, müşteriye sunulan seçenekler ve özelliklere göre ana üretim programlarının ihtiyaçlara göre optimize edildiği bir model sunulmuştur. Böylelikle seçenekler dahilinde olan çok özel parçaların stoklarda bulundurulma maliyetinin dengelenmesi ve gereksiz maliyetlerin önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

Kişiyeye özel ürün talepleriyle, hızlı ürün temin talepleri arasında kalan şirketler adeta sıkışma sendromu yaşadıklarını belirten Forza ve Salvador, bu sorunu aşabilmek için, daha esnek bir üretim modeli oluşturabilmek ya da lojistik faaliyetleri hızlandırmak gibi pek çok alanda çalışma yapmışlar ve neticede yapay zeka içeren bir takım yazılımlarla, ürün konfigürasyon süreçlerinin kontrol edilmesinin etkin bir yöntem olabileceğine karar vermişlerdir (Forza ve Salvador, 2002:37). Buna paralel olarak nispeten ürün

ağaçlarıyla ilgili yapısal problemleri ele alan birçok çalışmanın ardından somut kazançlar sağlamaya yönelik adımlar da gelmeye başlamıştır. Forza ve Salvador (2002:37) bir kalıp işletmesinde yaptıkları çalışmada, müşteri isteklerini, üretim sürecini ve lojistik faaliyetleri aynı anda kontrol eden ve böylece kişiye özel müşteri taleplerine hızlı bir şekilde cevap verebilmek için geliştirilen bir yazılıma yer vermişlerdir.

Benzer bir amaçla yola çıkan, Tseng ve diğerleri (2005:913), ürünün en kısa zamanda ve doğru şekilde yapılmasını sağlayarak, zaman ve maliyetleri azaltmayı amaçlamıştır. Araştırmacılar bunun için yeni ürün ağaçlarının yapılandırılmasında, “durum tabanlı çıkarsama” metodunu (CBR-Case Based Reasoning) kullanmıştır. Durum tabanlı çıkarsama metodu, benzer durumlardan elde edilen kazanımların, mevcut sorunun tespiti için doğru bir istikamet sunması temeline dayanmaktadır. Çalışmaları bir adım öteye taşıyan Hong ve diğerleri (2006:3297), ürün aile modellerinde müşteri talebine göre uyarlanan ürün ve parametreleri, ağaç üzerinde “ve -veya“ düğümlerinden oluşturmuştur. Bu sistemle; müşteri seçimlerinin ardından ortaya çıkan taleplerin, algoritma aracılığıyla performans ve maliyet açısından değerlendirilmesi sağlanmış, böylece en iyi ürün konfigürasyonuna ulaşmanın yolu açılmıştır. Buna müteakip Zhou ve diğerleri (2008), ürün konfigürasyon kısıtlamalarını ekleyerek Hong ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmanın kapsamını genişletmişlerdir.

Aynı yıl içinde Matias ve diğerleri (2008) ise İspanya’da çeşitli kapı fabrikalarında uygulamaya koydukları çalışmalarında, müşteri seçimlerine göre otomatik ürün ağacı oluşturma modeli üzerinde durmaktadırlar. Bu modelde, tüm alternatifleri kapsayan bir ürün ağaç yapısı oluşturulmuş ve bunun içinden alt ve yan bileşenlerin seçimiyle, üretim öncesi özel ürün ağacının oluşumu sağlanmıştır.

Ürünün yapılandırılması esnasında ortaya çıkan sorunları engellemek için, Yang ve Dong (2012:592) tarafından bir çalışma yapılmıştır. Sonuçta araştırmacılar, “kısıt sağlama problemi” (CSP - constraint satisfaction problem) olarak bilinen yöntemin uygulandığı bir metot önermişlerdir. Burada müşteri seçimlerinden sonra, şayet üretimi uygun olmayan bir komple varsa, bunun kaldırılıp yerine alternatif bir komple sunulması sistem tarafından gerçekleştirilir. Birden fazla çözümün olduğu durumlarda, çok amaçlı karar modelleri devreye girerek müşteri tercihlerine göre en optimum seviyeye ulaşılmaya çalışılır.

Ürün ağaçlarının daha farklı bir şekilde kullanıldığı bir diğer çalışmaysa Lee ve diğerleri tarafından yapılmıştır. Çalışmada, ürün hayat süreci yönetiminin merkezine malzeme listeleri yerleştirilmiş ve bu listeler, ürün tasarımı; üretim zamanlama çizelgeleri; satın almalar; üretimler; alt montaj ve montaj bakımları için kullanılmıştır. Bu şekilde oluşturulan BOM'lar, "enterprise BOM" olarak adlandırılmış ve bu BOM'lar ürün datalı, proses datalı, kaynak datalı (makine, ekipman vb.) ve zaman planlaması datalı olmak üzere dört bölüme ayrılmıştır (Lee ve diğerleri, 2012:262). Önerilen sistemde tasarım ve siparişlerle değişikliğe uğrayan ve arşivlerde kayıtlı olarak saklanan BOM'lar, ürün çizimlerini, satın almaları, üretimi ve üretim metotlarını yönetir.

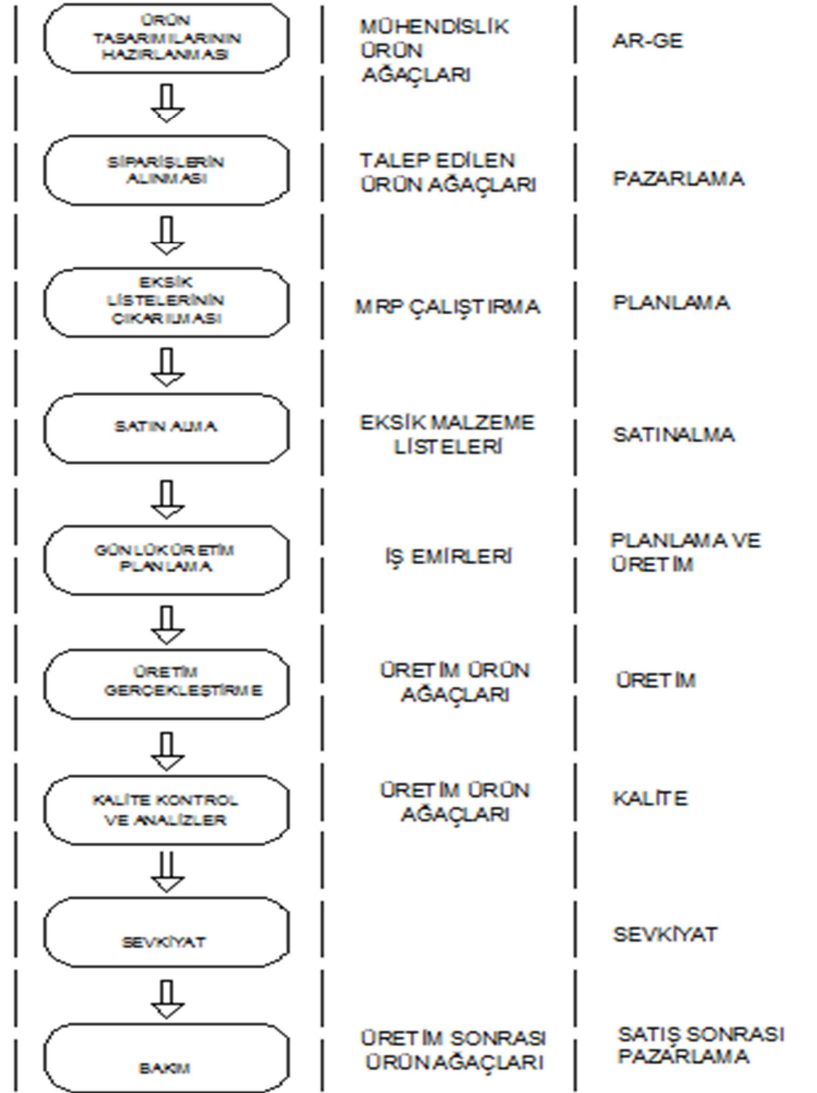
Yeni teknolojik gelişmelerin de yardımıyla izlenebilirlik konusundaki eksikliği bir nebze olsun gidereceği ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülen bu çalışmada, önceki çalışmalardan farklı olarak, izlenebilirliği sağlayacak olan ana unsur dinamik ürün ağaçlarıdır. Öncelikle işletme fonksiyonlarının ürün ağaçlarından beklentileri üzerine durulacak, daha sonra izlenebilirliği sağlaması için ürün ağaçlarının yapısı ve sistematığı ile ilgili bir yöntem önerilecektir.

2.1. İşletme Fonksiyonlarına Göre Ürün Ağaçlarından Beklenenler

İşletmelerde değer yaratan en önemli faktör şüphesiz ortaya çıkan üründür. Bir işletmede ürün ağaçlarını merkeze yerleştirdiğimizde, işletmenin farklı bir fonksiyon icra eden her departmanı, ürün ağacını farklı bir amaçla kullanıyor olacaktır. Bu nedenle ürün ağaçlarının yapılandırılması, işletmenin bölümlerine göre farklılık göstermektedir. Özellikle ürünle ilgili süreklilik ve izlenebilirliğin sağlanması için, işletme içerisinde faaliyet gösteren her bölüm, ürünle ilgili kendilerine düşen sorumluluğu yerine getirerek, gerekli kayıtları muhafaza etmek durumundadır.

Watts (2012:108), kitabında BOM veri tabanlarının birden çok olmasına ve mühendislik BOM'larının, üretim BOM'larından farklı olmasına çok sık rastlandığını belirtmekte ve BOM'ların birden fazla oluşunun BOM hatalarının oluşmasında kök neden olarak görmektedir. Watts (2012), farklı ihtiyaçlara cevap verecek BOM'ların, bir yazılım aracılığıyla tek bir BOM üzerinden oluşturulması gerektiğini savunmaktadır. Çalışmada bu BOM yapısının nasıl olması gerektiği sorgulanacak ve işletmede farklı

departmanların ürün ağaçlarını doğru bir şekilde şekillendirmesi için sistematik bir yaklaşım önerilecektir.



Şekil 6: Üretim Gerçekleştirme Akış Diyagramı

İşletmenin departmanları birbirinden bağımsız değildir. Her bir departman altında gerçekleştirilen aktiviteler, diğer bir departmanın işini doğru bir şekilde yapmasında hayati önem arz eder. Bu nedenle işletme içinde ayrı fonksiyonlar icra eden bölümler arasındaki iletişim ve bilgi akışının sürekli bir şekilde sağlanması önemlidir. İşletmeler için değer oluşturan en önemli parametre hiç şüphesiz ortaya koydukları ürün olduğundan, ürünle ilgili tüm bilgileri içeren ürün ağaçları üzerinden sistematik bilgi alışverişinin sağlanıyor olması, işletmelerin etkin bir şekilde çalışmasını sağlayacaktır.

Şekil 6’da, işletme departmanlarının ürün ağaçlarından taleplerini ve bu talepleri sağlayabilmek için onların ürün ağacına yapacakları ilavelere değinilmiştir.

2.1.1. AR-GE

Ar-Ge faaliyetinin amacı araştırma işlemlerinin gerçekleştirilmesiyle henüz bulunmamış bularak, bilgiyi veya bir ürünü geliştirmeyi veya yenilemeyi içermektedir. Tasarım veya ürün geliştirme insanları, projenin başlangıç aşamasında bir araya gelirler ve hangi mühendis, grup veya bölümün, tasarımın hangi parçasına katkı yapacağına karar verirler. Bu işlemi gerçekleştirmenin klasik yoluysa, ürün ağacı veya ürün aile ağacı çizerek, ürün ağacında bulunan farklı grupları çalışanlar arasında paylaşmaktır. Bu aşamada, henüz detaylar netleşmediği için, üretim bölümüyle ürünü hangi proseslerle üreteceklerine dair bilgi alışverişi gerçekleştirilemez ve bu aşamada çizilen ürün ağaçlarının, üretim gerçekleştirme aşamalarında da korunmaya çalışılması gereksiz bir iş yükü oluşturur (Watts, 2012:112).

Ar-Ge aşamasında ürün ağaçları, ürün yapısı içindeki işlevlere göre oluşturulmuşsa, ürün ağaçları içinde yer alan bazı birimler fiziksel bir yapıyı temsil etmezler. Örneğin, TV kontrol ünitesi fiziksel bir komple olmamasına rağmen, mühendislik ürün ağaçlarının (EBOM) içinde yer alabilirler. Bunlara sahte kompleler (“pseduo product”) denilmektedir (Orlicky ve diğerleri, 1972; Van, 1991:19).

Yeni ürün oluşturma süreci kimi zaman teknolojik araştırma ve deneylerin sonucunda oluşan bilgi ve donanımı yeni ürün üzerine uygulamakla, kimi zaman da geçmişte sahip olunan bilginin farklı bir kombinasyonla yeniden şekillendirilmesiyle olabilmektedir. Ariano ve Dagnino (1996), O’Donnell ve diğerleri (1996), Olsen ve diğerleri (1997), Jiao ve diğerleri (1998), Van Der Aalst (1999), Matias ve diğerleri (2008) çalışmalarında, belli kısıtlamalar dahilinde geçmiş ürün ağacı bilgilerinden ve çeşitlerinden faydalanarak, yeni ürün ağacı oluşturma metotlarını anlatmıştır.

Ürünü ve dolayısıyla ürün ağaçlarını tasarlayan bölüm, aynı zamanda, diğer işletme fonksiyonlarının bilgilerine sahip olmalı ve yapılabilirliği olan, piyasada talep görecektür ürün geliştirmelidir. Bu nedenle ürün tasarım bölümünü, işletmenin tüm fonksiyonlarını iyi bir şekilde analiz ederek, onların ihtiyaçlarına cevap verebilecek ürün ve ürün ağacı yapılarını oluşturmalıdır. Bu da, prototipleme aşamasında ürünle ilgili detay bilgiler

belirginleştikçe, yeni ihtiyaçlara göre ürün ve ürün ağacı yapılarının revize edilmesiyle mümkündür.

2.1.2. Pazarlama

Pazarlama, “iki veya daha fazla taraf arasında gerçekleşen bir değişim/mübadele sürecidir” (Altunışık ve diğerleri, 2006:6). İşletmeler ürettikleri mal ve hizmetleri tüketicilere ulaştırmak için belirli pazarlama fonksiyonlarına gereksinim duyarlar. Pazarlamanın belli başlı fonksiyonları olarak satın alma, satma, taşıma, depolama fonksiyonlarını sayabiliriz (Kılıç: 01.12.2013).

Taleplerin çeşitlendiği ve piyasa ilişkilerinin son derece hız kazandığı günümüzde müşterilerin kişisel taleplerini karşılayabilecek çalışmalar hız kazanmış, bu kapsamda bilişim sistemleri eşliğinde müşteri talebine göre süratle oluşturulabilen modüler ürün ağaçları kavramı ortaya çıkmıştır. Modüler ürün ağaçlarına örnek olarak, Jiao ve diğerleriyle, O'Donnell ve diğerlerinin (1996) çalışmaları gösterilebilir. Jiao ve diğerleri (1998) objeye dayalı programlama yöntemiyle, elemanlar arasındaki anlamsal ilişkilere dayanarak, ürün aileleri için bir bilgi modelleme sistemi geliştirmişlerdir. Çalışma, jenerik ürün yapısını üç guruba ayırmıştır. Bunların birincisi ürün yapısıdır. Bütün ürün çeşitleri ortak bir yapıyı paylaşır. Bu yapılar ürün, montaj, komple gibi fiziksel ya da kavramsal olabilir ve standarttır. İkincisi, değişken parametrelerdir ki bunlar üstteki ürün yapılarının altında değişkenlik gösteren özellikler ya da yapılarıdır. Model, renk, var-yok gibi parametreler örnek olarak verilebilir. Üçüncü kısım konfigürasyon kısıtlarını içerir. Bu kısım ürün yapıları ya da değişken parametreler arasındaki ilişkileri belirler. O'Donnell ve diğerleri (1996), yeni ürün oluşturulurken kullanılması seçimli ve zorunlu olan malzeme ve kompleleri içeren tanıtıcı ürün ağacı oluşturulmuş ve yeni ürün ağaçlarının bu tanıtıcı ürün ağacından türetilebileceği anlatmıştır. Bu çalışmalarla, müşterinin satın almak istediği ürün için talep ettiği özellik veya parçaları seçmesiyle, otomatik olarak oluşabilecek ürün ağacının ne şekilde olması ve bu yazılımın algoritmasında neler bulunması gerektiği incelenmiştir. Bu ürün ağaçlarında, birbiriyle kullanılmayacak malzeme bilgisi ya da işletme kapasitesi dolayısıyla oluşan kısıtlar, yazılımının algoritmasına işlenmekte ve müşterilerin, bu kısıtlamalar dahilinde seçimler yapabilmelerine izin verilmektedir.

Pazarlama işlevindeki halkla ilişkiler fonksiyonunun, mevcut ve potansiyel müşterilerin, üründen beklentilerini öğrenme ve müşterinin bu beklentilerini işletmeye iletmede aracı bir rolü vardır. Bu fonksiyon dolayısıyla pazarlamacılar Ar-Ge'ye, tasarım ürün ağaçlarının oluşturulmasında yol gösterebilirler. Pazarlama birimi, halkla ilişkilerden elde ettiği verileri değerlendirerek, müşteri taleplerine göre oluşturulacak dinamik ürün ağaçlarında ne gibi seçeneklerin müşteriye sunulabileceğine dair tasarım birimini yönlendirebilir.

Satın alma bölümünün ürün ağaçlarından beklediği fonksiyonlar, diğer bölümlere göre farklılık göstermektedir. Satın alma bölümü, bir ürün için, operasyon sıralamalarıyla veya üründe kullanıldığı konumla ilgilenmeden, satın alınması gereken malzemelerin, tedarikçiler bazında filtrelenerek çıkarılacağı listelerle ilgileneceklerdir. Satın almaların malzemeler için ilgilenecekleri bir başka konu da malzemelerin ne zaman üretimde tüketilmek üzere kullanılacağı bilgileridir.

Satın alma işlemlerinin tamamı ürün ağaçlarına, izlenebilirliğin sağlanabilmesi adına, girdi olarak işlenmelidir. Söz konusu kayıt sürecinde, zincirin halkalarında kopukluk olmayacak şekilde, tedarikçi bilgisi, satın alma parti numarası, satın alma lojistik bilgileri gibi veriler, ürün ağaçlarına işlenmeli ve ileride ürünle ilgili bir risk tespit edilme ihtimaline karşı, geriye dönük izlenebilirliğin gerçekleştirilmesi için saklanmalıdır. Satın almaların, ürün ağaçları üzerindeki bir başka işlevi, piyasadan satın alınan mal ve satılan ürünün fiyat bilgilerini ürün ağaçlarına düzgün bir şekilde aktarmak ve bu şekilde ürün fiyat bilgilerinin doğru hesaplanmasını sağlamaktır.

Pazarlama fonksiyonu ürün dağıtımını ve satış işlemlerini de kapsamaktadır. Ürün izlenebilirliğinin gerçekleştirilebilmesi için, ürün dağıtım yer bilgileri, ürün satış yerleri, satış parti numarası, satış fiyatları vb. bilgilerin de zamanında ve doğru bir şekilde BOM'lara parti numaralarıyla işlenmesi ve izlenebilirlik zincirinin koparılmaması gerekir.

Pazarlama işlevindeki halkla ilişkiler fonksiyonunun, mevcut ve potansiyel müşterilerin, üründen beklentilerini öğrenme ve müşterinin bu beklentilerini işletmeye iletmede aracı bir rolü vardır. Bu fonksiyon dolayısıyla pazarlamacılar Ar-Ge'ye, tasarım ürün ağaçlarının oluşturulmasında yol gösterebilirler. Pazarlama birimi, halkla ilişkilerden

elde ettiği verileri değerlendirerek, müşteri taleplerine göre oluşturulacak dinamik ürün ağaçlarında ne gibi seçeneklerin müşteriye sunulabileceğine dair tasarım birimini yönlendirebilir.

Pazarlamacıların bir diğer görevi de, ürün dağıtımını ve satış işlemlerini gerçekleştirmektir. Bu nedenle, ürün izlenebilirliğinin gerçekleştirilebilmesi için, ürün dağıtım yer bilgileri, ürün satış yerleri, satış parti numarası, satış fiyatları vb. bilgilerin de zamanında ve doğru bir şekilde ürün ağaçlarına işlenmesi ve izlenebilirlik zincirinin koparılmaması gerekir.

2.1.3. Planlama

Üretimin hem malzeme hem de operasyonel anlamda planlanmasında ürün ağaçları etkin bir şekilde rol almaktadır. Modüler ürün ağaçları, müşteri veya müşteri temsilcileri seçimlerine göre geleneksel ürün ağaç yapısına dönüşmekte ve ardından MRP çalıştırılarak, üretim ve satın almalarla ilgili planlar oluşturulmaktadır. Bu aşamada, ürün ağaçlarının nasıl kullanıldığına, Forza ve Salvador'un (2002) çalışmasını örnek gösterebiliriz. Çalışmada, talep edilen ürüne ait ürün ağaç bilgileriyle, stok bilgileri eşleşmekte ve böylece ihtiyaç listeleri çıkarılmaktadır. Eşleştirme bir algoritma aracılığıyla yapılırken, eşleşmeler ürün ağaçlarının üst seviyelerinden başlamakta ve eğer bu seviyede bir eşleşme bulunmazsa aşağıya doğru devam etmektedir. Böylece, stokta bulunmayan ürün ağacındaki ara kompleler için iş emirleri, en alt malzemeler için de satın alma emirleri açılmaktadır.

Ürün ağaçları üzerinden iş emirlerinin açılmasına farklı bir örnek de Van Der Aalst'ın çalışmasıdır. Van Der Aalst (1999) çalışmasında, rotaların bir teknik kullanarak (petri ağ yaklaşımı) ürün ağaçları üzerinden otomatik olarak oluşturulmasını anlatmaktadır. Bu çalışmada, her malzeme algoritmik olarak operasyonlara bağlıdır ve ürün ağacında seçimi yapılan malzemeler ya da kompleler için eş zamanlı operasyon listeleri ve operasyon sıralamaları da oluşmaktadır.

2.1.4. Üretim

Üretim, girdilerin fayda yaratacak şekilde mamul veya hizmete dönüştürülme faaliyetidir. Ürün bazlı üretim faaliyetlerini düşündüğümüzde, girdi olan malzemeler; iş gücü, enerji, makine gibi işletme kaynaklarını kullanarak bu girdileri ürün olarak

adlandırılan çıktıya dönüştürür. Bu işlemi yaparken üretim bölümü, gerçekleştirilecek ürüne göre ürün ağaçlarındaki malzemeleri, rota bilgilerini, malzeme adetlerini kullanır. Üretimin hem malzeme hem de operasyonel anlamda planlanmasında ürün ağaçları etkin bir şekilde rol almaktadır. Van Der Aalst (1999) çalışmasında, rotaların bir teknik kullanarak (petri ağ yaklaşımı) ürün ağaçları üzerinden otomatik olarak oluşturulmasını anlatmaktadır. Bu çalışmada, her malzeme algoritmik olarak operasyonlara bağlıdır ve ürün ağacında seçimi yapılan malzemeler ya da kompleler için eş zamanlı operasyon listeleri ve operasyon sıralamaları da oluşmaktadır. Forza ve Salvador da 2002 tarihli çalışmalarında, ürün ağaçları üzerinden üretim planlamasının nasıl yapıldığını anlatmaktadırlar. Çalışmada, talep edilen ürüne ait ürün ağaç bilgileriyle, stok bilgileri eşleşmekte ve böylece ihtiyaç listeleri çıkarılmaktadır. Bu eşleştirme yapılırken, eşleşmeler ürün ağaçlarının üst seviyelerinden başlamakta ve eğer bu seviyede bir eşleşme bulunmazsa aşağıya doğru devam etmektedir.

Üretim bölümü, ürün ağaçlarını sadece girdi olarak kullanmamalı, ürün ağaçları proses sonrasında çıktı olarak modifiye edilmelidir. Çünkü özellikle gıda ve ilaç sektörlerinde, ürün ağaçlarında kullanılan girdi malzeme çeşidi ve adetleri, mevsimsel ve biyokimyasal sebeplerle değişkenlik gösterebilmektedir. Montaj işletmelerinde de aynı ürün altında farklı tedarikçilerden sağlanan, aynı işlevi yerine getirmesine rağmen birbirinden bazı özellikleriyle ayrılan malzemeler birbirlerinin yerine kullanılabilir. Bu durumda da, daha önce planlanmış olan ürün ağaçlarına birebir uyum sağlanamamaktadır.

Üretim bölümünün, izlenebilirlik ve takibin sağlanması için ürün ağaç bilgilerine entegre bir şekilde tutması gerekli bir başka kayıt da, üretimin hangi aşamasında hangi personelin, hangi alet, ekipman ve makineleri kullandığı, bunların hangi zaman aralıklarının da kullanıldığı gibi süreç kaynak bilgileridir. Diğer bir önemli husus, kritik noktalarda gerekli ölçümlerin yapılması ve bunların da ürün ağaçlarına işlenmeleridir. Kritik izlenebilirlik noktalarının, proses ya da ürünle ilgili diğer bilgilere sistematik bir şekilde bağlanmaması halinde sürekli bilgi akışı kaybolacaktır (Hu ve diğerleri, 2013:346)

2.1.5. Kalite

Gıda sektörü gibi, girdilerin biyolojik, çevresel ve mevsimsel nedenlerden hep aynı çıktıyı vermemesi, üretim sonrasında tersine mühendislik anlayışıyla oluşturulan ürün ağaçları üzerinden verimlilik ve kalite kontrol analizlerini gerekli kılmaktadır. Kritik noktalarda gerekli ölçümlerin yapılması ve ürün ağaç bilgilerine işlenmeleri sağlanmalıdır. Kritik izlenebilirlik noktalarından elde edilen bilgilerin, proses ya da ürünle ilgili diğer bilgilere sistematik bir şekilde bağlanmaması halinde sürekli bilgi akışı kaybolacaktır.

Kalite departmanının, ürün ağaçlarını kullanma nedenlerinden biri de bitmiş ürünün sahip olduğu parçaların, ürün ağacında olması gerekenle karşılaştırılarak ürün kalitesinin güvence altına alınmasıdır (Yükçü ve Atağan, 2010:28).

2.1.6. Satış Sonrası Servis ve Bakım

Ürün ağaçlarının fonksiyonları satış sonrasında da devam etmektedir. Özellikle montaj işlemleriyle üretilmiş ürünlerde, ürün servise getirildiğinde, ürün ağaçları bilgilerini içeren veri kayıtları sayesinde, ürün içinde hangi malzemelerin bulunduğu, hangi malzeme koduyla üretici firmaya yedek parça talebinde bulunulabileceği tespit edilebilmelidir. Bu nedenle, satış sonrası bakım yapan personelin de ürün ağaçlarına ulaşabilir olması sağlanmalı ve hatta değişen malzemelerin ürün ağaç bilgilerinde de revize edilmeleri sağlanmalıdır.

2.1.7. Muhasebe

İşletme fonksiyonlarından biri olan muhasebe, ürün ağaçlarıyla ilgili olmayan bir bölüm gibi görünmesine rağmen, ürün ağaçları maliyet hesaplamalarının yapılması için gereklidir. İşçilik giderleri, genel enerji giderleri gibi muhasebe bölümü tarafından ürün ağaç bilgilerine entegre edilecek bilgiler, ürün maliyet hesaplamalarında kullanılabilir.

Bilgi işlem teknolojisinin gelişmesiyle artık farklı bölümlerce talep edilen her çeşit gruplandırma, ürün ağacına malzeme bazında ilave bilgiler ekleyerek elde edilebilmektedir. Ancak bu tarz ürün ağaçlarının ihtiyaçlara göre otomatik olarak değişkenlik arz edebilmesi için, tasarım aşamasının son derece sistematik bir şekilde

hazırlanması gerekir. Tablo 2’de, 2010 yılındaki yapılan bir çalışmadan alınan, departmanlar bazında ürün ağaçlarının kullanım sebepleri tablosu yer almaktadır.

Tablo 2

Departman bazında ürün ağacı kullanım nedenleri

Departman	Ürün ağacını kullanım sebebi
Üretim	Ürün ağacı ürünün nasıl oluşturulacağını, yani parça kullanım adetlerini ve rotaları gösterir.
Depo	Stok kalemlerinin izlenmesi (özellikle yarı mamul stok)
Planlama	Ürünü meydana getiren malzemenin temininin (üretimnin) planlanması ve zaman bazında çizelgelenmesi
Finans ve Muhasebe	Ürünün maliyetinin belirlenmesi ve Genel Üretim Maliyeti yüklenmesi için gerekli maliyet havuzları ve dağıtım anahtarlarının oluşturulması
Servis	Yedek parçaların belirlenmesi
Kalite Güvence	Bitmiş ürünün sahip olduğu parçaların ürün ağacındaki olması gerekenle karşılaştırılarak ürün kalitesinin güvence altına alınması.

Kaynak: Yükçü ve Ataman (2010:28).

Watts (2012:108), kitabında ürün ağaçlarının birbirinden bağımsız bir şekilde birden fazla oluşunun, ürün ağacı hatalarının oluşmasında kök neden olarak görmektedir. Ürün ağaçlarının etkin ve verimli kullanılabilmesi, işletmenin farklı fonksiyon ve aşamalarında kullanılan ürün ağaçları arasındaki etkileşim ve sürekliliğin sağlanmasıyla mümkündür. Bunun sağlanması için ürün ağaçlarında yer alan malzemeler yapısal ve fonksiyonel olarak sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmaya göre ürün ağaçlarının ürün tasarımından üretim gerçekleştirilmenin sonuna kadar geçirecekleri gelişim aşama aşama anlatılmıştır.

2.2. Ürün Ağacı Malzemeleri İçin Yapısal Sınıflandırma

Ürün ağaçlarının en temel yapısı, malzeme ve malzeme adetlerinden oluşur. Ürün ağaçları içinde geçen bu malzeme yapısı, şu şekilde dört gruba ayrılabilir:

- 1) Ham malzeme: İşletmenin kendi kaynaklarını kullanarak elde ettiği, üzerine sadece işçilik parası ödediği malzemeleri bu gruba koyabiliriz. Örneğin,

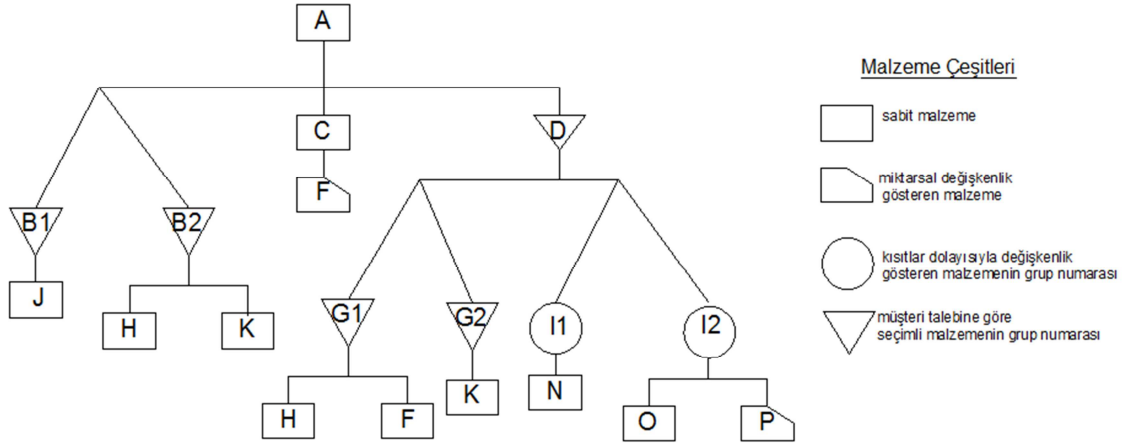
kullanılan kuyu suyunu, maden rezervini ya da işletmenin yerel çalışanları tarafından dağdan toplanan meyveleri bu gruba dahil edebiliriz.

- 2) Piyasa Malzemesi: İşletme tarafından proseslerde kullanılmak üzere, piyasadaki satın alınan malzemeleri bu gruba dahil edebiliriz.
- 3) Ara Malzeme: Birleşme, ayrışma, üzerine işlem görme gibi farklı proseslere uğramış stok olarak saklanan, ileriki proseslerde tekrar işlem göreceği olan malzemeler ara malzemeleri meydana getirirler.
- 4) Üretilen malzeme (Ürün): İşletme içindeki proseslerini tamamlamış ve piyasaya satılmaya hazır hale gelmiş olan malzemelerdir.

Ürün ağaçları içinde ham malzeme ve piyasa malzemeleri en alt seviyeyi oluştururken, üretilen malzeme en üst seviyede yer almaktadır. Çalışmada, ham malzeme, piyasa malzemesi, ara malzeme ve üretilen malzemenin hepsi malzeme adıyla ortak olarak adlandırılmış ve böylece, kayıtların tutulması esnasında farklı farklı alanlar yerine ortak alanlara işlem yapılarak yalınlaştırma sağlanmıştır.

2.3. Ürün Ağacı Malzemeleri İçin Önerilen Fonksiyonel Sınıflandırma

Bertrand ve arkadaşları (2000: 173) çalışmalarında, belirtildiği gibi, ürün ağaçlarının oluşturulması esnasında, parça numaraları her parça için özel olması ve bir parçada yapılan revizyon sonucu ortaya çıkan yeni parçaya (büyüklük veya işlev bakımından artık yeni bir parçaya karşılık geldiğinden) yeni bir numara verilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Ürünün içindeki en ufak bir değişiklik için bile ürüne yeni bir numara verilmesi kitle üretimiyle çalışan işletmeler için uygundur. Ancak, teknolojinin değişmesi ve arzın talep karşısında hızlı yükselişiyle birlikte, kişiye özel ürün pazarlamasına geçiş yaşanmış ve özellikle montaja dayalı üretim yapan işletmelerde, ürünün her türlü çeşitliliğini içeren ürün ağaç modelleri kullanılmaya başlanmıştır. Öte yandan, aynı ürün numarası altında farklı çeşitlilikleri bulunduran ürün ağaçları, planlama, üretim gerçekleştirme ve montaj bakımının sağlanmasında karışıklığa neden olacaktır. Bu sebeple ürün ağaçlarının üretim süreci esnasında aşama aşama nasıl şekillendirilmesi gerektiği üzerine düşünmek gereklidir. Ürün ağaçlarının geçireceği evreleri belirleyebilmek için öncelikle ürün ağacında kullanılan malzemelerin işlevsel açıdan nasıl bir çeşitlilik gösterdiğini anlamak gerekir.



Şekil 7: Farklı Malzeme Çeşitlerinden Oluşmuş Ürün Ağaç Örneği

Ürün ağaçlarının altında bulunan malzemeler, süreç bazlı ürün ağacı gelişim evreleri boyunca gösterecekleri farklılıklardan ötürü dört sınıfa ayrılması gereklidir:

1. Sabit malzeme: Üründen ürüne malzeme numarası ve malzeme kullanım miktarı değişmeyen malzemelerdir. Bu malzemelere, ürün tasarımı esnasında karar verilir. Eğer bu malzemelerle ilgili içerik veya adetsel bir değişiklik olacaksa ya yeni bir ürün ağacı tanımlanır, ya da ürün ağacının versiyonu değişmiş olur. Geleneksel ürün ağaçları yalnızca sabit malzemelerden oluşur.
2. Miktarsal değişkenlik gösteren malzeme: Ürün ağacı içinde malzeme numarası değişmeyen ancak tüketilirken ihtiyaca göre tüketim miktarı değişen malzemelerdir. Bu malzeme çeşidine, özellikle, girdinin biyolojik sebeplerle sabit olmadığı gıda sektöründe ihtiyaç duyulmuştur. Kaşar üretiminde, süt değerlerine göre süte katılacak değişken miktarlardaki tuz, miktarsal değişkenlik gösteren malzemeye örnek verilebilir. Miktarsal değişkenlik gösteren malzemeler tasarım ve üretim planlama esnasında maksimum sınırdan ürün ağaçlarına işlenmeli, üretim gerçekleştirme esnasında gerçekleşen miktar girilmelidir. Montaj işletmelerinde kullanılan kaynak teli, yapıştırıcılar, puntalar gibi üründen ürüne farklılık gösteren sarf malzemeleri de bu gruba dahil edebiliriz.
3. Kısıtlar dolayısıyla değişkenlik gösteren malzeme grubu: Müşteri tarafından talep edilmemesine rağmen işletmenin kendi içindeki gereksinimlerinden kaynaklanan, aynı ürün kodu içindeki üründen ürüne farklılık gösteren

malzemeler, kısıtlar dolayısıyla değişkenlik gösteren malzemeler olarak adlandırılmıştır. Farklı tedarikçilerin aynı işlevsel malzemeyi farklı tasarlaması, mikrobiyolojik sebeplerle kullanılan malzemenin belli dönemlerle değiştirme ihtiyacı gibi nedenler kısıtlar dolayısıyla değişkenlik gösteren malzemelere örnek gösterilebilir.

4. Müşteri talebine göre seçimli malzeme grubu: Müşterinin taleplerinden dolayı, ürün ağaçlarında bu malzemeler değişebilmektedir. Bu malzemeler ürünün varyantlarını oluşturmaktadır. Çalışmada planlama esnasında karışıklık yaşanmaması ve üretimin her seviyesinde seçimli malzemelerin kullanılabilmesi için, seçimli malzeme gruplarının da, kendi içinde de seçilen ve seçilmiş malzemeler olarak ikiye ayrılması gerekmektedir. Müşteri tarafından talep ürün ağaçları aşamasında bu ayrımın nedeni ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

2.4. Ürün Ağaçları İçin Önerilen Oluşum Aşamaları

İzlenebilirliği sağlayacak ürün ağaçları, tasarım ekibi tarafından oluşturulan ürün ağaçları olarak kalmamalı, işletmenin farklı fonksiyonlarında ürünle birlikte işlem görmelidir. Şekil 8’de ürün ağaçlarının geçireceği aşamalar esnasındaki sınıf diyagram modelleri görülmektedir.



Şekil 8: Ürün Ağaçları Oluşum Aşamaları Sınıf Diyagram Modeli

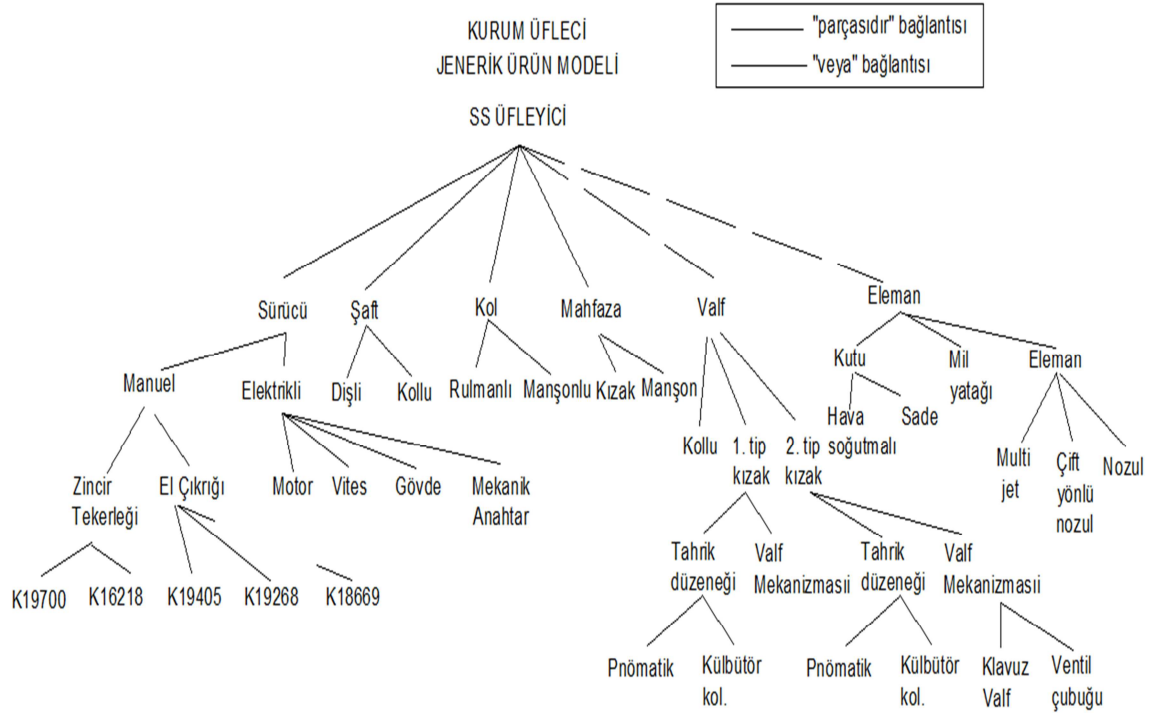
Şekil 8’de, ürün ağaçlarının sadece planlamada kullanılmaması, aynı zamanda ürün izlenebilirliğinin sağlanması için nasıl gelişeceğine dair bir model önerilmiştir. Süreç bazlı dinamik ürün ağaçlarının oluşumundaki gelişim evreleri şu şekilde aşamalandırılabilir:

2.4.1. Birinci Aşama: Tasarım Ürün Ağaçları

Ürün tasarımında, ürünün altında hangi komplelerin ve malzemelerin bulunacağına karar verilirken, işletme kısıtları ve ürün gereklilikleri gibi pek çok parametre, ürün ağacı ikili yapılarının oluşumunu etkilemektedir. Başlıca birleşme, bölünme ve üzerine işlem görme süreçlerinde ikili yapılar oluşabilmektedir. Ancak bunlarla birlikte, iş yeri, iş ekipmanı, iş metodu, kullanılacak malzemeler gibi parametrelere bağlı olarak da ikili yapılar şekillenebilmektedir. Genel olarak ara proseslerde stok olarak hareket gören parçalar ürün ağaç yapılarının içinde yer alan birimleri oluşturmaktadır. Bazen ürün ağacı içinde yer alan bir komplenin aynı zamanda yedek parça olarak da kullanılıyor olması, bu komplenin ürün ağacı içinde yer almasına neden olabilmektedir.

İnternetin ve otomasyon sistemlerinin gelişmesi ve rekabetin artması, işletmeleri, kişiye özel üretim gerçekleştirmeye yönlendirmektedir. Bu durum, özellikle montaja dayalı üretim yapan işletmelerde, müşterilerin istedikleri ürün konfigürasyonunu oluşturup talep edebilmeleri için, kolay bir şekilde anlaşılıp kullanılacak ürün ağaç model ihtiyacını doğurmuştur. O’Donnell ve diğerlerine ait çalışmada (1996), yeni ürün oluşturulurken kullanılması seçimli ve zorunlu olan malzeme ve kompleleri içeren tanıtıcı ürün ağacı oluşturulmuş ve yeni ürün ağaçlarının bu tanıtıcı ürün ağacından türetilebileceği anlatılmıştır. Çalışmada sistematik bilgiler hazırlandıktan sonra, yeni ürünün hangi işlevlere sahip olması istendiğine karar verilerek yeni ürünün ürün ağaçları meydana getirilir. Böylece, müşterinin satın almak istedikleri ürün için istedikleri özellik veya parçaları seçmesiyle, otomatik olarak oluşabilecek ürün ağacının ne şekilde olması ve bu yazılımın algoritmasında neler bulunması gerektiği üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu ürün ağaçlarında, birbiriyle kullanılmayacak malzeme bilgisi ya da işletme kapasitesi dolayısıyla oluşan kısıtlar, yazılımının algoritmasına işlenmekte ve müşterilerin, bu kısıtlamalar dahilinde seçimler yapabilmelerine izin verilmektedir. Şekil 9’da kurum üfleyici tanıtıcı ürün ağacı modeli örnek olarak verilmiştir. Şekilde

kesiksiz çizgiler üst komplenin parçası olan bağlantıları, kesikli çizgilerse seçime göre üst komplede yer alan bağlantıları göstermektedir.



Şekil 9: Bir Kurum Üfleci Firmasında Kullanılan Tanıtıcı Ürün Ağacı Modeli

Kaynak: O'Donnell ve diğerleri (1996:289)

Tasarım ürün ağaçları oluşum aşamasında, O'Donnell ve arkadaşlarının çalışmasına paralel olarak, ürünün oluşabilmesi için ihtiyaç duyulan malzemeler, standart ve değişen malzemeler olarak ikiye ayrılmalıdır. Ürünün her bir üretimi için, cinsi ve miktarı kullanılmadan değişen malzemeleri standart malzeme, üretimden üretime cinsi ve kullanım miktarı değişebilen malzemeleri de değişken malzeme olarak adlandırabiliriz. Gıda sektöründe, standart malzemeler, daha çok kullanılan ambalaj malzemeleri, etiketler gibi ürünün muhteviyatına dahil olmayan malzemelerdir. Ürünün muhteviyatında kullanılan bazı malzemelerin de dış şartlardan çok fazla etkilenmediği ve standart olarak ürün ağaçlarında tanımlanabileceği görülmüştür. Bazı malzemeler ise, her üretimin kendi içindeki değişen koşullarıyla birlikte, aynı ürün üretilmesine rağmen, cins veya miktar olarak değişkenlik arz etmekte ve bu malzemelerin ürün ağaçlarında değişken malzemeler olarak tanımlanması gerekmektedir.

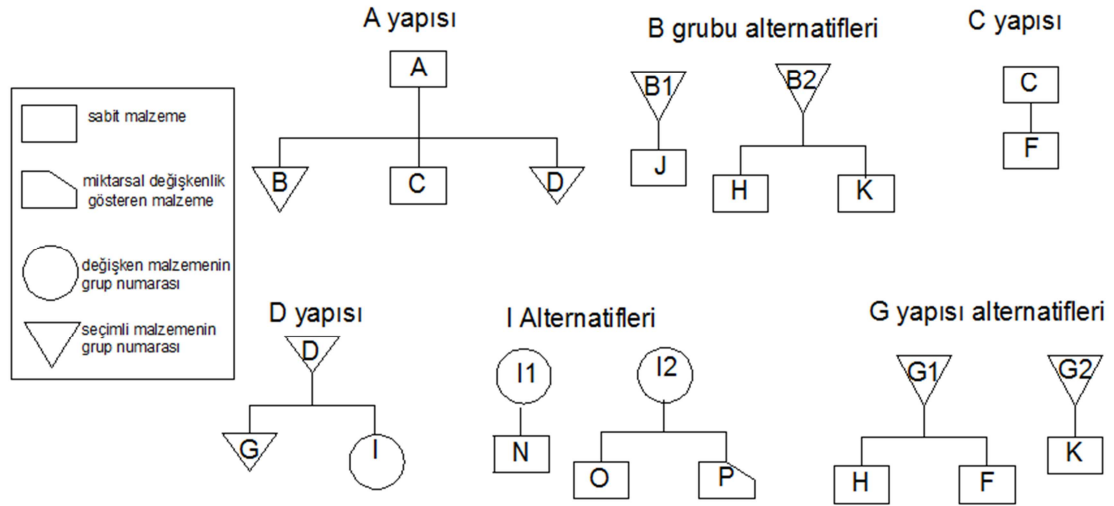
Gıda sektöründe üretim gerçekleştirme işlemi, otomotiv, beyaz eşya gibi sektörlerden daha farklı bir şekilde yürütülmektedir. Otomotiv, makine, beyaz eşya, mobilya gibi sektörlerde ürün, daha çok işleme ve montaj prosesleriyle üretilirken; gıda ve ilaç sektörlerinde ürün üretimi birleşmeler, kimyasal prosesler ve parçalanma işlemleriyle gerçekleşebilmektedir. Bu nedenle, genellikle farklı sebepler dolayısıyla seçimli ürün ağacı yapısına ihtiyaç duyulmaktadır. Gıda sektöründe, aynı ürün içeriğinde değişken malzeme kullanılma gereksinimi şöyle sıralanabilir:

- Malzemelerin mikrobiyolojik reaksiyonlarından dolayı belli periyotlarla aynı ürün altındaki malzemelerin değiştirilme ihtiyacı olabilmektedir. Bu duruma örnek olarak, peynir üretiminde kullanılan mayaların belli periyotlarla değiştirilme ihtiyacını verebiliriz.
- Gıda sektöründe kullanılan malzemeler organik yapıda oldukları için belli bir standarda sahip değildir, bu sebeple aynı ürünü elde etmek için ürün başına kullanılan bazı malzeme miktarları değişiklik arz edebilmektedir.
- Gıda sektöründe, kimi zaman başka üretim birimlerinde üretilmiş ve sipariş değişikliği gibi sebeplerle satışı gerçekleşmemiş ürünler, başka ürünlerin üretiminde girdi malzemesi olarak kullanılabilir.

Yukarıdaki sebeplerden ötürü üretimde kullanılması planlanan malzemelerin, üretim esnasında farklı malzeme veya farklı miktarlarda kullanılması gerçekleşebilmektedir. Tasarım aşamasındaki ürün ağaçları, aslında bilinen ürün ağaç yapısından farklı olarak, ileride talebe göre yapılacak seçimlerle bildiğimiz yapıya bürünecek olan ikili bağlantılardan oluşmalıdır. Ürün ağaçları fiiliyatta aynı ürün numarası altında müşteri taleplerine göre farklı bileşenler gösterebilmektedir. Kimi zaman, bu farklılık sadece müşteri seçiminden değil, ürünün kendi doğasından kaynaklanmaktadır. Özellikle gıda sektöründe, ürün altında kullanılan ham malzemelerin biyolojik farklılıklarından dolayı, ürün içeriğine katılan malzeme cinsleri veya miktarları değişebilmektedir. Bu sebeple, ürün ağacını meydana getirecek ikili yapılarıdaki malzemeler, sabit veya değişken olabilmektedir.

Yeni eklenen her değişken (miktersal, kısıtsal veya seçimli) malzeme ürün ağacına eklenmeden, malzemenin tanımlandığı veritabanı içinde grubunun belirtilmesiyle, ürün

ağacını oluşturacak olan algoritmanın bu malzemeyi tanıyabilmesi ve seçenek olarak müşteriye veya üreticiye sunabilmesi sağlanmış olacaktır. Şekil 10'da Şekil 7'de belirtilen ürün ağacını oluşturan ikili yapılar görülmektedir.

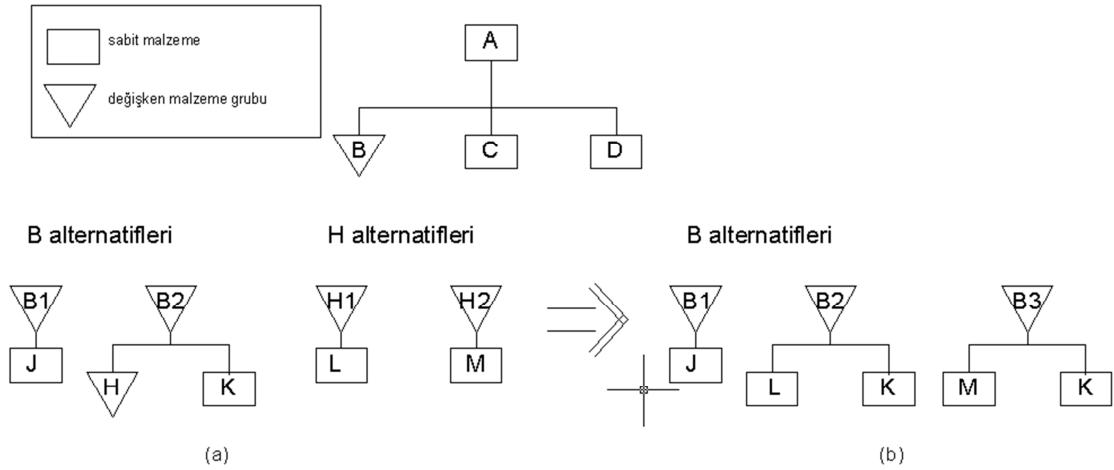


Şekil 10: Birinci Aşama Ürün Ağacı Yapısı

Bu aşamada önerilen veritabanında, her ürün veya komplenin altına eklenen malzemeler için bulunması gereken asgari bilgiler, üst malzeme numarası, malzeme numarası, bir üst kompleyi gerçekleştirmek için gerekli tüketim miktarı ve birimiyle, malzeme çeşididir. Eğer bu malzeme kısıtlar dolayısıyla değişkenlik gösteren malzeme veya seçimli malzemeyse, malzeme numarası yerine malzeme grup numarası ürün ağaçlarına eklenir. Bir malzeme, üründe miktarsal olarak değişkenlik gösterirken cins olarak değişkenlik arz etmiyorsa (miktarsal değişkenlik gösteren malzeme), tasarım ürün ağacını oluşturduğu ikili yapılara kendi malzeme numarasıyla kaydedilmelidir. Miktarlı değişkenlik gösteren malzeme kullanımları üretim esnasında bir malzeme sıkıntısı yaşanmaması için ürün ağaçlarına maksimum kullanım miktarları üzerinden işlenmelidir.

Tasarım ürün ağaçlarında kullanılan komple veya ürün numaraları, geleneksel ürün ağaçlarında oluşturulan komple veya ürün numaralarından anlamsal olarak farklıdır. Geleneksel ürün ağaçlarında, her komple veya her ürün altında yalnızca bir malzeme cins veya adet olarak değiştiği takdirde yeni bir komple veya ürün numarasına ve bu numarayla birlikte oluşan yeni bir ürün ağacına ihtiyaç duyulurken; süreç bazlı dinamik ürün ağaçlarında, ürün veya komple numaraları altında bulunan malzeme cinsi veya

miktarı değişkenlik gösterebilmektedir. Aynı ürün kodu altındaki farklılıklar, üretim ürün ağaçlarında anlatılacağı gibi, parti numaraları üzerinden takip edilmelidir. Tasarım ağaçlarında, seçimli malzemeler ürünle ilgili varyantları oluşturmaktadır. Bu varyantlar, müşteri taleplerinin alınması esnasında oluşur. Kısıtsal ve miktarsal değişkenli malzemelerse sürecin daha ileriki aşamalarında şekillenir. Üretim, iş ve satın alma planlamalarının yapılması esnasında oluşacak karışıklığın önüne geçebilmek için değişen malzemelerin ürün ağaç yapısı içinde tek seviyede kalmaları tercih edilmelidir. Diğer bir deyişle, eğer değişen malzemelerin altında da bir değişen malzeme ihtiyacı varsa, geleneksel ürün ağaçlarında olduğu gibi bu değişen malzeme için iki farklı malzeme numarası tanımlanarak ürün ağaçlarına eklenmesi daha uygun olacaktır. Bu durumu grafiksel olarak şu şekilde izah edebiliriz.



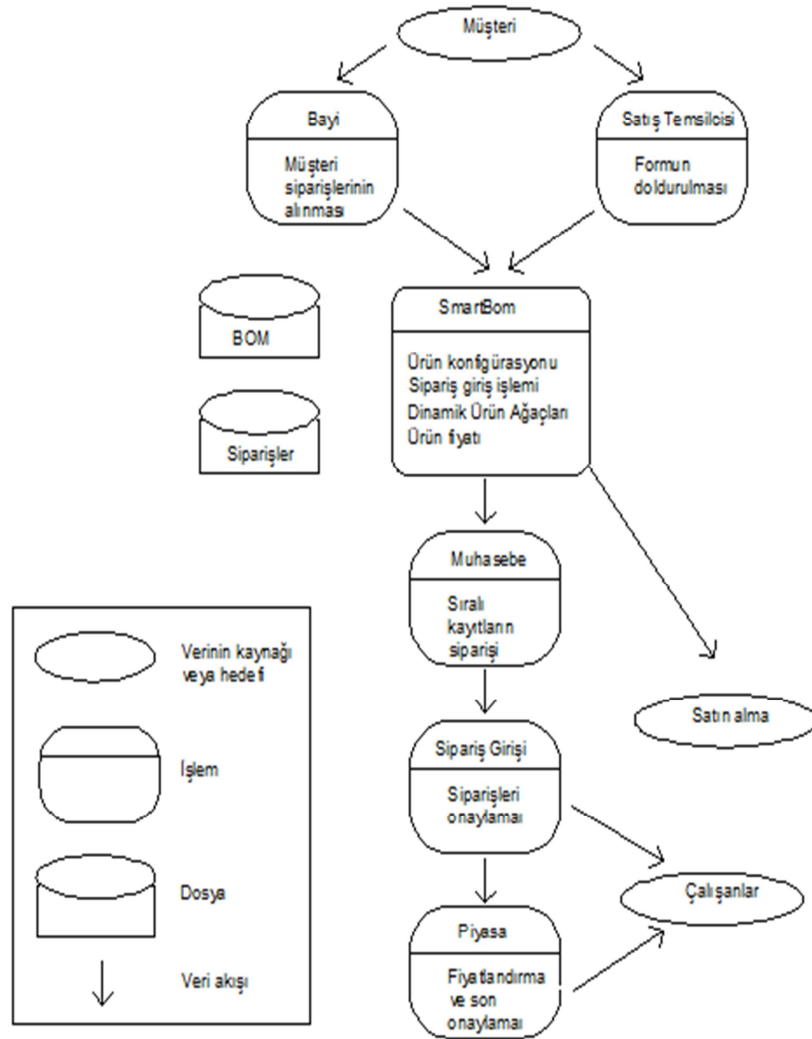
Şekil 11: Ürün Çeşitlendirmede Tercih Edilmesi Gereken Tek Seviyeli Değişken Malzeme Grupları

Ancak, ürün ağaçları gelişiminde ikinci aşama olan talep ürün ağaçlarında anlatıldığı gibi, bazen ürün ağaçlarının alt kademelerinde de varyantların oluşması gerekebilmektedir. Bu tür durumlar için, 2.4.2 'de sistematik bir yaklaşım önerilmiş ve bir örnek üzerinden konu anlatılmaya çalışılmıştır.

2.4.2. İkinci Aşama: Talep Ürün Ağaçları

Bu aşama ürün ağaçlarını kullanarak müşteri tarafından istenen ürün talebinin yapıldığı aşamadır. Hangi üründen üretim yapılacağı ve bu ürünü üretirken seçimli komple veya malzemelerden hangilerinin kullanılacağına bu aşamada karar verilir. Bu nedenle,

müşterinin ya da müşteri isteklerini sisteme aktaran bayinin ulaştığı ve seçimlerde bulunduğu kısımlar genellikle ürün ağaçlarının tamamı değil, ürün ağacı üzerinde, müşterinin seçimli olarak karar vereceği kısımlardır. Bu kısımlar, ürün seçimi gibi çok üst seviyeden olabileceği gibi, piyasa malzemelerini kapsayan en alt seviyeden ya da kompleler gibi ara seviyelerden olabilmelidir. Ancak mevcut uygulamalarda ürün ağacı üzerinde yalnızca en üst seviyeler için varyant oluşturulabilmektedir (Kişisel görüşme, Tamer Baykara, B-T Design Fabrika Müdürü, 05.05.2013)



Şekil 12: Bir İşletmede Mevcut Sistemle Smartbom Entegrasyonu İlgili Akış Diyagramı

Kaynak: Ariano ve Dagnino, (1996:56)

Ariano ve Dagnino (1996:45), çalışmada, bayilerin ve müşteri temsilcilerinin müşterilerden topladıkları talepler doğrultusunda oluşan BOM'ların (çalışmada bu BOM'lara "smartbom" adı verilmiştir), ürün konfigürasyonunu belirlemede, siparişlerin oluşmasında, ürün çizimlerinde, malzeme listelerinin oluşmasında kullandıklarını görmekteyiz. Müşteri yapım ve kaplama malzemeleri, bu malzemelerin ebatları ve yerleşim yerleri gibi taleplerini aktarmakta ve smartbom bu talepler doğrultusunda oluşacaktır. Şekil 12'de smartbom entegrasyonu ile ilişkili ağaç diyagramı yer almaktadır.

Yukarıda bahsedildiği gibi, talep ürün ağaçları, montaja dayalı üretim yapan işletmeler için, müşteri talebinin ve siparişlerinin alınması esnasında oluşmaktadır. Müşteri isteklerini temsil ederek talep ürün ağaçlarını oluşturanlar, kimi zaman bağlı buldukları firmanın ürünü pazarlayan çalışanlar, kimi zaman da internet ağları sayesinde ürünü kullanan müşterilerin kendisi olabilmektedir. Müşteri taleplerinin yoğun bir şekilde üretim planlama ve gerçekleştirilmede kullanılmaya başlanması ancak bilişim teknolojilerinin ve firmalardaki otomasyon sistemlerinin gelişmesiyle mümkün olmuştur. Çünkü seri üretimle iş yapan firmaların, satış yaptıkları geniş kitlelerden gelen bilgileri değerlendirebilmeleri ve topladıkları verilere göre üretim gerçekleştirebilmeleri için internet bağlantılı yazılımlar ve bu yazılımlardan çıkacak analiz ve raporlandırmalara ihtiyaç vardır. Bu da interaktif web sayfalarının gelişmesiyle mümkün olmuştur. Bu web sayfaları sayesinde, html sayfalarındaki tek taraflı bilgi akışının yerini, daha görsel ve anlamlı olarak dizayn edilmiş (Kurtel, 2008:205), kullanıcı ve web tasarımcısı arasında karşılıklı bilgi alışverişinin olduğu sayfalar almıştır. Bu sayede, aynı zamanda müşteri olan internet kullanıcısı da satın almak istediği firmanın web sayfasına girerek, ürünleri değerlendirebilmekte, satın almak istediği ürünü ve bu üründe talep ettiği opsiyonları seçebilmekte ve internet üzerinden kredi kartı ile ödeme yaparak satın alabilmektedir. Şu an ürün içeriğinin seçimli olması yeterince yaygınlaşmamış bu sitelerin, ileride çok daha fazla bir şekilde kullanılması muhtemeldir.

Öte yandan, gıda sektöründe ürün, üretilmesi uzmanlık gerektiren uzun çalışmalar sonucunda son halini aldığından, müşteri tarafından seçim yapılarak, ürünün muhteviyatını oluşturacak dinamik ürün ağaçları bu sektörde pek kullanılmamaktadır.

Diğer bir deyişle, gıda sektöründe talep ürün ağaçları, ürün numaraları seviyesinde kalmakta, müşteri alt seviyelere inerek seçimler yapamamaktadır. Bu nedenle gıda sektöründe bu aşama ürün ağaçları, yalnızca talep edilen ürün çeşidinin ve adedinin öğrenildiği aşamadır. Yani, müşteri ya da pazarlamacı mevcut olan ürünler arasından seçimler yaparak kaçar adet talep ettiği bilgilerini girer ve bu bilgi planlama işlemini gerçekleştirecek olan ilgili yetkililere ulaşır. Ancak gün geçtikçe kişisel ürünlere talep arttığından, yakın bir gelecekte satın almak istenen gıdanın opsiyonlu olan alt detayları arasından seçimler yaparak, istenen ürünü sipariş edebilmek mümkün gözükmemektedir.

Bilgi işleme sistemleri sayesinde müşteri veya üretici hangi ürünü üreteceğine karar verdikten sonra bu ürünün altında seçmesi gereken seçenek listesi karşısına çıkar. Bu seçenek listesi, ürün ağacı altında tanımlanan seçimli malzeme listeleridir. Bu aşamadaki ürün ağaçları, müşteri talebinin öğrenilmesi için kullanılmaktadır. Bu aşamada, müşteri talep ettiği ürün adetlerini ve bu ürünlere ait seçimlerini girer. İnternet tabanlı uygulamaların gelişmesiyle, müşteriye işletme tarafından verilebilecek bir şifreyle hangi ürünü, hangi seçimlerle, ne zaman için istediği bilgileri internet üzerinden toplanabilir olmuştur. Şekil.13’de, Şekil 7’de örnek olarak verilen ürün ağacı için, XXX tedarikçi tarafından talep edilen ürün ve varyant seçimleri görülmektedir.

XXX Tedarikçisi İçin Talep Edilen Ürünler ve Ürün Varyantları				
Sipariş Numarası	Sipariş Tarihi	Ürün	Miktar	Ürün Opsiyonları
XXX	XX.XX.XXX	A	10	B1 B2 √ G1 G2 √
XXX	XX.XX.XXX	A	20	B1 B2 √ G1 G2 √

Şekil 13: Müşteri Tarafından Seçim Yapılabilecek Değişen Malzemeler

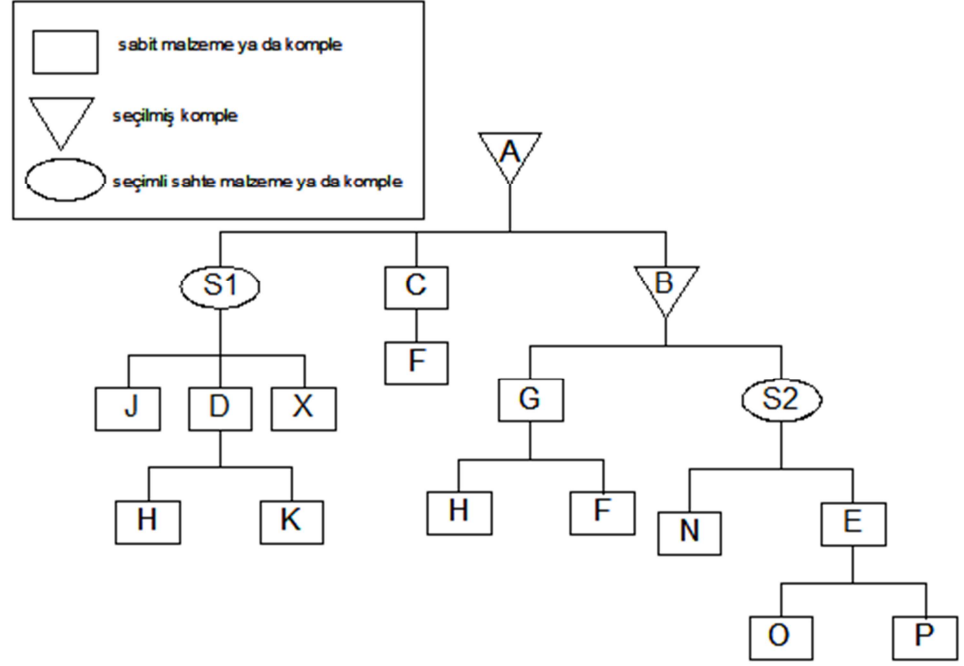
Müşteri talebine göre oluşacak dinamik ürün ağaçlarının altında bulunan malzemeler, sabit ve seçimli malzemeler olarak başlıca iki gruptur. Sabit malzemeler aynı ürün altında, üründen ürüne çeşitsel ve miktarsal olarak değişmeyen malzemelerdir. Seçimli malzemelerse, müşteri talebine göre üründen ürüne çeşitsel olarak değişebilen malzemelerdir. Dinamik ürün ağaçları, ürün içeriğinde sabit malzemeleri kapsadığı gibi, müşteri tarafından seçilebilecek tüm opsiyonel malzemeleri de kapsamalıdır.

Dinamik ürün ağaçlarına işlenen seçimli malzemeler de kendi içinde ikiye ayrılabilir. Birinci tip seçimli malzemeler, altında müşteri tarafından seçilmesi gereken malzeme numaralarını (seçilmiş malzemeler) barındırır. İkinci tip seçimli malzemelerse, altında başka bir seçimli malzemeyi içerdiğinden seçilen malzemeler olarak adlandırılabilir. Müşterinin, seçim yaptığı malzemeler ikinci tip malzemelerdir ve müşteri seçimini yaptıktan sonra seçilmiş malzemeler, bir yazılım desteğiyle arka planda şekillenmiş olacaktır. Aşağıda, seçilmiş ve seçilen malzemelerle çalışılabilirliği sağlamak için önerilen kodlama sistemi anlatılmaktadır.

2.4.2.1. Talebe Göre Oluşturulan Ürün Ağaçlarıyla İzlenebilirliğin Sağlanmasına Yönelik Kodlama Sistemi Önerisi

Talebe göre oluşturulan ürün ağaçlarında izlenebilirliğin sağlanabilmesi için örnek bir kodlama sistemi üzerinden anlatılacaktır. Örneğin daha rahat anlaşılabilmesi için, ürün ağaçlarında daha önce kısıtsal değişken ve miktarsal değişken olarak adlandırılan ürün ağacı bileşenleri ihmal edilmiştir. Sabit ve değişken malzemeleri kapsayan ürün ağacındaki bu yeni modele “seçimli ürün ağaçları” adı verilmiştir. Bu örnekteki modelde seçimli malzemeler seçilen ve seçilmiş malzemeler olarak ikiye ayrılmıştır. “Sabit malzemeler” aynı ürün altında, üründen ürüne çeşitlilik arz etmeyen malzemeleri ifade ederken; “seçilen malzemeler”, müşteri talebine göre seçilerek karar verilen malzemeleri; “seçilmiş malzemeler” ise, altında bir veya birden çok seçilen malzeme bulunduran kompleleri belirtir. Bu kompleler, müşterilerin alt seviyelerde yapmış oldukları tercihlere göre şekillenmekte ve buna göre otomatik olarak ortaya çıkmaktadır. Seçimli ürün ağaçları, ürün içeriğindeki sabit malzemeleri kapsadığı gibi, müşteri tarafından seçilebilecek tüm seçilen malzemeleri de kapsamalıdır. Bazı ürünler için, seçilen malzemelerin kombinasyonunda bir takım kısıtlamalar olabilmektedir. Bu

kısıtlamalar, müşteri seçimleri esnasında arka planda çalışan bir algoritma aracılığıyla gerçekleştirilebilir.



Şekil 14: Seçimli Ürün Ağacı Örneği

Şekil 14'de seçimli ürün ağacı örneği görülmektedir. Her seviyedeki malzemeler için seçim yapılmasına olanak tanıyan seçimli ürün ağaçlarından statik ürün ağaçlarının oluşması esnasında, şu şekilde bir sistemin çalışması öngörülmektedir:

- Tasarım esnasında, seçimli ürün ağacındaki alt ve üst bağlantılar oluşurken, seçilen malzemeler için sahte bir malzeme kodu seçilen malzeme olduğu belirtilerek eklenir. Algoritma aracılığıyla, bu malzemenin altındaki malzemeler için müşterilerden seçim yapılması istenir.
- Müşteri A ürününden sipariş açarken, A ürün ağacı altındaki seçilen malzemeler arasından seçim yapılması istenecektir. Yukarıdaki örnekte müşteri, S1 seçilen malzeme grubu içinden J, D ya da X'i; S2 seçilen malzeme grubu içinden N ya da E 'yi seçecektir.
- Seçimli ürün ağaçlarında, malzemeler müşteri tarafından seçilirken, ürün ağacı içindeki sabit malzemelerde herhangi bir değişiklik olmaz, diğer yandan altında seçilen malzemeleri barındıran seçilmiş malzemeler seçime göre bir algoritma

aracılığıyla yeni kodlarını alır. Statik ürün ağacının oluşması esnasında seçilmiş malzemeler, kendi kodunun sonuna eklenen bir ayraç ve alt seviyelerindeki değişken malzeme kodu yazılarak statik ürün ağaçlarına işlenir. Örneğin, müşteri A ürününü talep ederken J ve N malzemelerini seçmesi halinde, oluşan statik ürün ağacı altındaki S1 seçilen malzemesi yerine J; S2 seçilen malzemesi yerine N; B seçilmiş malzemesi yerine B+N kodu olmalıdır. Ürün koduysa, seçilmiş malzemelerde olduğu gibi, altında bulunan seçilen malzeme kodları eklenerek oluşturulur. Seçimli ürün ağacındaki A kodu yerine, seçimli ürün ağacından oluşturulan statik ürün ağacında A+J+N olacaktır. Aynı seçilen malzemelerin seçilmesi sonucunda seçilmiş malzemelerde aynı kodlara ulaşılmalıdır. Bunun için seçilen malzeme kodları, seçilmiş malzeme kodlarına ayraçlarla eklenmeden önce aynı sıralamada olması sağlanmalıdır. Bir algoritma sayesinde, seçilen malzemeler, önce alfanumerik sıralamaya tabi tutulup revize edilerek eklenirse, müşterinin hangi sıralamada seçim yaptığı önemli olmaksızın aynı kodlara ulaşılabilir.

- Malzemeler üretildiğinde otomatik olarak etiketlenmelidir. Böylece üretim planlamalarında bu kodlar üzerinden hareket edileceğinden işletme içinde yapısal bütünlük sağlanmış olacaktır.

Ürün ağaçlarının mümkün olduğunca basit hazırlanması, sistemin anlaşılır olmasına olanak sağlayacaktır. Ürün tasarımı esnasında alınacak bazı basit önlemlerle, sistemin daha yalın olarak uygulanması sağlanabilir. Bu önlemler:

- Ürün ve işletme kısıtlamaları engel olmadığı takdirde, seçilen malzeme eklemeleri imalat sürecinin son aşamalarına kaydırılmalıdır. Diğer bir deyişle, seçilen malzemelerin ürün ağaçlarının en üst seviyesinde bulunması ideal durumdur. Şekil 14’de, A ürününün altında bulunan S1 ve S2 malzeme grubu altında görülen J, D, X, N, E malzemeleri seçilen malzeme, B seçilen komple ve diğerleri sabit malzemelerdir. Örneğin, bir otomobil üretim fabrikasında, üretim hattının en sonunda opsiyonel olarak takılan klima S1 seçilen malzemesine örnek teşkil ederken, araç iç döşemelerinden önce yerleştirilmesi gereken 1600 cc ve 1800 cc opsiyonlu iki motor S2 seçilen malzemesine örnek olarak gösterilebilir. İşletmede, motor takılmasının iç döşemeden sonraya alınmasını

sağlayabilecek bir tasarım değişikliği ürün ağacını ideal duruma yaklaştırmış olacaktır.

- Eğer, şirket içindeki kısıtlardan dolayı değişken malzeme ürün altındaki en üst seviyeye taşınamıyorsa, seçilmiş malzeme altında, mümkün olduğunca birden çok seçilen malzemenin olmaması, planlama sürecinin karmaşık bir hale gelmesini engelleyecektir. Şekil 14’de, B seçilmiş malzemesinin altında bulunan G sabit malzemesi, seçilen malzeme olarak verilseydi, hem G, hem S2 seçilen malzeme olacağı için yapı karmaşık bir hal almış olacaktı.

Yukarıdaki şartların sağlanması yapıyı basitleştirecektir, ancak basitleştirmenin yapılamadığı durumlar sistemin uygulanmasına bir engel teşkil etmez. Çünkü, aynı seçimlerle üretilen komple ve ürün kodunun sistem tarafından her zaman aynı şekilde verilebiliyor olması MRP çalıştırılarak üretim planlama yapılabilmesine olanak verecektir. Bu durum işletme için kompleks bir yazılım gereksinimini ortadan kaldıracığı gibi, böyle bir yazılımın beraberinde getireceği uygulama zorluklarını da engellemiş olacaktır.

2.4.2.2. Sistemin Uygulanabilirliği

Önerilen sistemin uygulandığı yerlerde başarı sağlanması için bazı asgari şartlar gereklidir. Bunlardan birincisi, müşteriye taleplerini seçimli olarak gerçekleştirme imkânı sunulmasıdır. Eğer talep edilen ürün için, müşteriye belirli yönlendirmeler dâhilinde büyüklük, desen gibi özellik girişi yaptırılıyorsa, çalışma burada uygulanamaz. Bunun nedeni olarak yönlendirmelerle müşteriye özellik girişi yaptıran işletmelerin çalışma metodu üzerinde durmak gerekir. Bu işletmelerde genel olarak malzeme üzerinde ebatsal bir skala belirlenmekte ve bu skala dahilinde müşteri tarafından giriş yapılması istenmektedir. İmal edilecek bir kitaplığın genişlik ölçüsünün girişi bu yapıya bir örnektir. Diğer bir yöntemse, renk veya yoğunluk seçimlerinde olduğu gibi, verilen farklı seçenekleri kullanarak bir kombinasyon ortaya koymak ve talep edilen özelliğe ulaşmaktır. Bu yöntem sıvı olan malzemelerin kullanıldığı ürünlerde görülebilmektedir. İç veya dış cephe boyalarının müşteri tarafından talep edilmesinde, farklı renklerin, farklı bileşen oranlarıyla karıştırılarak istenen renk bileşenine ulaşılabilmesi buna bir örnektir. Örneklerde olduğu gibi, müşterinin belirli bir özellik için giriş yaparak sipariş verdiği durumlarda talep edilen özelliklerin skalası

çok geniş boyutlara ulaşabilmektedir. Bu nedenle, söz konusu yöntemlerle çalışan işletmelerin siparişe göre ürün üretmesi ve stoksuz çalışması daha rastlanan bir durumdur. Diğer yandan ürün, üretici tarafında sunulan malzeme veya özellik alternatifleri arasından yapılacak seçimle belirleniyorsa, geçmiş tecrübelerden elde edilecek verilere göre ürünler, üründe kullanılan komple veya malzemeler stokta bulundurulabilir.

Çalışmanın uygulanabilmesi için gereken bir diğer şart, stokların kayıt ve takibinde otomasyona geçilmiş olmasıdır. Stok bilgisinin bir yazılım aracılığıyla otomatik olarak etiketlendirildiği, barkod, RFID gibi tekniklerle stok etiketi okumalarının yapıldığı yerlerde çalışma uygulanabilir. El terminalleri, barkod gibi etiket okumada kullanılan cihazların, algı hassasiyeti arttıkça, daha küçük alanlara daha fazla bilginin yüklenmesi mümkün olmaktadır. Bu teknolojik gelişme, ürün etiketlerinin içerisine çok sayıda bilginin kodlanmasına izin vermektedir. Otomasyonun sağlandığı yerlerde, malzeme kodlarının okunması, stoklarda olup olmadığının sorgulanması ve yerlerinin tespiti otomatik olarak yapılacağından, stok kodlarının uzun veya karmaşık olması bir zorluk teşkil etmeyecektir.

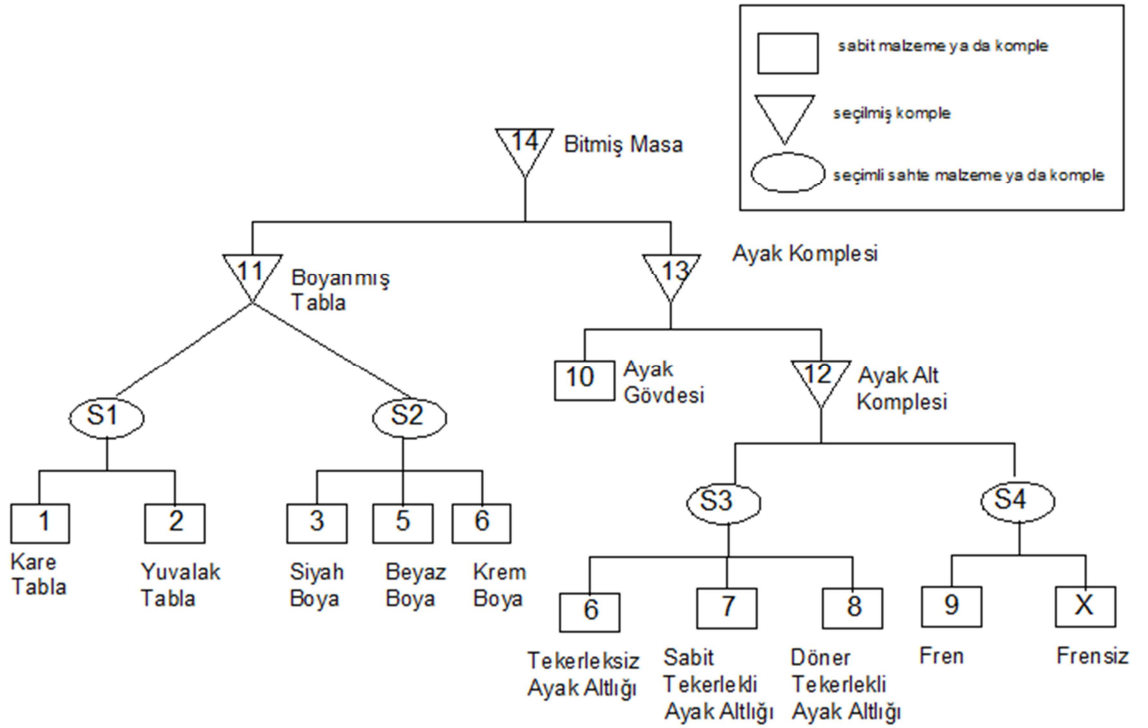
2.4.2.3. Seçimli Ürün Ağacı Uygulama Örneği

Seçimli ürün ağacındaki algoritma yapısının nasıl çalıştığı bir masa imalatçısı örneğiyle anlatılabilir. Üretilen masa, masa üst malzemesi, masa bacağı ve masa ayağı olmak üzere başlıca üç kısımdan oluşsun. Tüm parçaların, modüler tasarlandığı, masa ayaklarının tekerlekli ya da tekerleksiz olabileceği varsayalım. Tekerlekli olması tercih edilen masa, kendi içinde döner tekerlek veya sabit tekerlek alternatifleri barındırabilir. Bunlara ek olarak, masa tekerleklerinin frenli ya da frensiz olması başka bir opsiyon olarak sunulabilir. Masa bacağının tüm masalar için standart olarak sunulduğu örnekte masa üstü, yuvarlak veya kare masa olarak seçilsin. Müşteriye sunulan masa renkleri siyah, beyaz ve krem olarak belirlensin. İşletmenin boyama işlemlerini firma dışına fason olarak yaptırdığını ve bu nedenle elinde boyanmış masa üstlerinden stok tuttuğu varsayalım. İşletmede yine müşteri taleplerinin karşılanmasına hız kazandırmak için, frenleri genel olarak, döner veya sabit tekerleklere monte ederek stok tuttuğu kabul edilsin. Ürün grubunda kullanılan malzemeler aşağıdaki gibi kodlansın:

Tablo 3
Örnek Ürüne Ait Malzeme Kod ve Ad Listesi

Malzeme Kodu	Malzeme Adı	Malzeme Kodu	Malzeme Adı
1	Kare Tabla	8	Döner tekerlekli ayak altlığı
2	Yuvarlak Tabla	9	Fren
3	Siyah Boya	10	Ayak gövdesi
4	Beyaz Boya	11	Boyanmış masa tablası
5	Krem Boya	12	Ayak alt kompleksi
6	Tekerleksiz ayak altlığı	13	Ayak kompleksi
7	Sabit tekerlekli ayak altlığı	14	Bitmiş masa

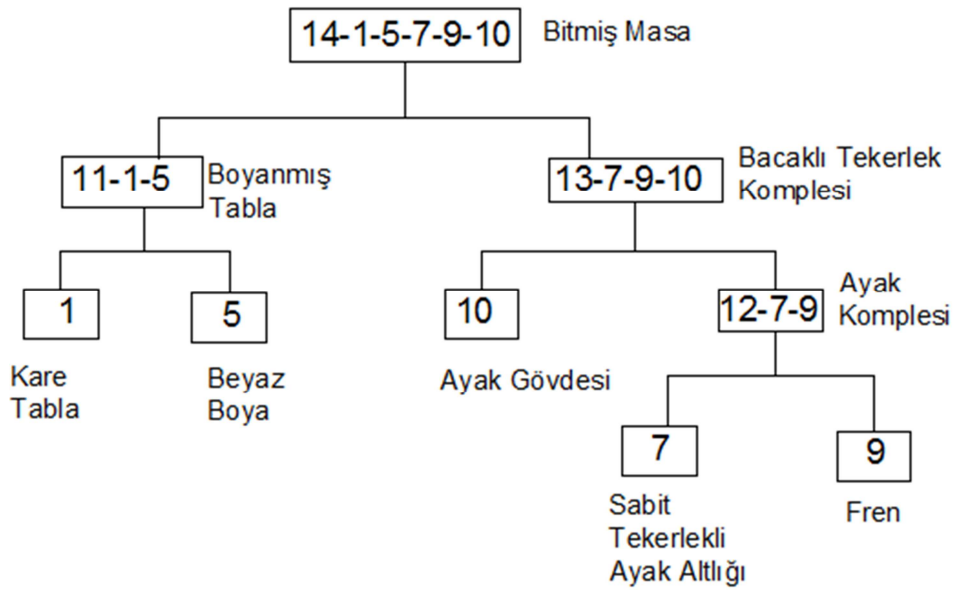
Bu durumda, seçimli ürün ağacı şu şekilde olacaktır.



Şekil 15: Bitmiş Masa Seçimli Ürün Ağacı

Şekil 15’de örneği verilen seçimli ürün ağacı tasarlandıktan sonra aşağıdaki uygulama adımlarını izleyecektir:

- Müşteri talep ettiği ürünü seçtikten sonra karşısına dört seçim çıkacak ve bu seçimleri girmesi istenecektir. Söz konusu seçimler, masa üstü, renk, ayak ve fren seçimleridir.
- Müşterinin kare masa üstü, beyaz rengi, sabit ve frenli tekerleği seçtiğini varsayalım.
- Müşteri seçimleri yaptığı esnada bir algoritma aracılığıyla, seçimli ürün ağacından statik ürün ağacı oluşturulur. Oluşan statik ürün ağacı şu şekildedir:



Şekil 16: Talep Statik Ürün Ağacı

- Şekil 16’da görüldüğü gibi, müşteri seçimlerini yaptığıında, “seçilmiş malzeme” olarak adlandırılan malzemeler, altlarındaki seçilen malzemeleri, kendi kodlarına ekleyerek şekillendirecektir. Bu esnada algoritma, eklenen kodların alfanümerik sıralamada olup olmadığını araştırarak ve kendi koduna eklenen kodları alfabetik sıralamalara göre revize edecektir.
- Tek sipariş üzerinden planlamada, ürün ağaçlarının en üst seviyesinden başlanır ve aşağıya doğru gidilir. Talep edilen ürün 14-1-5-7-9-10 ürünüdür. Stoklarda bu ürün varsa, müşteriye gönderilir. Eğer yoksa, 14-1-5-7-9-10 ürünü için iş emri açılır ve ürün ağaçlarındaki ikinci seviyelerdeki, 11-1-5 ve 13-7-9-10 ürünleri için sorgulama yapılır. Bunların da olmaması durumunda, iş emri açılarak bir alt

seviyelerdeki, 1, 5, 10 ve 12-7-9 sorgulanır. Bu malzeme sorgulamalarında da eğer stoklarda malzemeler bulunamamışsa, 1, 5 ve 10 için satın alma emri açılırken, 12-7-9 için iş emri açılır ve tekrar bir alt kompleye gidilerek 7 ve 9 sorgulanır. Bulunamazsa bu malzemeler için de satın alma emirleri açılır.

- Siparişler planlama için topluca çalıştırıldığında, talep edilen aynı ürün kodları toplanır. Stokların kayıtlı olduğu veritabanının kopyası olan bir ara veritabanından, bir önceki maddede anlatıldığı gibi bulunan malzeme stokları sırasıyla düşürülür. Böylece, farklı ürün kodları altında bulunan aynı malzeme numaralarının planlaması ve zorunlu ihtiyaçlardan dolayı ara mamül stoklarıyla çalışmak zorunda olan işletmeler için müşteri taleplerine göre üretim planlaması yapılabilirliği sağlanmış olur. Ayrıca önerilen algoritmayla, ürün izlenebilirliği için vazgeçilmez olan ara komple ve ürün malzeme kodlarının oluşumu sistematik bir şekilde standartlaştırılmıştır.

Literatürde yer alan birçok çalışmada ürün çeşitlendirmesi, programın içine yerleştirilmiş alternatiflere göre yapılabilmektedir. Sisteme ürünle ilgili müşterinin tercih edebileceği yeni bir özellik eklenmesi, veritabanı ve algoritmanın yazılımcı tarafından aynı anda revize edilmesiyle gerçekleşir. Bu çalışmada önerilen sistem, genel bir algoritmayla oluşturulduğundan, yeni eklenen malzemeler veya malzeme seçenekleri için veritabanı yahut yazılımda değişiklik yapmak gerekmez. Bunu gerçekleştirmek üzere algoritma, ürün ağacına seçimli olarak yerleştirilen her malzeme için müşterinin seçim yapması ve seçimli olarak eklenen malzemelerin tüm üst seviyelerinin sistem tarafından seçimli malzeme olarak algılanmasını sağlar. Böylece kullanıcı, herhangi bir yazılım değişikliğine gerek duymadan seçimli malzeme sayısını çoğaltabilir. Bu kolaylığın yanı sıra çalışmayla birlikte ürün ağaçlarının hazırlanma ve revize edilme süreçleri sadeleştirilmiştir. Şöyle ki ürün çeşitlendirmesi için, bir üst komple içindeki değişken sayılarının çarpımı kadar bir çeşitlilik söz konusudur. Mobilya sektöründe son derece basit bir ürün olan masa üretimi örneğinde bile; tabla, boya, tekerlek ve fren değişkenleri düşünüldüğünde, $2 \times 3 \times 3 \times 2 = 36$ adet farklı ürün ağacı hazırlamak; her ürün ağacında değişen ara kompleler ve üst kompleler için farklı bir komple numarası ve ürün numarası vermek gerekecektir. Gerçek hayatta, mobilya sektöründeki bu çeşitliliğin bir ürün için binlere ulaştığı görülmektedir. Geleneksel ürün ağaçlarında

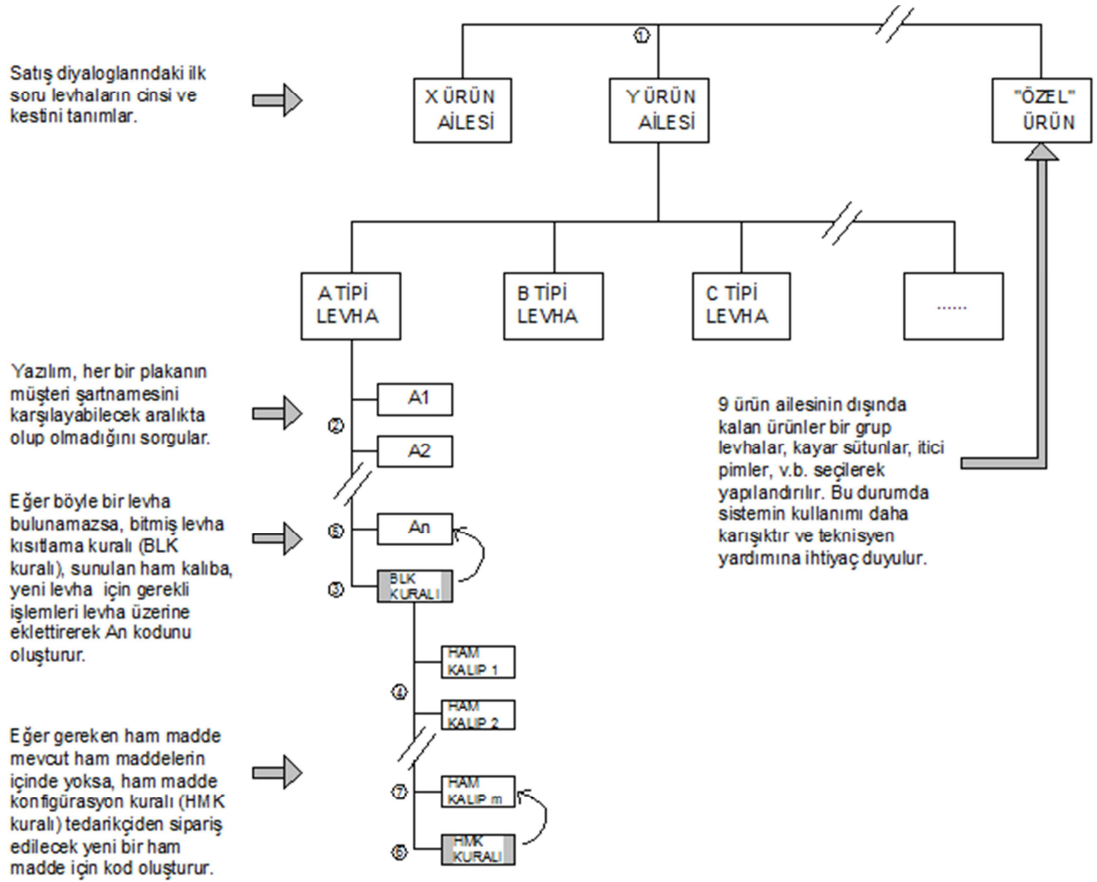
olduğu gibi; müşteri taleplerinin toplanarak hangi ürün ağacına eş değer talep yapıldığının sorgulanması süreci oldukça yavaşlatacaktır. Diğer yandan malzemelerin geçireceği revizyonlar sonucunda ürün ağaçlarına ayrı ayrı giriş yapılması iş yükünü arttırırken, aynı kayıtların farklı yerlerdeki tekrarı güvenilirliği azaltacaktır. Bu nedenle tek bir ürün ağacı üzerinden gerektiğinde türetilen ve kullanılan, seçimli ürün ağaçlarıyla çalışmak, yaşanabilecek karışıklıkları engelleyecek, aynı zamanda iş yükünü hafifletecektir. Bu kolaylıklara ek olarak, farklı taleplerde oluşan aynı ara stoklar, sistemde aynı ad verilerek tespit edilebilmekte böylece işletme, sistem sayesinde basit bir yöntem kullanarak ara stoklu çalışabilme yeteneği kazanmaktadır. Nitekim yeni ürün ağacının oluşumunda önerilen algoritma sayesinde, ara kompleler altındaki seçimli malzemeler ne kadar çok ve bu malzemelerin ürün ağacı altındaki seviyeleri ne kadar karışık olursa olsun, seçilmiş kompleler altında aynı seçimlerin yapılması her zaman aynı kodlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Farklı müşteriler, malzemeler arasından seçimlerini yaparak farklı ürünler talep etse bile oluşan seçilmiş komplelerin bazıları aynı olabilir. Böylece üretim gerçekleştirme esnasında, çoğu zaman hazırlık zamanları gözetilerek plana göre fazlaca üretilen ve stoklanan ara komplelerin, aynı zamanda gelecekteki müşteri talepleri sonucunda oluşacak ihtiyaçlarda kullanılabilirliği sağlanmış olacaktır.

Ürün ağacının oluşturulması sonucunda kayıtların veritabanında ve etiketlerde tutulmaya başlandığı yeni çalışma sistemlerinde, stok kodlarının uzunluğu ve çeşitliliği problem olmayacağından, stok kodlarının oluşturulmasında izlenen sistematik yaklaşım işletme içindeki üretim ve satın alma planlarının doğru bir şekilde yapılmasını sağlayacaktır. Böylece, mevcut tek seviyeden oluşan ürün varyant uygulamalarının daha ilerisinde, müşteri tarafından ürün ağacının alt seviyelerindeki talepleri de değerlendirebilen ve müşteriye talep ettiği ürünü, stoklu çalışma şartlarında da sunabilen bir sistem sağlanmış olacaktır.

2.4.3. Üçüncü Aşama: Planlama Ürün Ağaçları

Planlama ürün ağaçları, üretimin gerçekleştirilmesinden bir önceki ürün ağaçlarıdır ve işletme içi veriler bu aşamada ürün ağaçlarına entegre bir şekilde kullanılır. Bu aşamanın başında, mevcut şartlara göre, ürünün içinde kısıtlar dolayısıyla değişken malzemelerin hangilerinden ne kadar kullanılacağı, işletme içi stoklar, önceki

kullanımlar ve diğer parametreler değerlendirilerek karar verilir. Böylece hangi malzemelerin satın alınması gerektiğine karar verilmesi, kapasite hesaplamaları yaparak üretimin ne zaman gerçekleşebileceği, nerede yapılacağı, gerekli eleman sayısı gibi planlamalar yapılır.



Şekil 17: Ürün Modelinin Sistemik Gösterimi

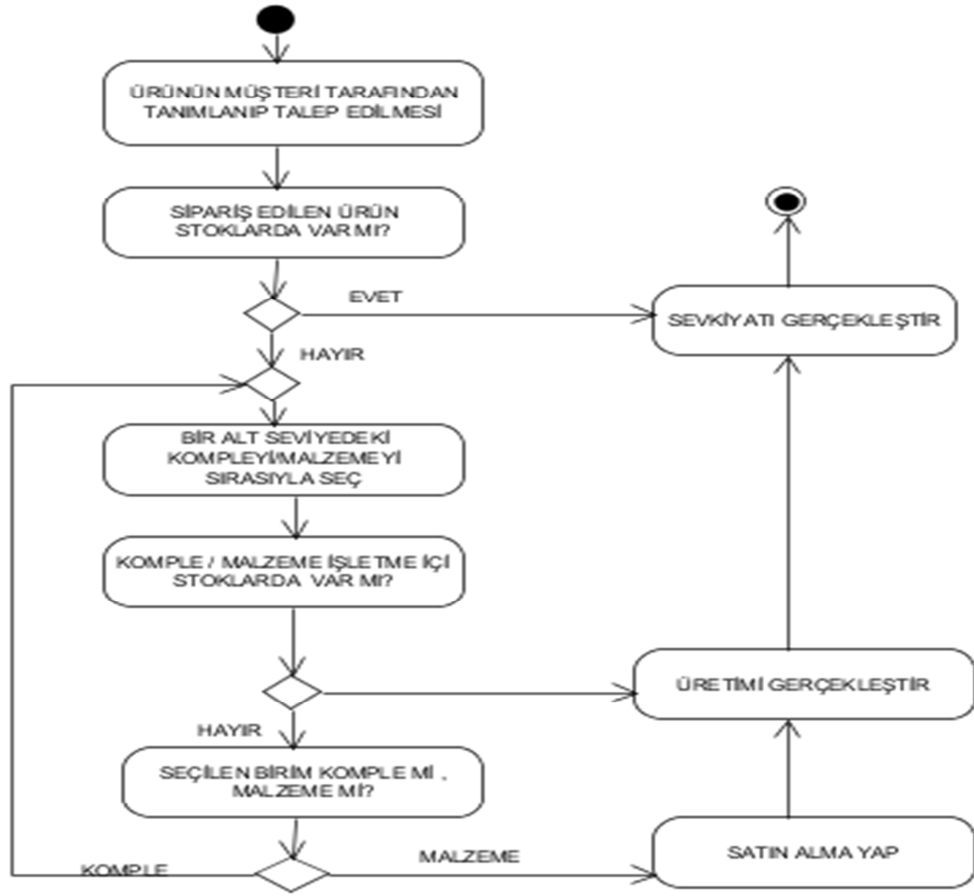
Kaynak: Forza ve Salvador (2002:43)

Planlanan ürün ağaçlarında, işletmede bulunan stok bilgileriyle, ürün ağaçlarının altlarında kullanılmasına karar verilen seçimli ve standart komple veya malzeme bilgileri sistematik bir şekilde eşleşmektedir. Bu şekilde işletmede bulunmayan komple ve malzemeler için eksik listeleri çıkarılarak satın alma talepleri ve işletme içi üretim iş emirleri oluşturulmaktadır. Planlanan ürün ağaçları oluşumuna bir örnek olarak Şekil 17’de görülen Forza ve Salvador’un çalışmasını verebiliriz.

Forza ve Salvador’a ait, 2002 tarihli çalışma, bir kalıp işletmesinde, ürün modelleri üzerinden gerçekleştirilen iş planlamalarıyla, akış süresini kısaltan yazılımla ilgilidir.

Bu çalışma, ürün ağaçlarının oluşumu aşamalarında planlanan ürün ağaç aşaması için uygun bir örnek sunmaktadır. Çalışmada kullanılan yazılım, müşteri tarafından talep edilen ürüne ait kalıbın işletme içinde olup olmadığını araştırır ve eğer bulamazsa işlenmesi gereken ham kalıba karar vererek o kalıp için operasyon talebi oluşturur. Eğer, istenen ham kalıp da işletmede mevcut değilse, tedarikçiden ham kalıbın alınması için iş emri oluşturur. Bu ürün ağaçları, müşteri isteklerine göre üretilmesi gereken ürün bilgilerinin doğru bir şekilde aktarılmasını sağlayarak akış süresini düşürmektedir. Çalışmada, ürün ağaçlarının içeriğindeki malzeme ya da kompleleri, değişken, seçimli ve standart olarak ayırma ihtiyacı duymadan, tüm ürün ağacı içeriğini standart olarak kabul etmişlerdir. Bu nedenle standart ürünlerden farklı özel bir ürün üretilecekse, teknisyen desteğiyle sistem yürütülebilmektedir.

Planlanan ürün ağaçları aşamasında, müşteri tarafından talep edilen ürün ve ürün altındaki seçimli malzeme kod ve adetlerine, bir de kısıtlar dolayısıyla değişken olan malzeme kod ve adetleri eklenmiş, böylece ürün ağaçları üretimden önceki son halini almıştır. Daha sonra MRP çalıştırılarak, ürün için işletme içinde eksik olan malzemelere satın alma talepleri veya üretim emirleri çıkarılır. Bu algoritma, çoğu zaman tek taraflı yürümez. Ortaya çıkan sonuçlara göre, kısıtlar dolayısıyla değişken malzeme seçimlerinde değişiklik yapılabilir ve MRP çalıştırılması tekrarlanarak, daha az satın alma ve üretim emirlerinin çıkabileceği bir liste çıkarılabilir. Böylece üretimin uygun bir şekilde yapılması için altyapı hazırlanır. Üretim emirlerinin çıktığı yerlere, üretimin gerçekleşmesi için ana depodan malzemeler gönderilirken, bilgi işleme sistemi, depodaki stokları ve bunların izlenebilirliğini sağlayan parti numaralarını kontrol edecek ve genel olarak ilk giren ilk çıkar felsefesine uygun olarak kullanılması gereken malzemelerin parti numaralarını saptayacaktır. Bu aşama ilk giren ilk çıkarın (FIFO) uygulanabilirliğinin temin edilebilmesi açısından da önemlidir. Ayrıca, son kullanma tarihi geçmiş malzemeler gibi bazı eksiklikler bu aşamada yakalanabilmekte ve gerekli görüldüğü takdirde bu malzemeler için de satın alma siparişleri verilebilmekte ya da iş emirleri açılabilir. Şekil 18’de planlama ürün ağaçlarının oluşmasıyla ilgili akış şeması görülmektedir.

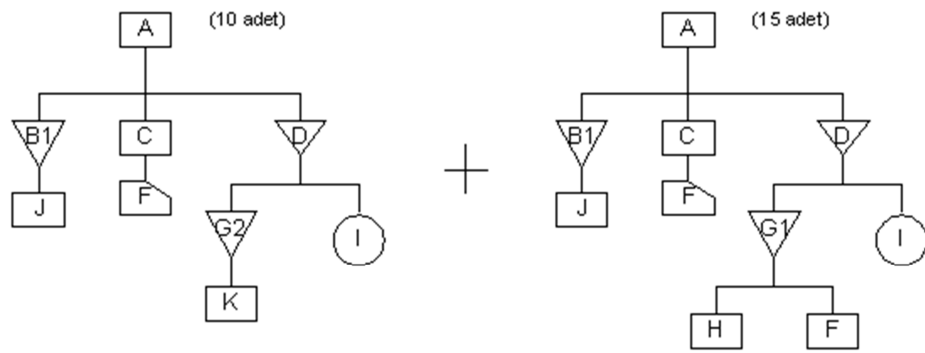


Şekil 18: Üçüncü Aşama Ürün Ağaçlarının Stoklarla Eşleşerek İş Emirlerini Çıkarılmasında Kullanılan Akış Şeması

Şekil 18'deki akış şemasında görüldüğü gibi, planlama ürün ağaçlarının oluşum esnasında üretilecek olan ürünün işletme içindeki stoklarda olup olmadığına bakılır. Sipariş edilen ürün daha önceden üretilmişse, ürünle ilgili üretim ürün ağaçları oluşturulmuş demektir. Bu ürün, sevkiyata gönderilerek satışı yapılabilir. Eğer ürün stoklarda yoksa, bu ürünle ilgili bir alt seviyedeki komplelerin olup olmadığı kontrol edilir. Bu komplekslerden stoklarda bulunmayanları için ürün ağacının ikili yapı içindeki bir alt malzemelere veya komplekslere bakılır. Bulunan malzeme ya da komplekslerin, üretilecek olan ürün için kullanılacağı varsayılır. Bulunmayanlar için, bir yandan iş emirleri açılırken, bir yandan da ürün ağaçlarının en alt seviyesindeki malzemelere kadar inilir ve eğer malzeme de bulunamazsa satın alma için iş emri açılır. Planlanan ürün ağaçlarındaki yazılım, stoklardaki ilgili komple veya malzemeleri kendilerini temsil eden parti numaraları üzerinden rezerve etmiş olur. Böylece başka bir ürün talebi daha geldiğinde, bu malzeme ya da kompleksler stoklarda varmış gibi değerlendirilmez.

Eğer stoklarda olan ürün ağaçlarının en alt kademelerinde bulunan malzeme veya hammaddelerse, bunlar için satın alma parti numarası üzerinden takip yapılmaktadır. Eğer, ürün ağaçları üzerinden planlar gerçekleştirilirken ürün ağacının üst ve orta kademelerinde bulunan kompleler stoklarda varsa bunların da üretim parti numaraları üzerinden takibi ve rezervasyonu yapılır.

Bu aşamada, tasarım ürün ağaçlarıyla talep ürün ağaçları bir algoritma aracılığıyla birleşerek ara ürün ağaçları oluşur. Bu aşamada oluşturulan ürün ağaçları kalıcı değildir ve arşivlenmeleri gerekmez.



Şekil 19: Müşteri Tarafından Talep Ürün Ağaçlarının Planlama Esnasında Oluşumu

Bu ürün ağaçlarındaki malzeme cins ve adetlerinin stoklarla karşılaştırılması neticesinde de ihtiyaç planları oluşur. Karşılaştırma, ürün ağacının üst seviyesinden başlar ve alt seviyelere doğru devam eder. Bu aşamadaki malzeme stokları, planlanan ürün ağaçlarıyla eşleşirken, algoritma aracılığıyla rezerve edilmekte ve böylece aynı stoğun farklı ürün ağaçları için var gözükmeye engellenmektedir. Bu aşamada, eğer değişken malzeme seviyesine kadar inilebilmişse (daha üst seviyelerindeki komple malzemelerin stoklarda olmama durumunda), üreticiye değişken malzeme olarak ne kullanmak istendiği algoritma tarafından sorulmalı ve malzeme tedarik etme ya da üretim gerçekleştirme planları ona göre oluşturulmalıdır.

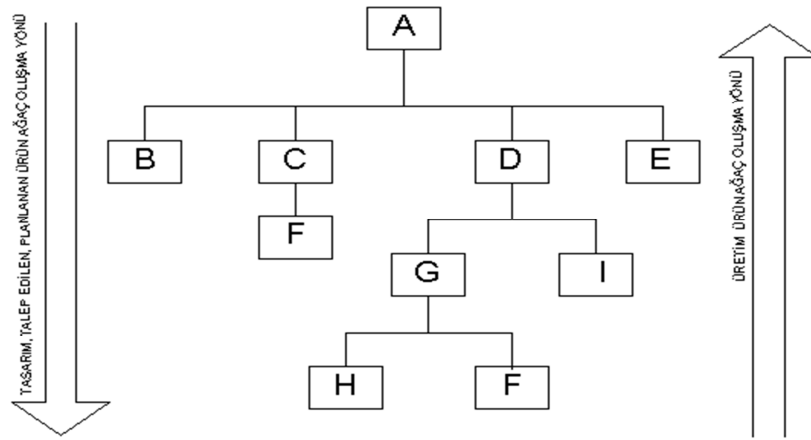
2.4.4. Dördüncü Aşama: Üretim Ürün Ağaçları

Üretim ürün ağaçları, üretimin gerçekleştirildiği ve tersine mühendisliğin yapıldığı aşamada ortaya çıkan ürün ağaçlarıdır. Üretim gerçekleştirme esnasında çeşitli faktörlerden dolayı plana bire bir uyulamamakta ve planlanan ürün ağaçlarından farklı bir şekilde üretim gerçekleştirilebilmektedir. Üretimde, satın alma işlemi ile zamanında

gelmesi gereken bir malzemenin gelmeyerek yerine alternatif bir malzemenin kullanılması, dış parametrelere bağlı olarak kullanılan miktarın değişmesi, stoklarda görünen ancak kullanım esnasında farklı sebeplerle kullanılamayacağı tespit edilen bir malzeme veya komplemin yerine farklı bir parti numarasının kullanılması gibi çeşitli sebeplerden kaynaklanan plana göre farklılıklar olabilmektedir. Bu nedenle üretim ürün ağaçlarının gerçeği yansıtması için tersine mühendislik anlayışıyla, üretim gerçekleştirildikten sonra ürün ağacının son şeklini alması gerekmektedir.

Üretim Ürün Ağaçlarının oluşumu, klasik ürün ağaçları oluşumundan farklılık arz etmektedir. Üretim ürün ağacı aşamasına kadar ürün ağaçlarının oluşturulmasında üretilecek olan ürün düşünülüp bu ürünün alt komple ve malzemelerine karar veriliyordu. Yani, bu ürün ağaçları tepeden başlayarak aşağıya doğru olacak şekilde, aşama aşama oluşturuluyordu. Üretim ürün ağaçları, fiiliyata bağlı olarak en alt kademelerden piyasa malzemelerinin satın alınması ve hammaddelerin temin edilmesiyle başlamalı, uğrayacağı prosesler boyunca şekillenerek oluşmalıdır. Üretim ürün ağaçları, Şekil 20’de gösterildiği gibi, tasarım, müşteri, planlama ürün ağacındaki karar mekanizmasının tersine doğru çalışarak oluşmaktadır.

Bir ürün ağacının oluşumunda geçirdiği rota ve bileşenlere göre seviyeleri belirlenir (Somar, 2004:5). Geleneksel ürün ağaçlarında her seviyedeki bileşen, bir alt seviyedeki bileşene göre “baba”, alt seviyedeki bileşen ise üst seviyedekine göre “oğul” bileşenlerdir. Baba oğul ilişkilerinde, baba tektir ve oğul bir veya birden daha fazla olabilir. Ancak, üretim ürün ağaçları yapısı bu kalıba sığdırmak doğru olmamaktadır.

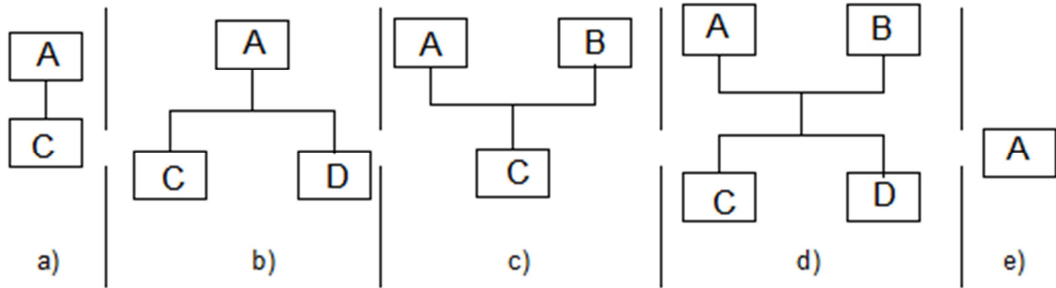


Şekil 20: Üretim Ağaçlarının Oluşması Esnasında İzlenen Seviyeler

ISO 2005 Gıda İzlenebilirliği Standardında, her firmadan “bir yukarı” ve “bir aşağı” felsefesine, sadece işletmeler arasındaki hareketlerde değil, işletme içinde prosesler arasındaki hareketlerde de uyulması gereklidir ki izlenebilirlik üretim ürün ağaçları aracılığıyla sağlanabilsin. Ürün ağaçlarında, bir yukarı ve bir aşağı bağlantılarını oluşturan yer ikili bağlantılardır.

Ürün ağaçları oluşturulurken, alt ve üstlü yapılar, kısıtların el verdiği ölçüde, ihtiyaç duyulan noktaya kadar bölünür ve neticede ortaya çıkan yapıtaşları ikili yapıları oluşturmuş olur. Alt ve üst birim olarak adlandırılan ve ayrı birer harfle temsil edilen komple veya malzemeler, nicelik olarak değil, nitelik olarak sınıflandırılır. Diğer bir ifadeyle alt veya üst birimlerde bulunan malzeme miktarı önemli değildir, nitelik olarak farklı bir malzeme değilse bir birim olarak kabul edilir. Alt ve üst yapılar oluşurken kullanılan malzeme ve komplenin çeşit ve miktarı kadar metotsal ve zamansal faktörler de belirleyicidir.

Gerçek hayatta ürün ağaçlarını oluşturan ikili yapılar, Şekil 21’de görüldüğü gibi sınıflandırılabilir:



Şekil 21: Üretim Ürün Ağaçlarında Fiiliyatta Gerçekleşen İkili Yapılar

- **Alt ve Üst Birimin Tekli Olduğu Yapı:**

Bu tür yapılarda alt seviye ve üst seviye yalnızca bir birimdir. Bu tür yapılarda alt birim üst birimi oluştururken başka birimlerle birleşmez, daha çok kendisi işleme tabi tutulur. Bir sac parça üzerinde uygulanan delme, pah kırma gibi işlemleri bu gruba örnek gösterebiliriz. Bazı zamanlarda, alt birim kimyasal veya fiziksel tepkimeye uğrayarak bir üst birim oluşturur. Sıvı haldeki gıdanın, donarak dondurma haline gelmesi bu tür bir ilişkiye örnek teşkil edebilir. Diğer bir örnek olarak ham nohudun bazı işlemlerden

geçirilerek leblebi haline gelmesi gösterilebilir. Bu gibi yapılarda, girdiyle çıktı arasında nicelik farkları olabilmektedir.

- **Alt Birimin Çoklu ve Üst Birimin Tek Olduğu Yapı:**

Sıklıkla rastlanan bu yapı, neredeyse montaj yapılan işletmelerin tamamını kapsamaktadır. Araç veya beyaz eşya üretimini bu gruba dahil edebiliriz. Gıda sektöründen bir örnek vermek gerekirse, alt gıda malzemelerinin karıştırılıp pişirilmesiyle oluşan gıdalar bu bağlamda değerlendirilebilir. Bazen de mesela alabalık üretiminde olduğu gibi alt birimin üst birime dönüştüğü yani yavru balığın tüketilecek büyüklüğe erişmesi sürecinde, yem dışında zaman gibi sanal fakat olmazsa olmaz kavramlara da ihtiyaç duyulmaktadır.

Kimi zaman alt ve üst birimler arasındaki bağı ürün ağacına tam olarak yansıtmak mümkün olmayabilir. Bu durumda ancak tecrübelerle elde edilebilen bilgiler eklenerek ürün ağaçları oluşturulur. Örneğin bir alabalık üretmek için, alabalığın yavru durumundan ürün olarak sunulacağı güne kadar yiyeceği yem miktarı tahmin edilebilir ancak tahminler hiçbir zaman bire bir gerçekleşmez. Bir başka örnek olarak tarım sektörü gösterilebilir. Bir adet meyve tohumu, su ve gübre gibi çeşitli takviyelerle birlikte meyve ağacına dönüşebilmektedir. Bu durumda hava şartları, tohumun genetik yapısı gibi ölçülemeyen pek çok faktör, ikili bağına ortaya çıkaracağı sonucu etkileyecektir.

- **Alt Birimin Tek ve Üst Birimin Çoklu Olduğu Yapı:**

Diğerlerine nazaran daha az rastlanan bu gruba, kesme veya bölme işlemlerinden sonra ortaya çıkan üst birimler örnek gösterilebilir. Mesela, bir buğdaydan arpa ve küspe olarak iki farklı ürün elde edilmesi; içi oyularak elde edilen metal ürünün yanı sıra, iç taraftan çıkan malzemenin işlenip, farklı bir ürünün yapımında kullanılması bu gruba örnek olarak gösterilebilir.

- **Alt ve Üst Birimin Çoklu Olduğu Yapı:**

Alt ve üst birimin her ikisinde de çeşitliliğin birden fazla oluşu gruptur. Süte katkı malzemeleri katarak peynir, peynir altı suyu gibi farklı ürünlerin oluşturulması bu gruba örnek olarak gösterilebilir. Gıda sektöründeki pek çok ara proses bu yapı türünü ihtiva

etmektedir. Ayırıştırılmış ürünlerde izlenebilirliğin sağlanması için oluşturulan ürün ağaçları içindeki en az bir bağ bu yapı çeşidinden meydana gelmiştir. Alt ve üst birimin çoklu olduğu yapılar, gıda sektöründe en çok ihtiyaç duyulan bağ çeşitliliğini bünyesinde barındırır. Gıda üretiminde kullanılacak bir ürün ağacı, onlarca farklı çeşidi içerebilir. Bu nedenle alttaki bir veya birden çok birimden üstteki yalnız bir birimin elde edilmesine göre tasarlanan geleneksel ürün ağaçları, gıda işletmeleri için gerekli olan ihtiyacı karşılamaktan uzaktır.

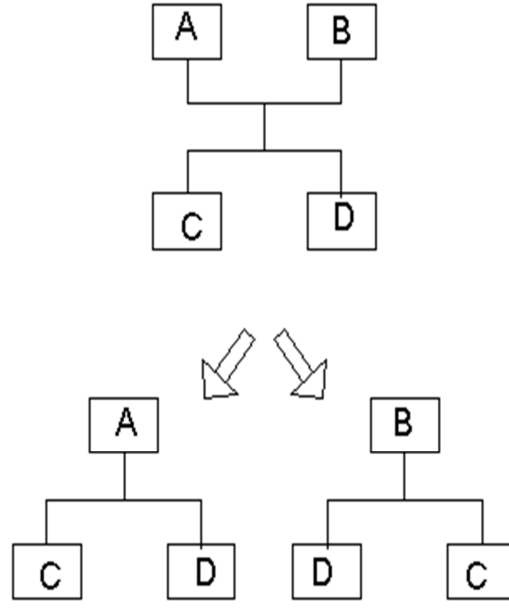
- **Tekli Yapı**

Bu duruma örnek, maden elde eden bir işletmede, elde edilen madenin yerine ve çalışma gününe göre oluşan parti numarasıyla ürün ağaçlarına tek seviye olarak kayıt edilmesi gösterebilir. Bazı ERP yazılımlarında, gerçekleşen her satın alma işlemi, bir nevi hammadde elde etme işlemi gibi düşünülüp ürün ağaçlarına tek seviye kayıtlar işlenmektedir.

İkili yapı sonucunda oluşan mamüllerin :

- Hangi parti nolu malzemelerden oluştuğu,
- Ne zaman, hangi teçhizatla işleme tabi tutulduğu,
- İşlem sorumlusunun kim olduğu,
- Hangi parametrelerle (sıcaklık, basınç vb) işlem gördüğü bilgileri kayıt altında tutulurken proses sonucunda oluşan mamüllere yukarıdaki bilgilere kolayca ulaşılabilmesinin sağlanacağı yeni bir “parti numarası” verilmelidir.

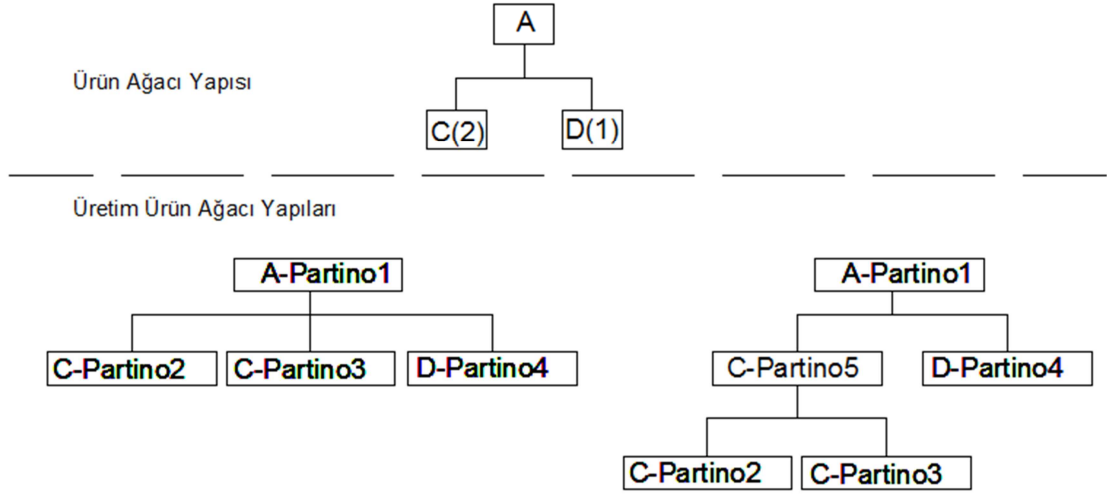
Ancak, üretim ürün ağaçları “alt ve üst birimin çoklu olduğu yapı “ olarak veritabanına kaydedilmesine rağmen; ürün ağaçlarından randıman, maliyet gibi raporlar alınırken bu yapının Şekil 22’deki gibi bölünerek klasik “baba-oğul ilişkisine” çevrilmesi gerekebilmektedir.



Şekil 22: Üretimde Fiiliyatta Gerçekleşen İkili Yapıların, Üretim Ürün Ağaçlarına İşlenirken Ayrılması

Ürünler aynı alanda homojen bir şekilde dağıldıkları kabul edilerek bu çevrim gerçekleştirilebilir. Yani, kullanılan her malzeme miktarı, oluşturduğu mamülün toplam mamül içindeki ağırlıklı ortalaması kadar bir katsayıyla çarpılarak yeni tek üst birimden oluşan ikili ilişki yapısının içinde yerini alabilir. Ürünler, eğer homojen bir şekilde oluşmuyorsa, o zaman dağılım kabul edilen bir oran üzerinden de olabilmektedir.

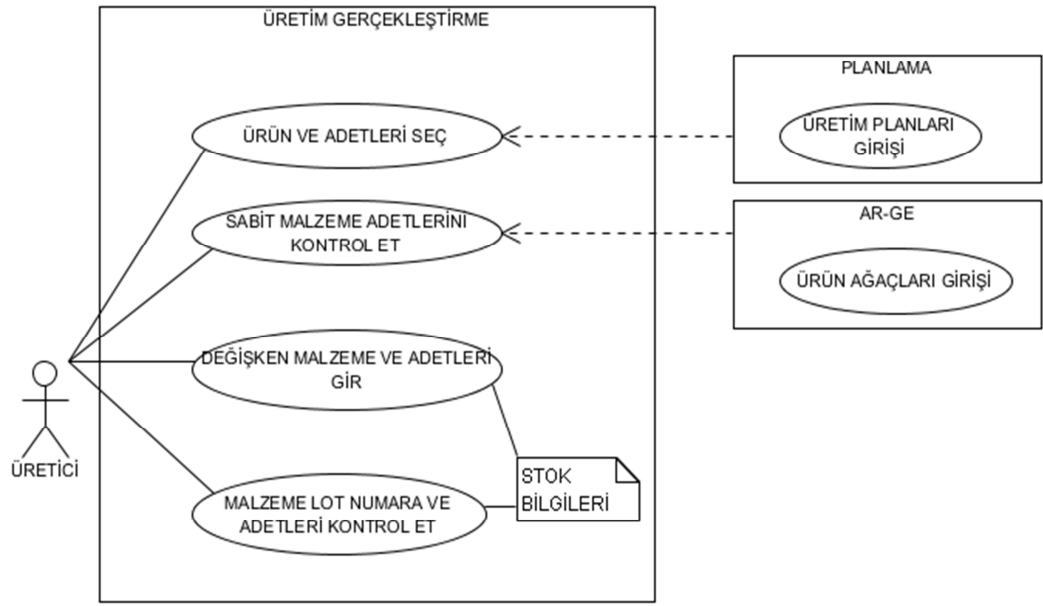
Ürün ağaçlarındaki ana yapı, üretim aşamasına kadar malzeme kodları ve bir üst kompleyi oluşturan malzeme adetlerinden oluşmaktaydı. Üretim ürün ağaçlarının, bu aşamaya kadar devam eden ürün ağaçlarından en önemli farkıysa, artık malzeme kodlarının tek başına değil parti numaralarıyla birlikte düşünülmesidir. Üretim ürün ağaçlarının bir malzeme, parti numarası değiştiğinde otomatik olarak farklı bir malzeme olarak davranmalıdır. Bu durum iki şekilde olabilir:



Şekil 23: Farklı Parti Numaralı Malzeme Kullanımlarında Alternatif Üretim Ürün Ağaç Yapısı

Şekil 23’de görüldüğü gibi üretim ürün ağaçlarında, malzeme kodları parti numaralarıyla birleşip farklı bir malzeme gibi ürün ağaçları yerini aldıklarında, iki farklı yapı söz konusu olabilir. Bunlardan biri her parti numaralı malzemenin ürün ağacının içine paralel olarak eklenmesidir. Diğeri, farklı parti numaralı malzemelerin birleşerek yeni bir parti numaralı malzeme oluşturmalarıdır. Genel olarak kullanılan yapı ilk yapıdır. İkinci yapı, farklı parti numaralarının birlikte kullanılmanın zorunlu ve takibin zor olduğu yerler için daha uygun olabilir. Örnek olarak, gün boyunca kaşar peyniri ürününü oluşturacak olan sütlerin bir kazanda birleşerek ara ara üretime verilmesi işleminde, ikinci yapının kullanımı daha uygun olabilir.

Üretim gerçekleştirme işlemleri aslında ürün ağaçlarının içinde yer alan ikili yapıların oluşturulma işlemleridir. Ürün ağaçlarının oluşturulması esnasındaki kullanıcı diyagramı aşağıdaki şekilde gibidir.



Şekil 24: Üretim Gerçekleştirme Kullanıcı Diyagramı

Sistem üretim ürün ağaçları oluşturma işlemini, ürün ağacı üzerindeki her ikili yapı için, aşamalı bir şekilde yapacaktır. Şekil 24’de görüldüğü gibi, ilk aşamada kullanıcı gerçekleştirilen üst kompleyi sisteme girmektedir. Bu giriş planlanan ürün ağaçlarındaki ürün cinsi ve adedi bilgilerinden otomatik gelmekte ve gerekli görüldüğü takdirde manuel düzeltmeler yapılabilmektedir. Bu aşamada kullanıcı tarafından sisteme girilmesi gereken bir başka bilgi, daha önce miktarsal değişken malzeme olarak tanımlanan malzemelerin veya komplelerin, adetleridir. Bu girişten sonra sistem çalıştırılır. Böylece sistem, işlem gördüğü ürün ağacı ikili yapısının altında bulunan sabit ve değişken malzeme veya kompleleri, FIFO’ya göre stoklarla eşleştirir. İkinci aşamada, üretim esnasında kullanılan malzeme veya komple parti numaralarının FIFO ile eşleşip eşleşilmediğine bakılır. FIFO’ya göre farklı kullanılan parti numaraları, yarı manuel bir şekilde stoktaki diğer parti numaralarıyla değiştirilir.

2.4.5. Üretim Sonrası Ürün Ağaçları

Ürün ağaçlarının fonksiyonu izlenebilirliğin sağlanabilmesi için üretim gerçekleştirmeyle bitmemeli, depolama, pazarlama ve sevkiyat aşamalarında da devam etmelidir. Bu aşamada ürünle ilgili takip edilmesi gereken asgari bilgiler:

- Üretim sonrası uğrayacağı depolar,
- Ürün taşıma zamanları,
- Sevkiyatı gerçekleştiren çalışan ve araç bilgileri,
- Pazarlama fiyat, satış yeri gibi bilgiler.

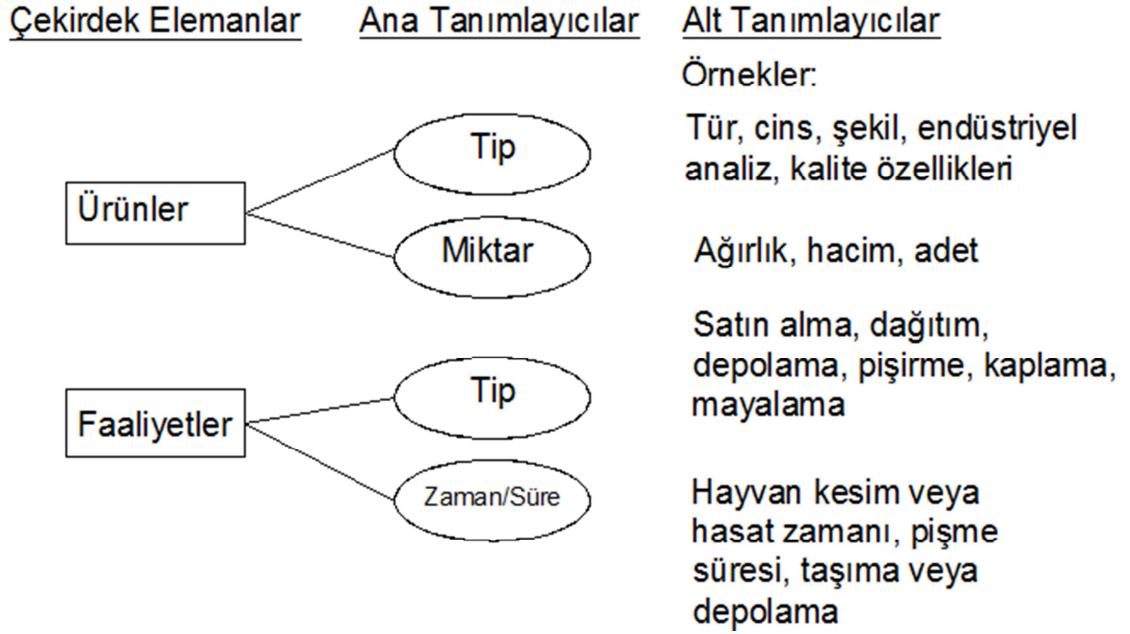
Otomotiv, beyaz eşya, makine imalat gibi sektörlerde ürün ağaçlarının fonksiyonlar üretim gerçekleştirilmesiyle bitmemekte, ürün içinde üretim ömrünü tamamlayan parçalar yedek parçalarla yer değiştirirken bunların da takibinin yapılması gerekmektedir.

Bu tür değişimlere gıda sektöründe çok sık rastlanmamaktadır. Gıda sektöründe, üretilmiş olan ürünün ambalaj hatası, sipariş taleplerinin değişmesi gibi sebeplerle tekrar başka bir ürün üretilirken yarı mamül şeklinde kullanılması söz konusu olabilmektedir. Bu gibi durumlarda da üretim sonrası yarı mamüle dönüşen ürünün, kendi ürün ağaç bilgileri korunmalı ve yeni ürün ağaç bilgilerine entegre olması gerekmektedir.

BÖLÜM 3: ÜRETİM ÜRÜN AĞAÇLARIYLA İZLENEBİLİRLİĞİN UML MODELİ

3.1. İzlenebilirlik Modeli Oluşumu İle İlgili Geçmiş Çalışmalar

İzlenebilirliğin önem kazanmasıyla birlikte izlenebilirliğin kapsamı, metodolojisi ve ortak kullanılabilir bir izlenebilirlik modelinin oluşturulması üzerine hazırlanan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmalarda en çok referans alınan Moe (1998:212) ürün ve aktiviteler olarak iki kısım olarak ele alınmış, ürün ve aktiviteleri kendi içinde de bir sınıflandırmaya tabi tutmuştur.

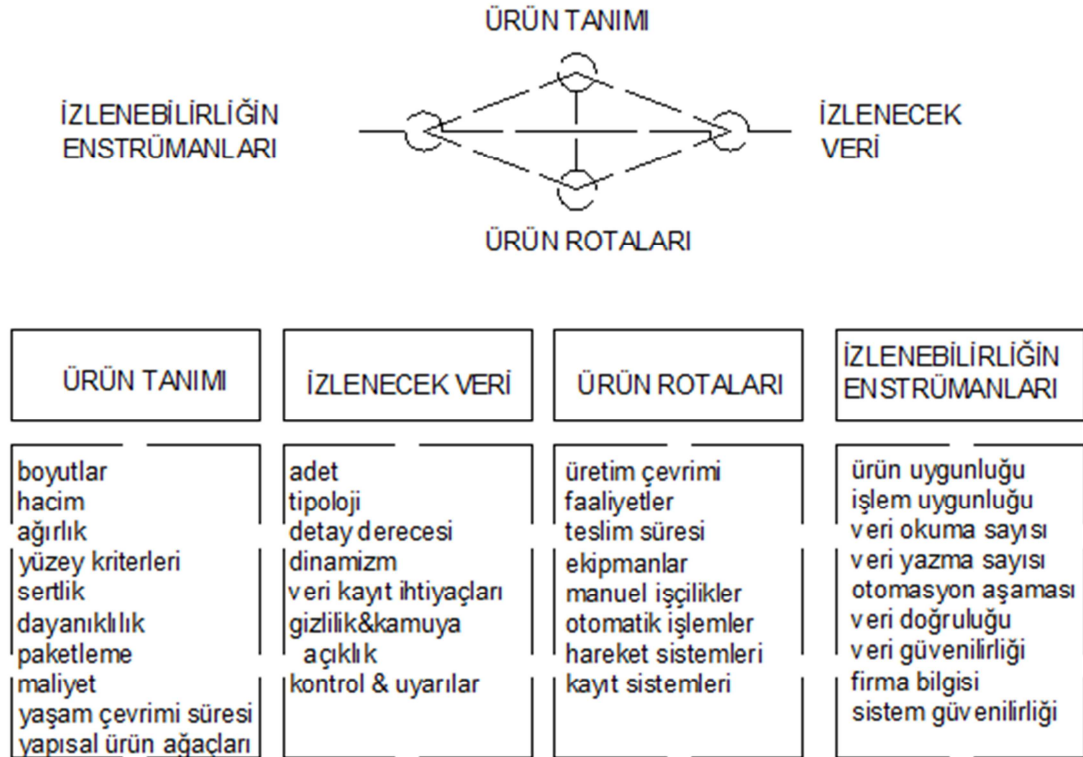


Şekil 25: Moe'ya Göre İzlenebilirlik Sisteminin Ana Yapıları

Kaynak: Moe (1998:212)

Moe'nun çalışmasında, Şekil 25'de de görüldüğü gibi, ürünü öncelikle ürün tipi ve ürün miktarı olmak üzere iki ana kısma ayırmış, daha sonra ürün tipi türler, çeşitlilik, şekil, kalite özellikleri gibi; ürün miktarını ise ağırlık, hacim, sayı gibi alt başlıklarda değerlendirmeye tabi tutmuştur. Diğer yandan aktivite, önce aktivite tipi ve aktivite süresi olmak üzere iki ana kısma ayrılmış ve aktivite tipi satın alma, dağıtım, depolama, pişirme, koruma ve fermente etme; aktivite süresiyse kesim veya harmanlama, pişirme, sevk etme veya depolama süreleri gibi alt başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

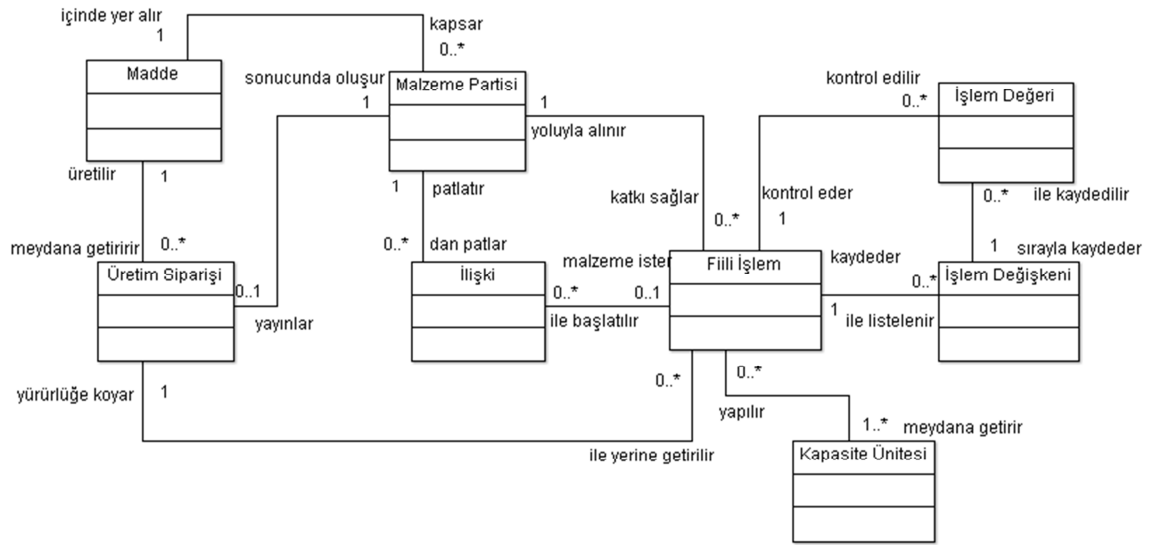
Regattieri ve arkadaşları (350), 2005 yılına gelindiğinde Moe'nin çalışmasına göre daha kapsamlı bir şekilde ürün izlenebilirliğinin çerçevesini oluşturmaya çalıştılar. Bu amaçla, ürün izlenebilirlik sistemini özellikle gıda sektörü için, dört önemli kısma ayırdılar. Bu kısımlar temel olarak ürün tanımlanması, izlenecek veriler, ürün rotaları ve izlenebilirlik araçlarıdır. Daha sonra bu kısımlar da, kendi içinde şekilde görüldüğü gibi alt dallara ayrılmıştır.



Şekil 26: Regattieri ve Diğerlerine Göre Ürün İzlenebilirliği Çerçevesi

Kaynak: Regattieri ve diğerleri (2007:350)

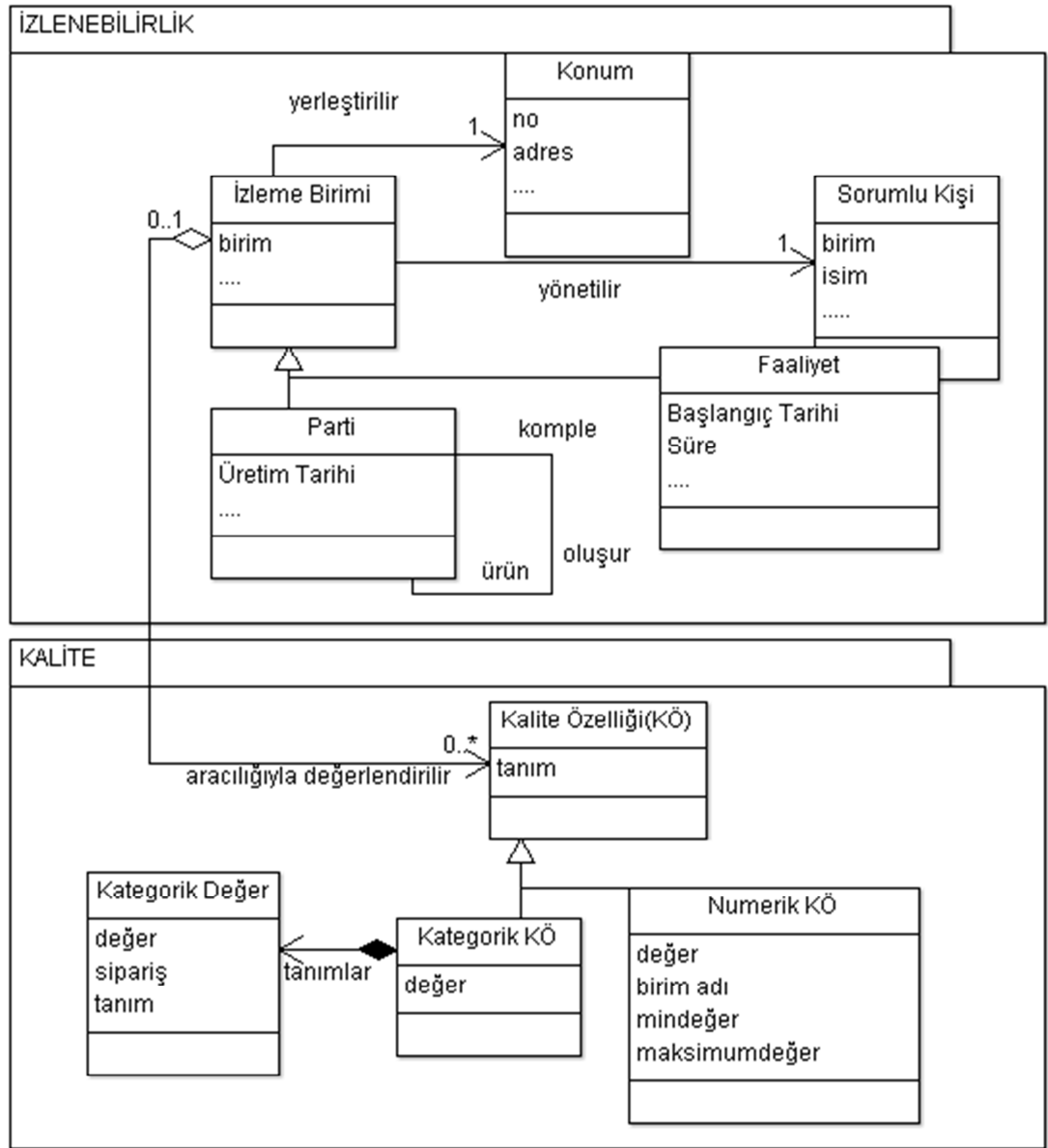
Diğer yandan izlenebilirlikle ilgili bir referans model üzerine çalışan Van Dorp (2003:284), tavuk üretim zincirinde yer alan aktörler ve onların yürüttükleri faaliyetler üzerine yaptığı alan çalışmaları sonucunda, Şekil 27'de görülen izlenebilirlik referans veri modelini oluşturmuştur. Referans veri modeli partiler arasındaki ilişkileri (nereden geldiği ve nerede kullanıldığı ilişkileri geçmiş kayıtlarını), üretimde partiler üzerindeki işlemleri, kontrolleri, ilgili değişkenleri ve işlemlerin gerçekleştiği yerlerdeki birimlerin kapasitelerini gösterir. Partiler arasındaki ilişkiler sayesinde ileriye ve geriye dönük izlenebilirlik gerçekleşir.



Şekil 27: Van Dorp'a Göre İzlenebilirlik Uygulamasıyla İlgili Veri Referans Modeli:
Prototip Projesi

Kaynak: Van Dorp (2003:284)

Bechini ve arkadaşları (2008:345), Van Dorp'un çalışmasından bir miktar farklı olarak yeni bir izlenebilirlik modeli hazırladılar. UML sınıf diyagramlarıyla oluşturulan veri izlenebilirlik modeli, izlenebilirlik ve kalite olarak iki ana kısma ayrılmıştır. İlk kısım, ürünün izlediği yolda geriye ve ileriye doğru izlenebilirlik için gerekli olan elemanları kapsarken, ikinci kısım ürün partilerin kaliteleriyle ilgili elemanları kapsamaktadır. İzlenebilirlik elemanları, ürün partilerini ve faaliyetleri içermektedir. Ürün partilerine bağlı olan izleme biriminde, izlenebilirlik tanımlamalarıyla oluşturulan izleme kimlikleri bulunur. İzleme birimleri, her zaman bir sorumlu aktör tarafından yönetilir ve konumlarına göre ayrı parti numaraları alır. Böylece, tedarik zincirinin her aşamasında, partilerin nerede saklandığı ya da işlem gördüğü bilgilerine ulaşılabilir. Bir parti bir faaliyetle, yeni bir veya daha çok parti oluşturabilir.

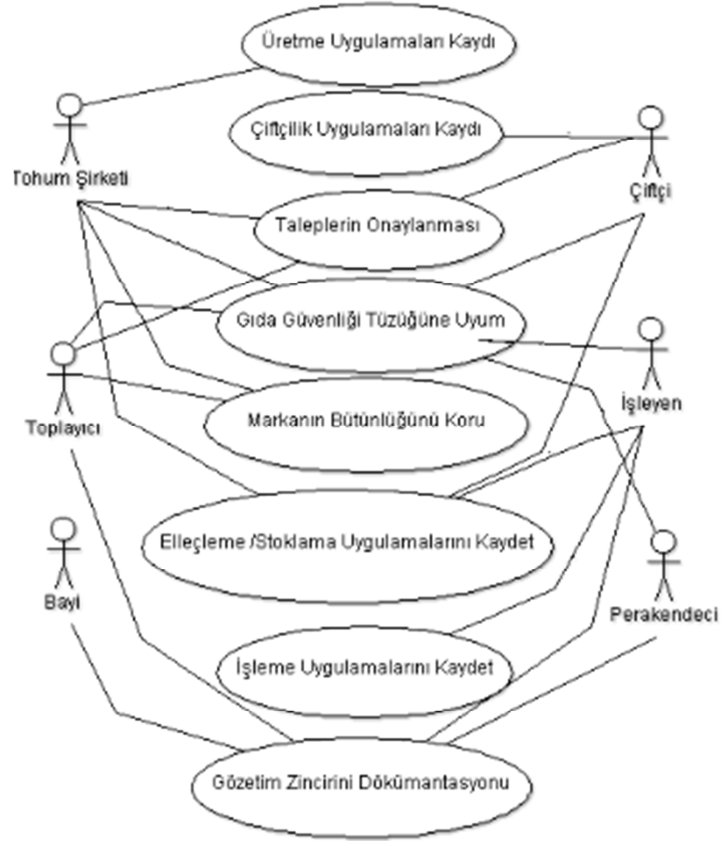


Şekil 28: Bechini ve Diğerlerine Göre İzlenebilirlik Veri Modelinin UML Sınıf Diyagramı

Kaynak: Bechini ve diğerleri (2008:345)

Model diyagramlarını kullanarak izlenebilirliğin kapsamını oluşturmaya çalışan bir başka araştırma da Thakur ve Hurbugh'e (2009:620) aittir. Çalışmalarında, izlenebilirliğe farklı bir bakış açısıyla yaklaşmışlar ve gıda sektöründe tahıl izlenebilirliğini, tedarik zincirinde yer alan her aktörün aktarması gereken bilgilerin bütünü olarak değerlendirmişlerdir. İzlenebilirliğin sağlanması için kaydedecekleri

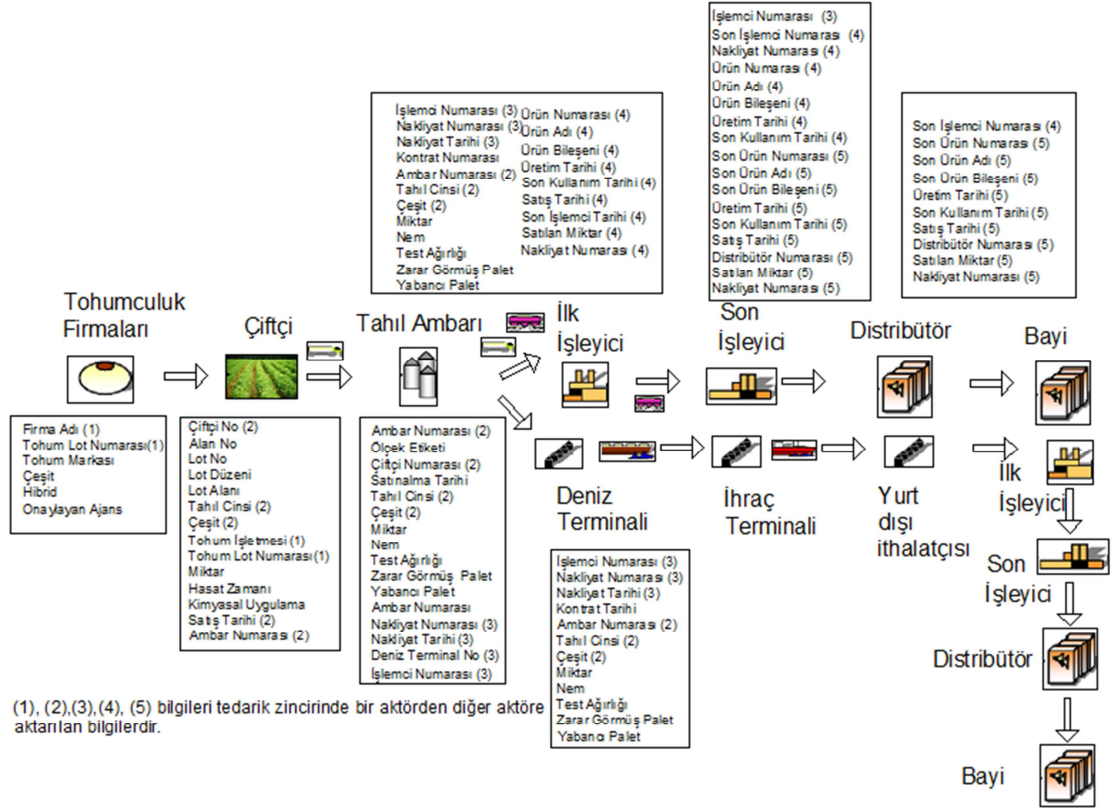
bilgileri kullanıcı diyagramı oluşturarak tanımlamışlar, böylece izlenebilirliğin sağlanmasında farklı aktörler arasındaki ilişkileri kurmuşlardır.



Şekil 29: Tahıl Tedarik Zinciri İzlenebilirlik Sistemi Kullanıcı Diyagramı

Kaynak: Thakur ve Hurbugh (2009:620)

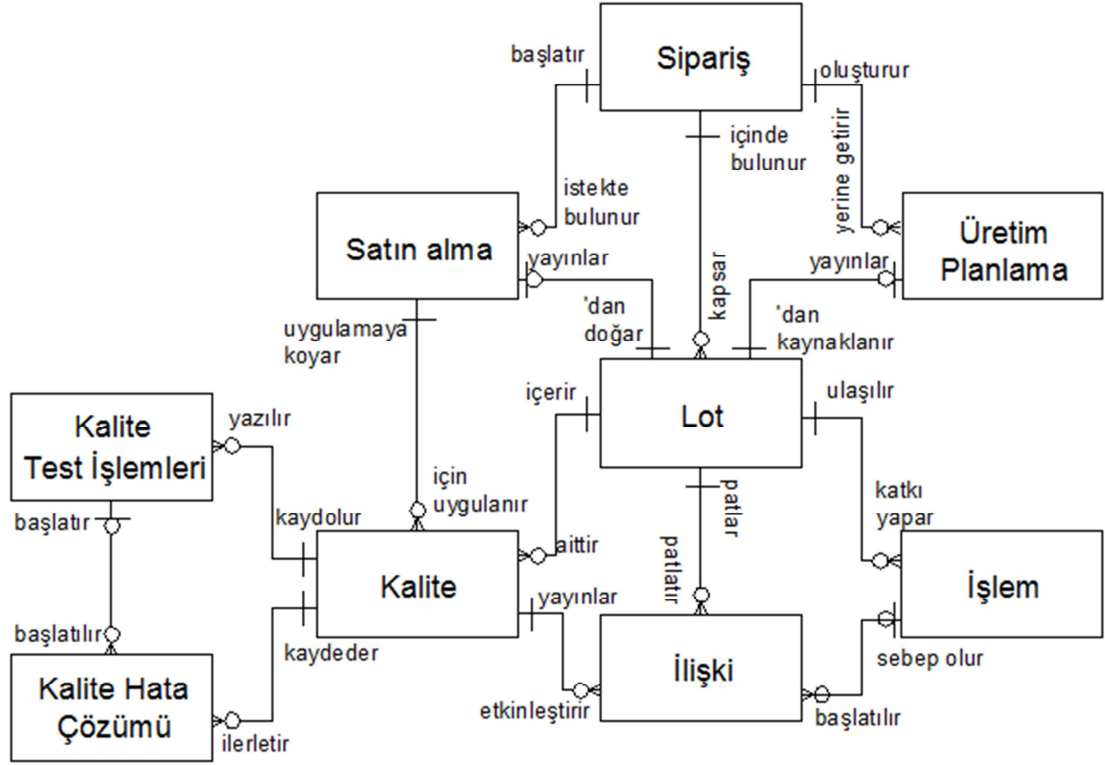
Thakur ve Hurbugh (2009), çalışmalarının devamında, tahıl tedarik zincirinde izlenebilirliği sağlamak için tüm aktörler tarafından tutulması gereken kayıtları Şekil 30'da tanımlamaktadır. Ayrıca, tahıl tedarik zinciri akışında her aktör, bir sonrakine gönderdiği tahılla ilgili verdiği kimlik numarasını aktarmaktadır. Tüm ilgili bilgiler kaydedildiğinde ve bir sonraki aktöre kimlik numarası aktarıldığında, son üründe kullanılan tahıl partileri ve özellikleri geriye doğru izlenebilir. Kurulan zincir sayesinde tahıl partileri çiftlikten satıcıya kadar ileri doğru da izlenebilmiş olur.



Şekil 30: Tahıl Tedarik Zincirinde Farklı Aktörler Arasındaki Muhtemel Bilgi Akışı

Kaynak: Thakur ve Hurbugh (2009:622)

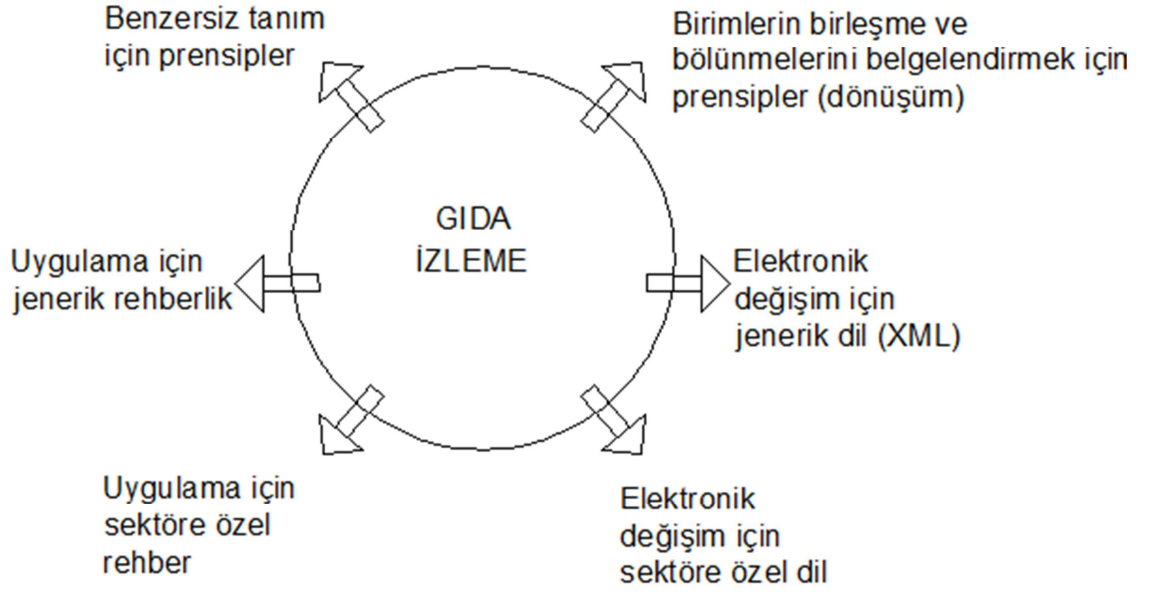
Khabbazi ve diğerlerinin hazırladığı 2010’da yayınlanan veri modelinde, UML diyagramları bir kere daha kullanılmış, üretim sürecinde izlenebilirliğin sağlanabilmesi için çeşitli kayıtlar arasındaki bağlantılar gösterilmiştir. Partilerin kalite verilerinin tanımlanması amacıyla kalite, kalite test operasyonları ve kalite hata çözümleri kayıtları oluşturulmuştur. Her bir kalite kaydı tek bir izlenebilirlik tanım numarasına sahiptir ve bu tanım numarası parti izlenebilirlik tipi sorgulanarak özel parti seri numarasından elde edilir. Modelde üretim planları ve işlemler arasında da ilişki kurularak, hangi işlemin hangi siparişe bağlı olduğu izlenebilmektedir. Satın alma birim tipleriyle de kalite birim tipleri arasında ilişki kurularak, satın alınan nesnenin kalite bilgisine erişim sağlanmış olmaktadır.



Şekil 31: Khabbazi ve Diğerlerine Göre Entegre İzlenebilirlik Modeli

Kaynak: Khabbazi ve diğerleri (2010:213)

Storoy ve diğerleri (2013:45), Moe ile Regattieri ve arkadaşlarının hazırladığı gıda izlenebilirliği üzerine bir çerçeve oluşturulma çalışmalarını farklı bir boyuta taşımış ve bu kapsamda gıda izleme bileşenlerini altı bileşene ayırmıştır. İlk bileşen olan benzersiz tanım için prensiplerde, gıda izlenebilirliğinde parti, ticari firma, lojistik hareketleri gibi izleme numaralarının benzersiz olması için GS1 organizasyonu tarafından verilen numaraların uluslararası boyutta tek olacağından bahsetmektedir. İkinci bileşen, birimlerin ileriye ve geriye dönük izlenebilirliklerini gerçekleştirebilmek için, birleşme ve bölünmelerdeki tüm değişimlerin kayıt edilmesidir. Üçüncü bileşen, genellikle talep ve cevaplama şeklinde yürüyen firmalar arasındaki elektronik bilgi değiş tokuşunun gerçekleştirilmesi gerekliliğidir. Bu bilgi alışverişi için XML standart bir kullanım sağlamaktadır. Dördüncü bileşen, her sektörün kendi içinde anlaşılabilir olması için ortaklaşa kullanacakları sektöre özel değişken ve özelliklerin açık bir şekilde tanımlanmasıdır. Diğer bileşenlerse jenerik ve sektöre özel uygulama bileşenleridir.



Şekil 32: Storoy ve Diğerlerine Göre Gıda İzleme Bileşenleri İçin Çerçeve

Kaynak: Storoy ve diğerleri (2013:43)

3.2. İzlenebilirlikle İlgili Model Sunan Çalışmaların Değerlendirilmesi

Ürün izlenebilirliğinde referans olabilecek çalışmalar iki ana başlık altında toplanabilir. Birincisi, herkesin kabul ettiği bir izlenebilirlik çerçevesi üzerine olan çalışmalardır. İzlenebilirlik çerçeveleri çok yönlü ele alınmış ve farklı açılardan izlenebilirliğin kapsamı ve gereklilikleri incelenmiştir. Böylece ürün izlenebilirliği kavramının neleri içermesi gerektiği sınıflandırılarak, uygulanabilir bir izlenebilirlik modelinin oluşturulması için alt yapı hazırlanmıştır. İkinci tip çalışmalarda, ürünün partiler halinde geçirdiği hayat döngülerindeki akışı ve bu akışı izleyebilmek için oluşturulan veri modelleri üzerine olan çalışmalardır. Bu modeller incelendiğinde Van Dorp'un 2003 tarihli izlenebilirlik modelinin, siparişler, işlemler ve parti numaraları arasındaki ilişkilerden oluştuğu görülür. 2008 yılında Bechini ve arkadaşlarının hazırladığı izlenebilirlik modelinde siparişler sınıfı bulunmamaktadır. Bu modelde, Van Dorp'un modelinden farklı olarak kalite değerleri izlenebilirlik sınıf diyagramına eklenmiştir. Model başlıca ürün kalite değerleri ve ürün faaliyetleri sonucunda oluşan ürün partileri arasındaki ilişkileri kapsamaktadır. 2010 yılına gelindiğinde, Khabbazi ve arkadaşları, geçmişte izlenebilirlik modeli üzerine hazırlanan çalışmaların içeriklerini birleştirerek,

izlenebilirlik modelini başlıca siparişler, üretim planları, işlemler, kalite ile ilgili değerler, parti numaraları ve parti numaraları arasındaki ilişkilerden oluşturmuştur.

Ürün izlenebilirliğinde, izlenebilirlik için bir çerçeve çizen, model oluşturan veya veri bağlantıları arasındaki akışı sorgulayan çalışmalar incelendiğinde, çalışmalarla ilgili Tablo 4’de görüldüğü gibi bir gruplandırma yapılabilir.

Tablo 4
Ürün izlenebilirliği model veya çerçeve çalışmaları

Kaynak	Yıl	İzlenebilirlik Çerçevesi	İzlenebilirlik Modeli	Veri Bağlantıları
Moe	1998	x		
Van Dorp	2003		x	
Regattieri ve diğ.	2007	x		
Baina	2007	x		
Bechini ve diğ.	2008		x	
Bechini ve diğ.	2008		x	x
Thakur ve Hurbugh	2009	x		
Bevilacqua ve diğ.	2009		x	
Donnelly ve diğ.	2009	x		
Khabbazi ve diğ.	2010		x	
Quertani	2011	x		
Karlsen	2011			x
Storoy ve diğ.	2012	x		
Pizzuti ve diğ.	2012			x
Hu ve diğ.	2013		x	x

Literatürde, izlenebilirlikle ilgili model çalışmalarının belli bir ürün grubuna yönelik olarak hazırlandığını görmekteyiz. Çalışılan izlenebilirlik modellerindeki tek kademede üretim planlamalarının hazırlanması (sipariş edilen ürünlerin planı), belki tahıl veya sebzeçilik gibi ürün çeşitliliği ve içeriğinde malzeme çeşitliliği de bulundurmayan ürünler için yeterli olurken içerisinde çeşitli malzemeleri bulunduran ürünler için yeterli değildir. Sistematik bir şekilde izlenebilirliğin sağlanması için temel ürün bilgilerini içeren ürün ağaçlarına izlenebilirlikle ilgili modellerde yer verilmemesi büyük bir eksikliklerdir. Ek olarak, bir ürünün izlenebilirliğinde rol alan ilgili firmalar, sorumlular, ekipmanlar gerektiği zaman sorgulanabilmesi ve eğer ürünle ilgili bir problem tespit

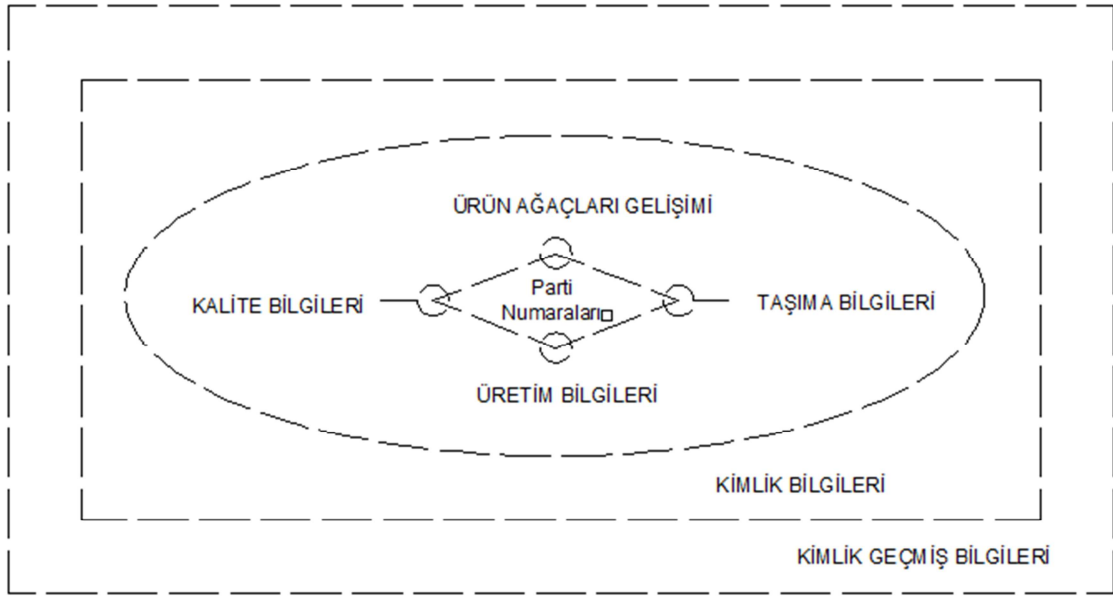
edilmişse ana problemin ana kaynağına ulaşılabilmesi için taşıma bilgileri, ekipman bilgileri gibi farklı parametrelerin ve bu parametreleri tanımlayan kimlik ve kimliğe ait geçmiş bilgilerin de izlenebilirlik modeli içerisinde yer alması gerekmektedir. Literatür incelemeleri, mülakatlar ve alan çalışması sonucunda elde edilen veriler ışığında ürün ağacı izlenebilirlik modelinin neleri kapsamı gerektiği aşağıda analiz edilmiştir.

3.3. Ürün Ağacı Merkezli İzlenebilirlik Modeli

Ürün izlenebilirliğiyle, girdi olarak tedarik edilen hammaddeler, ara mamul maddeleri ve girdi olarak kullanılan hizmetlerin menşei, proses geçmişi ve teslimattan sonraki ürünün yeri v.b. gibi kriterler izlenmektedir (ISO9001,7.5.3.). Bir ürünün hammaddelerini, yarı mamullerini içeren yapı, üretimle birlikte oluşturulan ürün ağaçları olduğuna göre, izlenebilirliğin ürün ağaçları üzerinden incelenmesi işlem adımlarını azaltmış ve izlenebilirlik için bir yalınlaştırma sağlamış olacaktır. Üretim süreci boyunca, ürün ağaçlarının sistematik bir şekilde gelişmemesi sonucunda izlenebilirliğin sağlanması için tüm parti numaralı ürünlerin ve bunlara ait parti numaralı komple veya malzemelerin manuel tek tek girilmesi gerekecek ve bu da baş edilemez bir iş yükü oluşturacaktır. Bu nedenle, bilişim sistemlerinden faydalanarak sistematik bir şekilde ürün ağaçları, ürün izlenebilirliğin sağlanmasında merkezde yerini almalıdır. Literatürde, ürün izlenebilirliğinin sağlanmasında ürün ağaçları kullanılarak oluşturulan bir izlenebilirlik modeli bulunmamaktadır. Ürün ağaçlarının izlenebilirlik için kullanılmaması izlenebilirliğin özellikle montaja dayalı iş yapan ve pek çok malzemenin birleşimiyle oluşan ürünlerde yeterli düzeyde gerçekleşmemesine neden olmaktadır. Literatürdeki, ürün ağaçları ve ürün izlenebilirliği ile ilgili çalışmalara ayrı ayrı bakıldığında, izlenebilirlikle ilgili çalışmaların gıda sektörü üzerine yoğunlaştığı, diğer yandan ilk bölümde de belirtildiği gibi, ürün ağaçları üzerine çalışmaların da montaj yapan işletmelerle sınırlı olduğu görülmektedir.

Bu çalışma, en etkin bir şekilde izlenebilirliğin, üretim ürün ağaçlarını merkeze alarak olabileceğini savunmakta ve bu işin nasıl yapılabileceğine dair bir model ortaya koymayı amaçlamaktadır. Model oluşturmadan önce, izlenebilirlikle ilgili kavramların kendi içinde sınıflandırılmaları ve içeriklerinin incelenmesi doğru olacaktır. Bu kavramlar aynı zamanda ürün izlenebilirliğini sağlayacak olan model içindeki temel sınıflardır.

Gıdayla ilgili izlenebilirlik düzenlemeleri, topraktan (bitkiden veya hayvandan) çatala, tüm işleme, üretim, temin, taşıma, işlem görme ve dağıtım aşamalarında, açık, kanıtlanabilir bir kayıt sistemini gerektirmektedir. İzlenebilirliğin en belirgin objesi olan gıda, insan izlenebilirliğini sürecin bir parçası olarak görülmediğini ima etse de, gıda kendiliğinden hareket edemez. Bu nedenle, insanlar gıdayla ilgili her taşıma ve işlemden izlenebilirlikle ilgili kayıtlarını sistematik ve hatasız bir şekilde veritabanına yüklemekle sorumludurlar (Popper, 2007:365).



Şekil 33: Ürün İzlenebilirlik Kapsamının Şematik Görünümü

Literatürde izlenebilirlik kapsamının ürünler ve aktiviteler olarak ayrılması gerektiğini önermektedir. Çalışılan işletmede izlenebilirliğin nasıl sağlanabileceği düşünüldüğünde ise izlenebilirlik kapsamı daha çok sınıfa ayrılması gerektiğine karar verildi. Bu gruplar Şekil 33'de de görüldüğü gibi başlıca, ürün içeriğini gösteren ürün ağaçları, ürün içeriğindeki kalite ve kontrol değerlerini gösteren kalite, ürün içeriklerinin taşıma ve stok bilgilerini gösteren taşıma bilgileridir. Bu bilgilerin tanımlanabilmesini sağlayan bilgiler (kimlik bilgileri) ve bir sorunla karşılaşıldığında nedenlerin sorgulanmasına olanak veren kimliğe ait geçmiş bilgiler de, izlenebilirlik kayıtlarında tutulması gereken diğer bilgilerdir. Ayrıca, taşıma bilgilerinden algoritmayla anlık stok bilgilerinin çıkarılması, işlem hızını yavaşlatacağından anlık stok bilgileri de ayrıca tutulması gerekli görülmüştür.

İzlenebilirliğin altı grup altında oluşturulması ve bu gruplara göre modellenerek tutulması, ürün izlenebilirliğinin yalın ve bütüncül bir şekilde uygulanabilirliğini sağlayacaktır.

3.3.1. Süreç Boyunca Şekillenerek Gelişen Üretim Ürün Ağaçları (Malzeme İçerik Bilgileri)

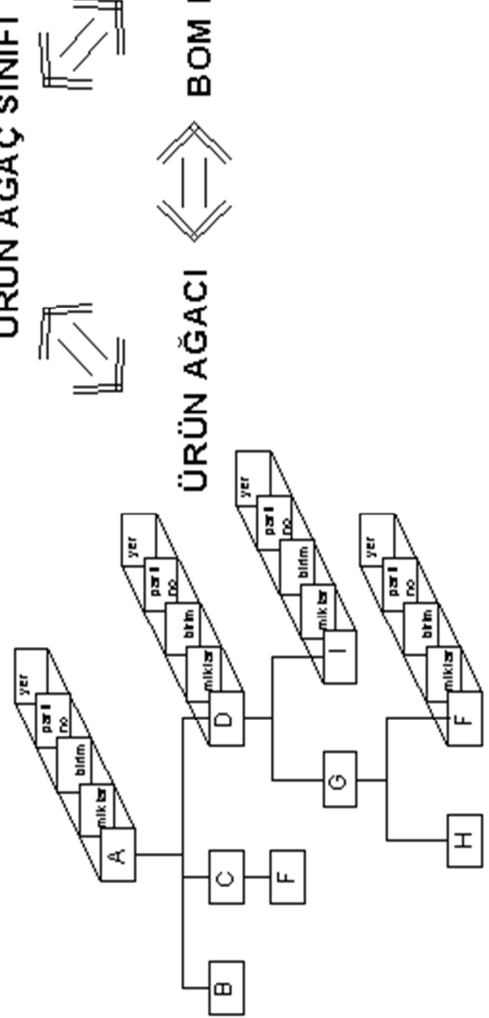
Üretim ürün ağaçları, sistematik bir şekilde süreçler boyunca şekillenerek oluşmuş ve üretimle beraber parti numaralarıyla birleşerek son halini almıştır. Üretim ürün ağaç yapısında temel olarak önerilen beş alan, üst parti numarası, malzeme numarası, miktar, birim ve alt birimler için parti numarasıdır.

Bir veritabanındaki ikili ilişkilerde, ikinci bölümde anlatıldığı gibi alt ve üst birimler bir veya birden çok olabileceği ve bunun sayısı bilinemeyeceğinden, üretim ürün ağaçları tablosuna tek malzeme alanı açılmıştır. Bu malzemenin ürün ağacı ikili yapısı içinde alt malzemeyi mi yoksa üst malzemeyi mi temsil ettiği alt birim parti numarası alanından bilinmesi esas alınmıştır. Eğer, alt birimler için parti numarası alanı boş bırakılmışsa, bu ikili ağaç yapısı içinde bu birimin bir üst birim olduğunu göstermektedir. Bu durumda üst birim parti numarası, bu malzemenin parti numarası olacaktır. Eğer alt birim parti numarası doluyorsa, bu kayıta yazan malzemenin bir alt malzeme olduğu anlaşılır. Bu malzemenin, hangi malzemelerin üretiminde kullanıldığının öğrenilmesi için üst parti numarasının aynı olduğu ve alt birim parti numarasının boş bulunduğu kayıtlar çekilir. Çekilen kayıtlardaki malzeme numaraları ikili yapılarıdaki üst birim parti numarasını verir.

Şekil 34’de görüldüğü gibi, ürün ağacı ve BOM listeleri arasında içerik açısından bir fark yoktur, aralarındaki fark sadece gösterim şekline ibarettir. Üretim ürün ağacı ikili yapılar tablosu, üretim gerçekleştirme işleminde elde edilen üst malzemelerle, bu malzemelerin elde edilmesinde kullanılan alt malzemelerin sistemli bir şekilde tabloya işlenmesinden oluşur.

ÜRÜN AĞACI KİLİ YAPILAR				
ÜST PARTİ NUMARASI	MALZEME NUMARASI	MİKTAR	BİRİM	ALT BİRİMSE PARTİ NUMARASI
zaman3-ye13	H	3	kg	zaman1-ye1
zaman3-ye13	F	2	kg	zaman2-ye2
zaman3-ye13	G	3	adet	
zaman4-ye14	G	2	adet	zaman3-ye3
zaman4-ye14	I	3	kg	zaman6-ye5
zaman4-ye14	D	3	adet	
zaman7-ye17	F	1	kg	zaman2-ye2
zaman7-ye17	C	2	adet	
zaman9-ye19	B	2	adet	zaman8-ye8
zaman9-ye19	D	1	adet	zaman4-ye4
zaman9-ye19	C	1	adet	zaman7-ye7
zaman9-ye19	A	1	adet	

ÜRÜN AĞAÇ SINIFI



BOM LİSTESİ

- A 1 adet zaman9-ye9
 B 2 adet zaman8-ye8
 C 1 adet zaman7-ye7
 F 1/2 adet zaman2-ye2
 D 1 adet zaman4-ye4
 G 2/3 adet zaman5-ye5
 H 2 kg zaman1-ye1
 F 4/3 kg zaman2-ye2
 I 1 kg zaman5-ye5

Şekil 34: Ürün Ağaç Sınıfı - Şeması Ve BOM Listesi

Üretim ürün ağaçlarından ürün ağaç yapılarını elde etmek için bir algoritma çalıştırılması gerekmektedir. Algoritma sayesinde verilen bir malzemenin nerelerde kullanıldığı ve nerelere dağıtıldığı bulmak bulunabildiği gibi, bir malzemenin altında hangi malzemelerden ne kadar kullanıldığı da bulunabilir. Bu sorgulama da farklı bir boyutta ileriye ve geriye dönük izlenebilirlik olarak düşünülebilir.

Üretim ürün ağacı ikili yapılarına, işletmede elde edilen ve elde etmede kullanılan tüm malzeme bilgileri parti numaralarıyla birlikte kaydedilmelidir. Parti numaraları, satın alma işlemiyle tedarikçiden gelebilir veya yeni bir malzemenin elde edilmesinde işletme tarafından verilebilir. Satın alınan malzeme parti numarasıyla birlikte anlık malzeme kayıtlarına eklenir ve üretim gerçekleştirme işlemleri sırasında üretim ürün ağaçları ikili yapılarına kayıtları yapılır. İzlenebilirlik için en ideal yöntem tedarik zinciri boyunca kayıtların aynı veritabanına işlenmesi olmasına rağmen bu yöntem entegre bir bilişim sisteminin kullanılmasını gerektirmektedir. Bir diğer yöntem satın alma işlemi esnasında sadece fiziksel alımın değil, bu satın alma kalemiyle ilgili verilerin de satın alma yapılan şirkete aktarılmasıdır. Şirketlerin aynı tip veritabanı yapısını kullanmasıyla, bu aktarım kolay bir şekilde gerçekleşecektir.

3.3.2. Taşıma Bilgileri

Bu bilgiler anlık değil, belirli bir süreç kapsayan bilgilerdir. Malzemenin nereden nereye taşındığı, taşıma zamanı ve süresi, taşıma yolu, taşıyıcının kimlik bilgileri gibi bilgiler kaydedilir. Taşıma işlemi, malzemelerin tedarikçilerden satın alınırken geçirdiği hareketleri, işletme içinde stokların hareketlerini, bitmiş ürünün dağıtım kanallarına gönderilme hareketlerini kapsamaktadır. Bu nedenle kayıtlara işlenen taşıyıcılar, işletme içinde hareket eden forkliftlerden, uluslararası taşıma görevi gören gemilere kadar geniş bir spektrumu kapsamalıdır. Benzer şekilde, taşıma yerleri, müşteriler, tedarikçiler, hurdaya ayrılma mekanları ya da işletme içi depolar gibi farklı tanımlanabilir. Taşıma bilgileri de, tıpkı ürün ağacı yapısı gibi bir tedarik zinciri yapısında olacağından, taşınan her parti numaralı malzeme için, akış ya ürün ağaç ikili yapılar kayıtları üzerinden ya da taşıma bilgileri üzerinden gidecek şekilde devamlı olmalıdır. Bunun sağlanması da, ancak ve ancak, her kaydın eksiksiz bir şekilde işlenmesiyle oluşabilir. Taşıma bilgilerinin aynı tablo altında tutulması, sorgulamayı kolaylaştıracak ve kayıtları yalınlaştıracaktır.

3.3.3. Malzeme Kalite ve Üretim Kontrol Bilgileri

Malzeme kalite bilgilerinin saklanması için hazırlanan tablo parti numarası, malzeme numarası, ölçülen değer, ölçüm değeri, sorumlu ve ölçüm zamanı alanlarından oluşmaktadır. Malzeme kalite ve üretim kontrol bilgileri, parti numaraları ve ölçümlerin alındığı aşamadaki malzeme numaraları üzerinden sorgulanmaktadır. Bu bilgiler daha çok kalite kontrolcüler tarafından kritik noktalarda⁴ ölçümleri yapılan değer bilgilerini kapsamaktadır. Bu ölçümler, malzemelerin üretim sonrası kalite değerlendirme ölçümleri olabileceği gibi, üretim esnasında üretimi yönlendireceği kontrol ölçümleri de olabilir. Malzeme kalite ve içerik bilgilerini kapsayan tabloda, ölçülen değere örnek olarak şunları sıralayabiliriz.

İçerik,	Sıcaklık,	Mukavemet,
İşlevsellik	Akışkanlık,	Kalınlık,

Eğer üründen beklenen özellik bilgileri veritabanına tek tek alan olarak eklense, farklı sektörlerde, farklı malzemeler ve farklı ihtiyaçlar dolayısıyla bu alanların sayısı milyonları geçecektir. Hatta aynı malzeme için bile onlarca farklı alan açılması gerekebilir. Bu durumda tüm sektörler tarafından ortak kullanılan bir izlenebilirlik modelinin hazırlanabilmesi ve standart bir şekilde sorgulanabilmesini imkansız olacaktır. Bu nedenle, kaliteye ait bilgilerin işlendiği tabloda, ölçülen değer için bir alan, ölçüm sonucunun yazılması için de başka bir alan eklenmeli ve tüm kalite değerlerinin bu iki alana eklenebileceği şekilde kayıt basitleştirilmelidir. Bu değerlerin istenen standartlara uygun olup olmadığı kimlik içerik bilgilerinde yer alacak malzeme teknik şartnameleri veya malzeme üretimi kontrol kriterleri tablolarından sorgulanabilir.

3.3.4. Ürün Dışı Kullanım Bilgileri

Ürüne temas eden, ancak ürünün içeriğinde tüketilmeyen etkenlerin kayıtlarıdır. Üretim gerçekleştirme esnasında üretimin gerçekleştiği yer, makine, ekipman, ürünle birlikte sarf edilen malzemeler gibi bilgiler kaydedilir. Ürün dışı kullanımlar, ekipman veya makinelerde olduğu gibi demirbaş statüsünde uzun süreli aynı kullanım olabileceği gibi,

⁴ Gıdanın sağlık açısından risk taşımaması için kontrol uygulanmasının kaçınılmaz olduğu üretim noktasıdır (Topoyan,2003,7).

bir otomotiv yan sac üretiminde kullanılan ve belirli periyotlarla değiştirilen punta elektrotlarında olduğu gibi ürünle paralel tüketiliyor da olabilir. Ürün dışı kullanım bilgileri de ekipman ölçüm bilgileri ve makine bakım bilgileriyle bağlantılı bir şekilde hazırlanmalıdır. Ekipmanın tükettiği sarf malzemeler de ürün dışı kullanım bilgileri kaydı altında tutulmalıdır.

3.3.5. Kimlik Bilgileri

Bu kimlik bilgileri aşağıdaki tanımlarla ilgili olabilir. Bu bilgiler ilgili birimlere bir kere verilir ve daha sonra üretim gerçekleştirilmede bulunulurken parti numarası ve malzeme numarası belirtilen ürün veya malzemelerin kayıtlarına işlenir.

Depo,	Taşıt,	Taşıyıcı,
Makine,	Tedarikçi,	Malzeme,
Sorumlu kişi,	Müşteri,	Firma,
Ekipman,	Bayi,	

Globalleşen dünyada izlenebilirliğin sağlanabilmesi, herkes tarafından ortak olarak kullanılacak ürün ve bu ürünü ilgilendiren terimlerin standartlaştırılmasıyla gerçek anlamda mümkün olacaktır. Firmalar arasında aynı ürün için farklı kodların kullanılması, parti numaraları için farklı kodlandırma sistemlerinin kullanılması, kullanılan veri tabanlarının ve veri tabanlarını oluşturan formatların farklılıkları, aynı nitelik veya nicelik ölçümleri için farklı adların kullanılması gibi pek çok kaos izlenebilirliğin sağlanmasının önünde bir engeldir. Bechini ve arkadaşları (2008:350) çalışmasında, önemli tarım topluluklarının, belirli bir ürün için tarımsal veritabanı içinde yakalanması ve depolanması gerekli olan bilgileri tanımlayabilmek ve her veri elemanı için, standart bir isimlendirme düzeni geliştirebilmek için mücadele ettiklerini, ancak, bir standart oluşturmada başarısız olduklarını belirtmektedir. Türkiye'deki özel sektörün en üst düzeyde temsilcisi olan TOBB, bir işletmenin ürettiği mal veya hizmetlerin gerek ulusal gerek uluslararası alanda ortak bir standart sistem tarafından tanımlanması için GS1 Organizasyon üye kuruluşu olarak görev yapmaktadır. Organizasyon, ticari ürünlere ürün çeşidini dünya üzerinde özgün (tekrar etmeyen) olarak tanımlayan bir numara vermektedir. Ürün üzerinde barkodlara basılmış olan bu

numaraya GTIN (Küresel Ticari Ürün Numarası) denilmektedir. Ayrıca organizasyon, firmalar, şubeler, bankalar gibi yasal yerleşim birimleri; satın alma departmanı, muhasebe departmanı gibi fonksiyonel yerleşim birimleri; bir yapı içindeki depo, sevkiyat alanı gibi fiziksel yerleşim birimleri için de GLN (Küresel Yerleşim Numarası) adı verilen numaralar GS1 Organizasyonu tarafından verilmektedir (TOBB, 2012;1,2,3,18). GS1 çalışmalarındaki standartlaştırma numaraları, firmalara, ürünlere, lokasyonlara, taşıma birimlerine ve demirbaşlara verilmektedir. GS1 çalışmaları dışında kimlik bilgilerinde vatandaşlık numaraları, araç plakaları, vergi sicil numaraları gibi kamunun düzenlediği numaralardan faydalanılması karışıklıkları engelleyecektir.

3.3.6. Kimlik İçerik Bilgileri

Bu bilgiler direk ürün gerçekleştirme ile ilgili değildir. Ancak ürün gerçekleştirme esnasında kullanılan birimleri tanımlayıcı olduklarından ve onların geçmişleriyle ilgili bilgi verdiklerinden gerekli olan izlenebilirlikle ilgili gerekli olan verilerdir. Örnekler:

Makine bakımları,

Ekipman ölçümleri,

Malzeme teknik şartnameleri,

Tedarikçi anlaşmaları,

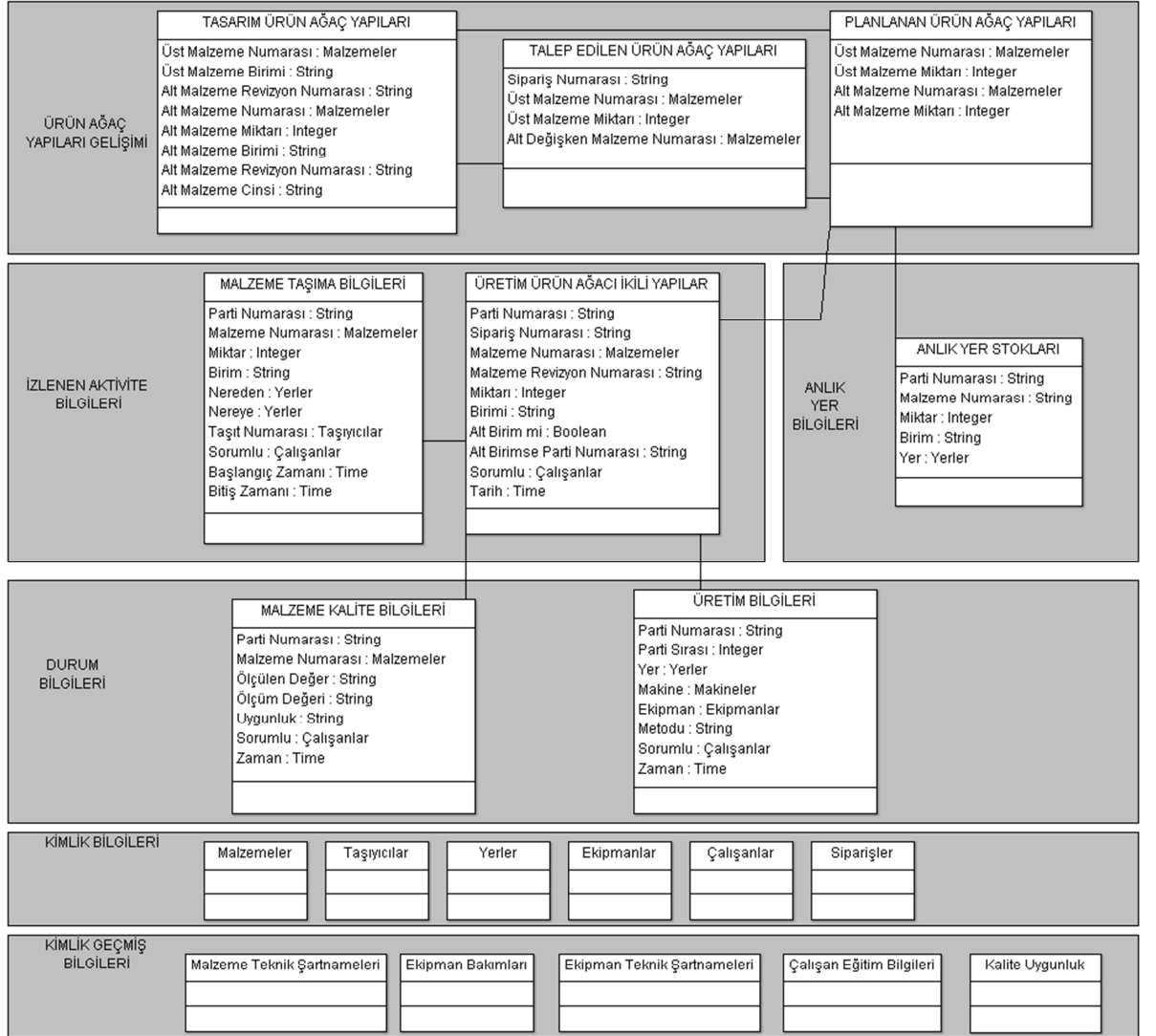
Çalışan eğitim bilgileri,

Taşıyıcı kullanım ve bakım bilgileri,

Şekildeki izlenebilirlik modeli başlıca iki ana kısma ayrılabilir. Birinci kısım, bir ürünün içindeki malzemeleri ve malzeme adetlerini gösteren ürün ağaçlarının, üretim gerçekleştirme sonrasında içerik bilgilerinin doğruluğunun sağlanabilmesi için geçirmesi gereken değişimleri gösteren ürün ağacı gelişim aşamalarıdır. Daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi, tasarlanan, talep edilen, planlanan ve gerçekleşen ürünler arasında farklar olmaktadır. Bu farkların nelerden kaynaklandığının tespit edilip tanımlanabilmesi ve ürün ağaçlarına üretim fonksiyonları boyunca bir sistematığın getirilmesiyle, üretim ürün ağaçlarına ulaşılır. Üretim ürün ağaçlarıysa, izlenebilirlik modelinin merkezinde yer alması gereken, izlenebilirlikle ilgili tüm bağlantıları sağlayan ana yapı olmalıdır.

Şekil 35'deki modelde görüldüğü gibi, tasarım ürün ağaçları altlarında sabit ve değişken malzemeleri kapsarken ve müşterilerle üreticilere, üretimin farklı aşamalarında malzeme opsiyonları sunarken, üretim ürün ağaçlarının altındaki tüm bilgiler artık

gerçekleşmiş durağan bir yapıdadır. Bu ürünlerde tüketilen parti numaraları ve malzeme numaraları bir arada düşünülerek kayıt edilmektedir. Parti numaraları ve malzeme numaraları üzerinden izlenebilirliğin sağlanması için gerekli olan, taşıma, içerik, kalite ve ürün dışı kullanım bilgilerine ulaşılmalıdır. Bu bilgilere ulaşırken kullanılan tanımlayıcılar kimlik numaralarıdır. Kimliklerin bir nevi sicillerini gösteren ve sorgulamalarda nedenlerin bulunmasında yol gösterici olan kimlik geçmiş bilgileri de izlenebilirlik modelinin içinde yer alır.



Şekil 35: Üretim Ürün Ağaçları Merkezli İzlenebilirlik Modeli

BÖLÜM 4: ALAN ÇALIŞMASI

İzlenebilirliğin sağlanması için öncelikle her ürünün altındaki ara ürün ve malzeme kayıtlarının doğru bir şekilde oluşturulabilmesi gerekmektedir. Ancak üretimlerde aynı ürün için üründen ürüne kullanılan malzemelerin değişebildiği tespit edildiğinden mevcutta kullanılan ürün ağaç yapılarıyla izlenebilirlik uygulanamayacağı görülmüştür. Ürün ağaçlarıyla planlamanın yapılabilmesi ve ürün izlenebilirliğinde ürün ağaçlarının kullanılabilmesi için, ürün ağaç yapısının nasıl olması gerektiği ve süreçler boyunca ürün ağaçlarının hangi değişimlere uğraması gerektiği analiz edilmiştir. Ürün ağaçlarının sadece planlama aşamasında değil üretim gerçekleşikten sonra da güncelliğini koruyabilmesi için ikinci bölümde de teorik olarak anlatıldığı gibi ürün ağaçları içindeki malzemeler kendi içinde farklı gruplara ayrılmış ve gruplarına göre ürün gerçekleştiriminin farklı aşamalarında gerekli girişlerin yapılması önerilmiştir. Önerilen modelin uygulaması süt ürünleri üreten bir tesiste gerçekleştirildi.

4.1. Firma Tanıtımı ve Alan Çalışmasının Kapsamı

Çalışma, günlük 200 ton süt işleme kapasitesine sahip, yoğurt, ayran, beyaz peynir, kaşar peyniri, yöresel peynirler gibi süt ürünleri imal eden bir tesiste uygulanmıştır. Firmada yüzden fazla ürün çeşidi, 9000 m² kapalı alanda üretilmektedir. Yaklaşık 200 kişinin üretimde çalıştığı tesis, ürünlerini pek çok şehre bayileri aracılığı ile satmaktadır. Şirkette satın almalarından sevkiyat gerçekleştirmeye kadar geçen iş süreçlerinin tek platform üzerinden yürütülebilmesi için özel yazılım geliştirilmiş ve bilişim sistemleri üzerinden izlenebilirliğin sağlanması üzerine çalışılmıştır. Yazılım dili olarak visual basic ve asp.net, veri kaydı için de ağırlıklı olarak yapılandırılmış sorgu dili (SQL) server veritabanı kullanılmıştır. Kaşar peyniri üretiminde uygulanan çalışma, alan çalışması olarak aktarılmıştır.

Çalışılan firmada alan çalışması olarak seçilen kaşar peyniri üretiminde, ürün izlenebilirliğin sağlanması için kaşar peynirinin üretimine dahil olan veya etki eden parametreler kendi içinde gruplandırılarak bir model oluşturulmuştur. Daha sonra alan çalışmasının kapsamı genişletilerek izlenebilirlik üzerine daha genel geçer bir model oluşturulmaya çalışılmıştır. Alan çalışmasının anlaşılması için öncelikli olarak kaşar peyniri iş akışı çıkarılmıştır.

4.2. Kaşar Peyniri İş Akışı

Kaşar peynir üretim sürecindeki izlenebilirlik çalışması, kayıtlardaki isimler ve değerler değiştirilerek süt ürünleri üreten bir işletmede gerçekleştirilmiştir.

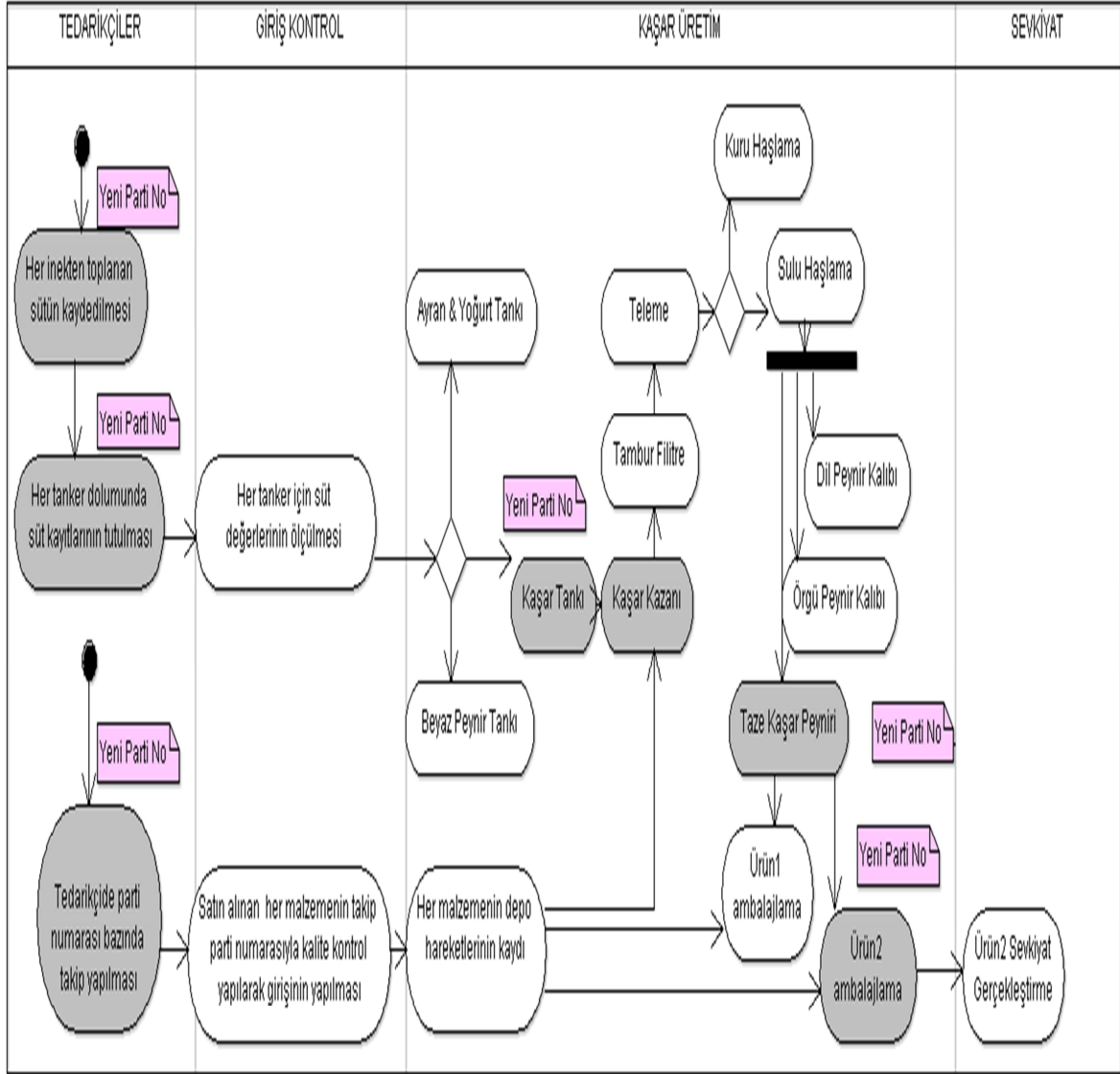
Şekil 36'da görüldüğü gibi, kaşar üretim akışı başlıca iki koldan ele alınabilir. Birincisi, kaşar içinde en çok kullanılan ve en önemli girdi olarak kabul edilen sütün akışı, ikincisiyse, kaşar üretiminde süt dışında kullanılan malzemelerin akışlarıdır. Satın alınan süt, içerik değerleri kontrol edildikten ve ilk pastörizasyondan sonra, kaşar peyniri tankına doldurulmakta ve buradan belli aralıklarla, kaşar üretim hattındaki kazanlardan birine gönderilmektedir. Diğer taraftan, kaşar peynirinde kullanılacak içerik ve ambalaj malzemeleri, süt ve süttten elde edilen yarı mamüllerle farklı aşamalarda birleşmektedir. İlk birleşme kaşar kazanında meydana gelmekte, bir süre içerik malzemeleriyle ısıtma ve karıştırma işlemi gören süt, mayalanarak belli bir kıvama geldiğinde tambur filtreye aktarılmakta ve bu filtrelerde de içindeki peynir altı suyunun tamamıyla süzülme işlemi gerçekleştirilmektedir.



Fotoğraf 1: Kaşar Peyniri Yarı Mamül Üretim Yeri

Tambur filtreden sonra teleme tezgahlarına alınan yarı mamülün karıştırılma işlemi bu tezgahlarda da devam etmektedir. Teleden sulu haşlama tezgahına alınan yarı mamül, burada 85°C civarında ısıtılıp soğutulularak pastörize edilir ve içindeki mikropların ölmesi sağlanmaktadır. Sulu haşlama işleminden sonra, kalıpların içine

dökülen peynir dinlenme odalarına gönderilmekte ve bu odalarda bir gün bekletildikten sonra ambalajlamaya gönderilerek, folyoya sarılma ve etiketlendirme işlemleri yapılarak bitmiş ürün haline gelmektedir. Bitmiş ürünler, önce sevkiyat depoya ve sonrasında da müşterilere gönderilmektedir.



Şekil 36: Kaşar Üretiminde Malzeme Akış Diyagramı

4.3. Tedarikçide İzlenebilirlik

Teknolojik gelişmeler, internetin yaygın kullanılması ve bilgi aktarımının kolaylaşması sayesinde firmalar arası dijital bilgi transferleri mümkün olmaktadır. Eğer, işletmeler ortak bir izlenebilirlik modeli kabul ederler, modelde belirtilen tablo ve alanlara uygun

şekilde veritabanı hazırlarlarsa, herhangi iki firma arasında bilgi aktarımı çok kolay bir şekilde yapılabilecektir. Minimum düzeyde izlenebilirliğin sağlanabilmesinin şartı, malzemeler el değiştirirken parti numarası ve satın alındığı firma bilgileri kaydedilerek aktarımların yapılması ve tedarik zincirleri arasındaki bağlantıların koparılmamasıdır.

Süt Ürünleri Firmasında, girdi olarak kullanılan en önemli malzeme süt olduğundan, sütün izlenebilirliği öncelikle ele alınması gereken bir konudur. İdealde sütün kaynağı olan ineklerin kimlik numaraları bir merkezde kayıtlı olmalı ve ineklerin doğum zamanı, geçirdiği hastalıklar, kullandığı ilaçlar gibi bilgiler kimlik içerik bilgileri olarak en azından inek sahibinde kayıtlı bir şekilde tutulmalıdır. İnekten alınan her süt, mevcut uygulamalarda içerik değerleriyle takip edilemiyorsa da hangi inekten ne kadar süt, süt toplayıcılarına teslim edildi bilgisi izlenebilirliğin sağlanması açısından minimum olarak tutulması gereken kayıttır. Eğer tam otomasyon sağlanmış bir çiftlikte, süt izlenebilirliğin en iyi düzeyde sağlanmasını isteniyorsa şu bilgiler kaydedilmelidir.

Üretim Bilgileri:

- Süt sağım zamanı,
- Süt sağan kişi,
- Süt sağım yeri,
- İnek kimlik numarası,
- Süt sağım kabı kimlik numarası,

Kalite Bilgileri

- Süt değerleri (pH, kuru madde, yağ, sıcaklık, antibiyotik miktarı v.b.)

Üretim Ürün Ağacı

- Süt miktarı,
- Süt parti numarası,

Süt Taşımaları

- Süt Hareketleri

Yukarıdaki kayıt sistemi, inekten sağımla elde edilen sütün, kalite ve ağırlık ölçülerinin yapıldığı, anlık olarak veritabanına işlendiği ideal bir durum için oluşturulmuştur. Çalışılan işletmede, izlenebilirlik henüz bu seviyede sağlanamamaktadır. Süt toplayıcıları, belirli sütçülerden satın aldıkları sütün ağırlık gibi belli bilgilerini ölçebilmekte, ardından süt taşıyıcılara yüklemektedir. İzlenebilirlik taşıyan sütün firmada detaylı ölçülmesiyle başlamaktadır. Bu nedenle, taşıyıcılar (tanker) bazında sütlere parti numaraları verilmektedir.

Diğer yandan süt dışındaki malzemelerin elde edilmesinde de sütteki kayıtlara benzer olarak, parti numaraları oluşturulur ve üretim ürün ağaçlarına üretim bilgileri işlenir. Parti numaraları ve malzeme numaralarıyla bağlantılı bir şekilde diğer izlenebilirlik kayıt bilgileri de oluşturulmalıdır. Tedarikçiden izlenebilirlik bilgilerinin, ortak olarak kullanılan veri tabanından gerektiğinde çekilebilmesi idealde istenen durumdur. Bu sağlanamıyorsa, firma tedarikçisinden satın alma işlemi gerçekleştirilirken satılan ürünün malzeme ve parti numarasıyla ilişkilendirilmiş tüm kayıtlar satış yapılan firmaya aktarılmalıdır. Ancak çalışılan firmada henüz bu kayıt sistemleri oluşturulmadığından, izlenebilirlik satın alma işlemleriyle başlamakta ve satın alınan malzemelere sipariş numaraları üzerinden bir parti numarası verilmektedir.

4.4. Satın Alma İşlemleri

İzlenebilirliğin sağlanması için, tedarik zincirinde her bilgi, zincir boyunca kaybolmadan kayıt altında tutuluyor olmalıdır. Bu da hammaddeleri elde eden veya elde edilmesinde aracılık yapan tedarikçilerin, izlenebilirliğin sağlanması için asgari gereklilikleri biliyor ve yerine getiriyor olmalarını gerektirmektedir. Bu bağlamda, Süt Ürünleri Firması için anlatılan izlenebilirlik yöntemlerinin tedarikçilerde de uygulanıyor olması tedarik zincirinin eksiksiz tamamlanabilmesi için gereklidir.

Bir önceki bölümde anlatıldığı gibi, hammaddeyi elde eden tedarikçi firma, izlenebilirliği sağlayacak bir parti numarası vererek üretim ürün ağaçlarına bu bilgiyi işlemelidir. Tedarikçi firmaya satış yaparken, ürünle birlikte sattığı ürünün ve ürün içinde kullanılan malzemelerin bilgilerini de paylaşması veya aktarması en ideal durumdur. Ancak çalışılan firmada, izlenebilirlik satın alma esnasında başlamaktadır.

Satın alınan malzeme süt olduğunda, süte ait giriş ara yüz programı, aşağıdaki Şekil 37'deki gibidir. Kurulan sistemde, sütle ilgili parti numarası şu bilgileri kapsar:

- Süt girişi olduğunu belirten kod
- Tedarikçinin kodu
- Tarih ve saat

The screenshot shows the 'SÜT ALIM MODÜLÜ' (Milk Purchase Module) interface. It features a yellow background and several input fields and buttons. At the top left, there is a 'TEDARİKÇİ' (Supplier) dropdown menu. To its right is the 'GİRİŞ TARİHİ' (Entry Date) field, which is set to '28.12.2013'. Further right is another date field, also set to '28.12.2013', with a 'RAPOR AL' (Print Report) button and a 'DETAY' (Details) button. Below these are several checkboxes for health and quality indicators: 'SODA', 'MASTİTİS', 'ANTİBİYOTİK', and 'AFLOTOKSİN'. There are also radio buttons for 'GÜNDÜZ' (Day) and 'GECE' (Night). In the center, there is a large empty text area labeled 'AÇIKLAMALAR' (Comments). On the left side, there are several input fields for 'LİTRE' (Liters), '% SU' (Water %), 'PH', 'YAĞ' (Fat), 'YKM' (Solids), 'SICAKLIK' (Temperature), and 'YOGUNLUK' (Concentration). Below these is a 'KAPAT' (Close) button. In the bottom center, there is a pink 'YENİ KAYIT' (New Record) button and a grey 'YAZDIR' (Print) button. On the right side, there is a 'DAĞITIM (KG)' (Distribution (kg)) section with a 'DEVİR' (Turn) column and checkboxes for 'B. PEYNİR', 'KAŞAR', 'YOĞURT', 'AYRAN', 'CERKES', 'SATILAN', and 'RANDİMAN SIZ'.

Şekil 37: Çalışılan İşletmede Kullanılan Süt Alım Ekranı

Yukarıdaki ekranla giriş yapıldığında, girişler dört tabloya otomatik kaydedilmektedir. Bu tablolar, Malzeme Kalite Bilgileri, Malzeme Taşıma Bilgileri, Anlık Yer Stokları ve Üretim Ürün Ağacı İkili Yapılar tablolarıdır.

Gün boyunca, kaşar üretiminde kullanılacak satın alınan sütler bir kazanda birleşmekte ve buradan belirli periyotlarla üretim hattına gönderilmektedir. Sütün birleşme işleminden sonra kabul edilen kimliksel özellikleri değişeceğinden (pH, yağ, parti numarası..v.b.) kazanda birleşme işlemini ürün ağaç yapılarındaki kaşar üretimi için ilk adım olarak kaydedilmektedir.

Örnek olarak, 07.05.2013 tarihinde, saat 16:00'da Hakkı Tarım adlı süt dağıtıcısından 2000 kg ve 16:20'de Veysel Yanık adlı süt dağıtıcısından 1500 kg süt temin etmiş olalım. Süt satın alması esnasında girişler süt alım programına işlenecek ve kayıtlar şu şekilde ilgili tablolarına kaydedilecektir (bilgi kaydı şekilsel olarak gösterildiğinden tüm kayıt işlenmemiştir).

Tablo 5
Satın Alma İşleminde Taşımaların Kaydedilmesi

MALZEME TAŞIMA BİLGİLERİ									
Parti Numarası	Malzeme Numarası	Miktar	Birim	Nereden	Nereye	Taahhüt	Sorumlu	Başlangıç Zamanı	Bitiş Zamanı
S27-07.05-16:00	501-001	2000	litre	Hakkı Tarım	Kaşar Kazanı1	115	Ayhan Uyanık	07.05.2013 18:15	07.05.2013 19:15
S27-07.05-16:20	501-001	1500	litre	Veysel Yanık	Kaşar Kazanı1	132	Ayhan Uyanık	07.05.2013 19:00	07.05.2013 19:20

Diğer yandan, tankerlerle getirilen her süt satın alma işleminde, sütle ilgili kalite kontrolleri yapılmakta ve malzeme değer tablosuna şu şekilde işlenmektedir:

Tablo 6
Malzeme Kalite Tablosunda Süt Satın Alma Sonrasında İşlenen İçerik Bilgileri

MALZEME KALİTE TABLOSU							
Parti Numarası	Malzeme Numarası	Ölçülen Değer	Ölçüm Değeri	Birim	Uygunluk	Sorumlu	Zaman
S27-07.05-16:00	501-001	Antibiyotik	Yok		Uygun	Elif Aslan	07.05.2013 16:30
S27-07.05-16:00	501-001	pH	6,8	%	Uygun	Elif Aslan	07.05.2013 16:30
S27-07.05-16:00	501-001	yağ	3,3	%	Uygun	Elif Aslan	07.05.2013 16:30
S27-07.05-16:00	501-001	su	2,3	%	Uygun	Elif Aslan	07.05.2013 16:30

Satın alınan süt, kaşar üretilmek üzere depoya gönderildiğinde, depo içerisindeki diğer sütlerle birleşir ve içeriği değişir. Kaşar depolarındaki süt gün boyunca toplanmakta ve mesai sonunda depo temizlenerek ertesi günkü süt toplama işlemine hazır hale getirilmektedir. Kaşar deposunda süt karışım işlemi, gün boyunca devam ettiğinden, üretilen kaşardaki süt izlenebilirliğinde gün boyunca karışan tüm sütlerin homojen bir şekilde karıştırıldığı öngörülerek ürün ağaçları oluşturulmaktadır. İleride yapılacak iyileştirme çalışmalarında, zamanlama üzerine daha fazla düşünülerek, bu karışımın tüm gün boyunca değil de, üretime gönderilme esnasında gelmiş olan sütlerin karışımı olarak ürün ağaçlarına işlenmesi sağlanabilir. Üretim ürün ağacında oluşan süt, o gün kaşar üretimine aktarılan tüm sütlerin toplamı kadardır.

Yukarıdaki iki satın alma işleminin, üretim ikili yapılara işlenmesi, aşağıdaki şekilde olacaktır:

Tablo 7

Süt Satın Alma İşlemi İle Üretim Ürün Ağaçlarının Oluşumu

ÜRETİM ÜRÜN AĞACI İKİLİ YAPILARI						
Parti Numarası	Malzeme Numarası	Miktar	Birim	Alt Birim mi	Alt Birimse Parti Numarası	Sorumlu
501-001_127_Kazan1	501-001	48000	litre	0		Erdem Uyanık
501-001_127_Kazan1	501-001	2000	litre	1	S27_07.05_16:00	Erdem Uyanık
501-001_127_Kazan1	501-001	1500	litre	1	S27_07.05_16:20	Erdem Uyanık

Anlık Yer Stokları Tablosu işlemi de yine süt alım ekranından sütün kabul edilmesiyle birlikte, kaşar peyniri deposuna düşer. Süt alım işlemi yapılırken, alınan sütün parti numarası, o günkü süt numarası olarak kaydedilir ve kaşar peyniri deposundaki süt miktarı satın alınan süt miktarı kadar artırılır. Üretim ürün ağaçlarında elde edilen süt kadar, anlık depo kayıtlarında süt olmaması, sütün bir kısmının tüketildiğini bize gösterir.

Tablo 8

Anlık Yer Stoklarında Malzeme Kayıtları

ANLIK YER STOKLARI				
Parti Numarası	Malzeme Numarası	Miktar	Birim	Yer
07.05_Kazan1	501-001	44000	litre	Kaşar Kazanı1

Süt satın alma işlemleri pek çok sektörde yaygın olarak kullanılan döküm işlemine benzetilebilir. Dökümhanelerde de, eğer ürün izlenebilirliği tam olarak gerçekleştirilmek isteniyorsa, geri dönüşüm için toplanan döküm malzemeleri veya ham madde olarak elde edilen malzemeler, parti numaralarıyla bir araya gelerek aynı tip malzemenin yeni bir parti numarasını oluştururlar. Bu süreçte geçmiş bağlantıların koparılması için, farklı sütlerin tek kazanda birleşme işlemine olduğu gibi, karışarak oluşan malzemeye yeni bir parti numarası verilmelidir.

Süt dışındaki, her satın alma işlemi, süt satın almada olduğu gibi malzeme taşıma bilgileri, anlık yer stokları ve malzeme kalite tablolarına kaydedilir. Satın alınan her malzeme için, satın alma işlemi esnasındaki kabul kriterleri birbirinden farklıdır. Örnek olarak, bir folyonun satın alınması esnasında, bobinin kalınlığı, genişliği gibi parametreler malzeme değer tablosunda ölçülen değer alanına işlenmektedir. Satın alınan malzemeler için parti numarası satın alma işleminde kullanılan sipariş numarasından ve tarihten oluşmaktadır. Firmada, satın alma kararları iki türlü olabilmektedir. Birincisi, belli bir stok seviyesi belirlenen malzemeler, stok seviyelerinin altına düştüğünde uyarı vermekte ve bu şekilde satın alma talebi açılmaktadır. İkincisiyse, siparişlere göre malzeme ihtiyaç planlaması çalıştırılmakta ve eksik olduğu görülen malzemelere satın alma talepleri açılmaktadır.

4.5. Ürün Ağaçları Gelişimi

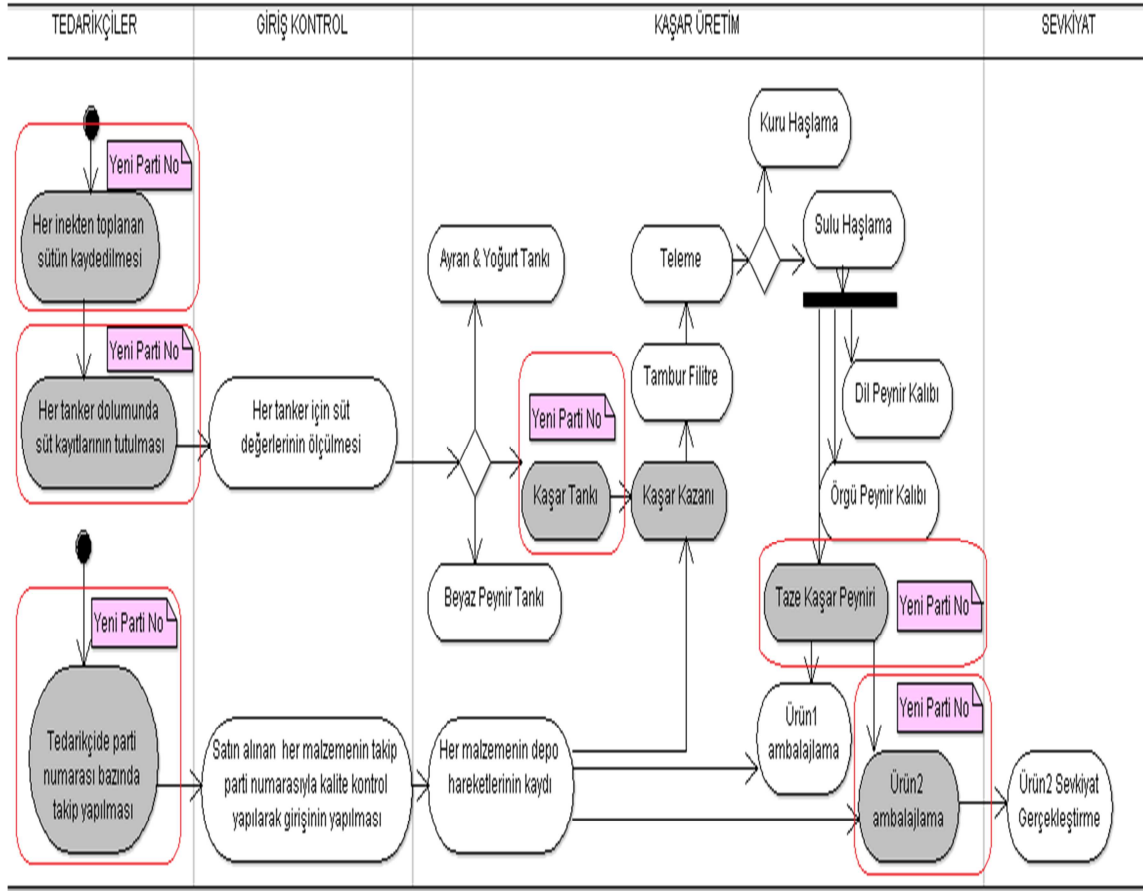
İzlenebilirliğin ürün ağaçları üzerinden sağlanabilmesi için ürün ağaçları, aşama aşama şekillendirmeli ve üretim gerçekleştirmenin her aşamasında içeriğini doğruluğu sağlayacak şekilde muhafaza etmelidir. Aksi takdirde, üretim esnasında oluşan ürün veya ürünlerin içeriğindeki malzeme ve parti numaralarının tek tek sayılıp, birbirleriyle eşleştirilerek girilmesi gerekecektir ki bu çoğu ürün için uygulanamayacak kadar büyük bir iş yükü oluşturur. Belki de bu nedenle gıda ve kimya sektörü dışındaki sektörlerde genel olarak ara malzemelerin parti numaralarıyla ilgili çalışma uygulanmamakta ve izlenebilirlik bu sektörlerde sağlanmamaktadır (Kişisel görüşme, Microsoft Dynamics Danışmanı Fatih Adıyaman, 02.08.2013).

Ürün ağaçlarının ilk evresi olan tasarım ürün ağaçları, üretim gerçekleştirmenin ilerideki aşamalarında karar verilecek seçenekleri sistematik bir şekilde barındırır. Geleneksel yapıda, ürün ağacındaki en ufak bir değişiklik, yeni bir ürün ağacı tanımlamayı ve değişen komple veya malzemeler için ürün ağaç konumundaki tüm üst birimlerinin numaralarını değiştirmeyi öngörürken, dinamik bir yapıda olan tasarım aşaması ürün ağaçları, aynı numaralı ürün altında, farklı çeşit ve miktarda malzemeleri ihtiva edebilmektedir. Bu durum, ürün ağaçlarındaki ikili birimlerin esnek bir yapıda oluşturulmasını gerektirmektedir. İkili komplekslerin oluşmasında, daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi, alt birimlerin sabit, seçimli veya değişken olarak belirtilmesi, kullanıcıya ürün gerçekleştirme işlemlerinde büyük kolaylık sağlayacaktır.

Bir ürün için ürün ağaçları oluşturulurken, işletmenin ve ürünün ihtiyaçlarına göre farklı yapılar oluşabilir. Genel olarak ürün ağaçları, farklı malzemelerin birleşerek yeni bir malzeme meydana getirdiği noktalardan veya bölünerek tek üründen farklı ürünlerin üretiminde olduğu gibi farklılaşma noktalarından oluşmaktadır. İşletmelerde, partiler halinde ürün gerçekleştirme süreci boyunca oluşan ara stoklar ürün ağacında görülmesi gereken noktalardır. Tek parça akışı halinde devam eden montaj üretimlerindeyse işlem yükünün azaltılması için, ürün ağaçlarında akışın içinde yer alan tüm ara stokların görülmesine gerek yoktur.

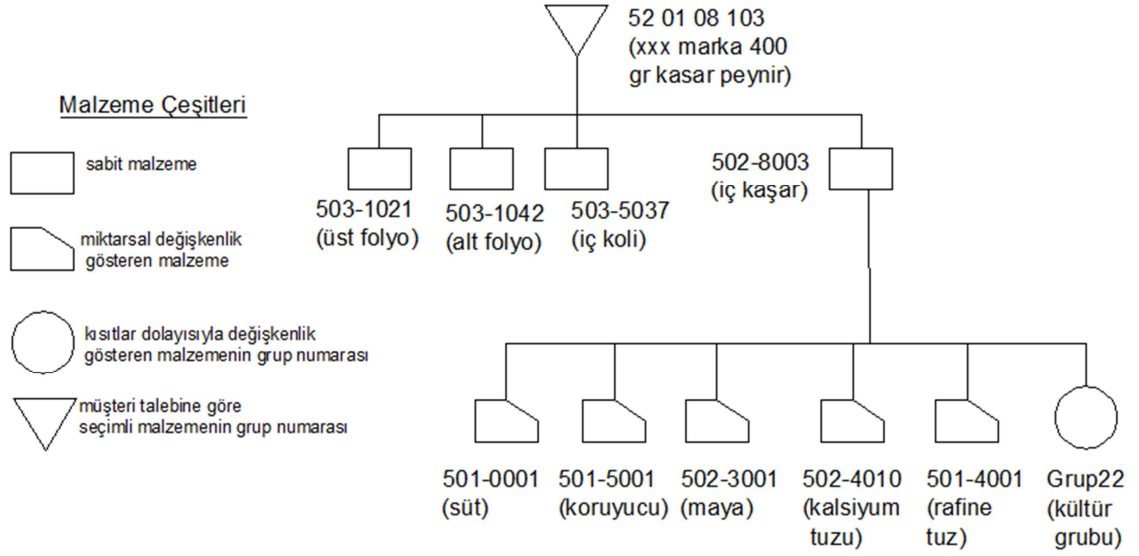
Ürün ağaçlarının tasarım aşamasındaki yapıları oluştururken, Şekil 38’de görülen akış içinde, stok olarak tutulan ve ürün ağaçlarına işlenen adımlar kutu içine alınmıştır. Bu kısımlar, işletme içinde stok olarak tutulan malzeme, yarı malzeme ve ürün gruplarıdır. Çalışmada ürün ağaçlarının her ikili bağlantılarındaki üretim gerçekleşmesi için parti numarası verildiğinden, kutu içine alınan bu kısımlar aynı zamanda yeni parti numaralarının da verildiği kısımlardır.

Satın alınan sütler, günlük periyotlarla temizlenen kaşar peyniri kazanlarına gönderilmektedir. Farklı parti numaralı sütler bir araya gelerek içerik özellikleri değiştiğinden, üretim ürün ağaçlarına işlenmekte ve o günün parti numarasıyla kaydedilmektedir. Şekil 38’de, kaşar peyniri üretim akışında, ideal şartlarda parti numaralarının verilmesi gereken noktalar gösterilmiştir.



Şekil 38: Kaşar Peyniri İş Akışında Ürün Ağaçlarına İşlenen Malzemelerin Ve Parti Numaraları

Şekil 39’da görüldüğü gibi, kaşar peyniri akışında ürün ağaçlarının gelişimi bir örnek üzerinden anlatılabilir. Şekilde, 52 01 08 103 nolu malzeme 400 gr XXX marka taze kaşar peynirini temsil etmektedir. Kaşar peynirinde, stok olarak saklanan 400 gr. taze kaşar peynir içinin numarası 502-8003’dür. Üretim işleminde, kaşar kazanına aktarılan süte (502-0001), iç malzemeler (502-3001, 502-4001, 502-4010) katılmaktadır. Bu malzemeler süt değerlerine, ortam nem ve sıcaklıklarına göre aynı miktardaki süt için (bir kazan süt), farklı miktarlarda olabilmektedir. Bu iç malzemeler, miktarsal olarak üründen ürüne değişkenlik gösterdiklerinden tasarım ürün ağaçlarında miktarsal değişkenlik gösteren malzeme olarak tanımlanmıştır. Grup22 numaralı kültür ise biyolojik sebeplerden belli periyotlarla değiştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, bu kültür, tasarım ürün ağaçlarına malzeme numarasıyla değil, malzeme grubu numarasıyla eklenmelidir.



Şekil 39: Örnek Bir Tasarım Ürün Ağacının Grafikselsel Görüntüsü

Ürün ağaçları veritabanına farklı metotlar uygulanarak kaydedilebilir. Bazı ERP programlarında, ürün ağaçlarını oluşturan ikili bağlantıların üst kompleleri ve alt kompleleri ayrı ayrı tablolarda oluşturulmuş ve bu bağlantıları birbirine bağlayacak anahtar numaralar verilmiştir (Kişisel görüşme, Microsoft Dynamics Yazılımcısı Emre Tüfekçi, 08.12.2013). Çalışılan işletmedeyse tasarım esnasında ürün ağacı ikili yapıları tek tabloda kaydedilmiştir.

Tablo 9

Örnek Bir Ürün İçin Tasarım Ürün Ağaçları Kayıtları

TASARIM ÜRÜN AĞAÇLARI İKİLİ YAPILARI					
Üst Malzeme Numarası	Üst Malzeme Birimi	Alt Malzeme Numarası	Alt Malzeme Miktarı	Alt Malzeme Birimi	Değişken mi?
52 01 08 103	Adet	503-1042	0,0034	kg	sabit
52 01 08 103	Adet	503-1021	0,0014	kg	sabit
52 01 08 103	Adet	503-5037	0,5	adet	sabit
52 01 08 103	Adet	502-8003	1	adet	sabit
502-8003	Adet	Grup22	0,03	adet	Kısıt değişkenli
502-8003	Adet	502-3001	0,006	kg	Miktarsal değişkenli
502-8003	Adet	502-4010	0,002	kg	Miktarsal değişkenli
502-8003	Adet	501-4001	4	kg	Miktarsal değişkenli
502-8003	Adet	501-5001	4	kg	Miktarsal değişkenli
502-8003	Adet	501-0001	4	litre	Miktarsal değişkenli

Çalışılan işletmede, çoğu gıda sektöründe olduğu gibi, müşteri tarafından seçim yapılabilen ürün varyantları bulunmamaktadır. Bu nedenle, çalışılan işletmede talep ürün ağaçları, sadece ürün taleplerinin toplanması seviyesinde kalmaktadır. Müşteri tarafından verilen siparişler internet tabanlı yazılmış bir programdan veritabanını beslemektedir. Müşteri talepleri, izlenebilirliğin sağlanması için arşivlenerek saklanmalı ve ileride sipariş numaralarıyla parti numaraları arasındaki bağlantı korunmaya çalışılmalıdır. Birebir siparişlerle üretim yapan mobilya sektörü gibi sektörlerde, sipariş numaraları izlenebilirliği sağlayan parti numaraları olarak kullanılabilir.

Tablo 10

Örnek Siparişlerin Ürün Seviyesinden Toplanması Ve Kaydedilmesi

TALEP EDİLEN ÜRÜN AĞAÇ YAPILARI			
Sipariş Numarası	Sipariş Talep Tarihi	Üst Malzeme Numarası	Üst Malzeme Miktarı
234	12.06.2013	52 01 08 103	1200
235	12.06.2013	52 01 08 103	800

Ürün ağaçlarının gelişimindeki üçüncü aşama planlama aşamasıdır. Planlama aşamasının başında, müşteri tarafından talep edilen veya üretim yapılmasına karar verilen ürünler içindeki kısıtlar dolayısıyla değişken olan malzemelere karar verilir. Kaşar peyniri üretiminde, mikrobiyolojik reaksiyonlardan ötürü kullanılan kültürün bazen haftalık, bazen on beş günlük bazen de aylık olarak değiştirilmesi gerekmektedir. Bu değişiklik yapılırken işletme içindeki stokları ve daha önceki üretimlere ait kültür kullanımlarını bilen yetkili bir kişi karar vermektedir. Algoritma aracılığıyla, üretim ve satın alma planlama yapılmadan önce, çalışandan üretimi talep edilen ürünlerin içindeki kısıtlar dolayısıyla değişkenlik gösteren malzemeyi seçmesi istenmelidir. Çalışılan işletmede kısıtlar dolayısıyla değişen malzeme grubunda hangi malzemelerin olduğu ve nelerin arasından seçim yapması gerekeceği malzeme kimlik bilgilerinin tutulduğu veritabanından çekilmektedir.

MALZEME KAYIT

GRUP SEÇİNİZ

MALZEME NO	MALZEME ADI	BİRİMİ	TEKNİK ÖZELLİK	KRİTİK SEVİYE	STOK	KDV (%)	MUADİL NO

KAYIT DEĞİŞİM

YENİ KAYIT

STOK ADI : KDV :

BİRİMİ : SEÇENEK NO :

TEKNİK ÖZELLİK :

KRİTİK STOK :

MALZEME GÜNCELLEME

NO :

PASİF

MEVCUT STOK :

Şekil 40: Malzeme Girişlerinin Yapıldığı Ekranda Malzeme Gruplarının Kaydı

Şekil 40’da çalışılan işletmede malzeme kimlik bilgilerini oluşturan ve revize eden program formu görülmektedir. Her malzeme numarası, adı, birim gibi bilgileriyle birlikte kaydedilmektedir. Bazı malzemelerin satın alma birimleriyle tüketim birimleri birbirinden farklı olabildiği için, ürün ağaçlarında malzeme bilgilerine ait alan bulunmaktadır. “grup22” gibi kısıtlı malzeme olarak tasarım ürün ağaçlarına kaydedilen grup malzemelerin neler olduğu, malzeme kimliklerinin tanımlandığı veritabanında muadil no alanından “grup22” olanlar çekilerek hesaplatılmakta ve “grup22”li malzemeler arasında seçim yapılması istenmektedir. Böylece planlamanın ilk aşamasında planlama ürün ağaçları bir veritabanına geçici olarak kaydedilerek, 52 01 08 103 nolu malzeme 400 gr XXX marka taze kaşar peyniri planlama ürün ağacında tasarım ürün ağaçlarında “grup22” olarak görülen malzeme yerine, yetkilinin stoklar, geçmiş kullanım bilgileri gibi verileri değerlendirerek seçim yaptığı malzeme görülecektir. Bu malzeme, 502-2162 nolu kültür olsun.

12.06.2013 tarihinde üretimi gerçekleştirilmek üzere Müşteri1 ve Müşteri2, 400 gr. XXX kaşarından sırasıyla 1200 ve 800 adet siparişte bulunduğu, bu ürünlerde

kullanılacak kısıtlar dolayısıyla değişken malzeme olan grup22 nolu malzeme grubu arasından kullanılacağı malzemeyi seçmesi istenecektir.

Günlük siparişlere göre üretim miktarları girilşi

Günlük üretimden otomatik hesaplanan sabit ve miktarsal değişkenli malzeme adetleri ve eksik malzeme listesi

Kısıtlar Dolayısıyla değişkenlik gösteren malzemelerden plana ilave malzeme talepleri eklenir

Şekil 41: Planlama Esnasında, Kısıtlar Dolayısıyla Değişkenlik Gösteren Malzemelerin Girilmesi Ve Siparişlere Göre Eksik Listelerinin Oluşumu

Planlama ürün ağaçlarıyla stoklar karşılaştırılırken de, plan ürün ağacının üst seviyelerinden başlayarak aşağıdaki seviyelere doğru ilerleyecektir. Yani planlamada ilk bakılacak stoklarda 2000 adet (1200+800) 52 01 08 103 numaralı ürünün olup olmadığıdır. Eğer 2000 adet ürün varsa alt seviyelere inilmeyecektir. Eğer stoklarda bu üründen 300 adet varsa, 1700 (2000-300) adet alt seviyelerdeki ürünler için işlem yapılmaya devam edilecektir.

Kısıtlı malzeme seçiminden sonra, planlama ürün ağaçları geçici olarak oluşur ve malzeme eksiklerini ve üretim iş emirlerini oluşturduktan sonra görevi bitmiş olur.

DEPO MALZEME ÇIKIŞI

AÇIK SİPARİŞLER:

GÜNCELLE

MLZ NO	MALZEME ADI	MALZEME BİRİMİ	TALEP	ÜR. STOK	EKSİK	BÖLÜM	TARİH
503-1003	GÜNEŞOĞLU ÜST FOLYO 500gr TAM YAĞLI KAŞAR	KG	31.256	46.003	0	KASAR	31.10.2013
503-1022	HAKTAT ÜST FOLYO 700gr TAM YAĞLI KAŞAR PEYNİRİ	KG	0.696	38.200	0	KASAR	31.10.2013
503-1037	BASKISIZ ÜST FOLYO 300mm	KG	25731.005	54.405	25677.4	KASAR	31.10.2013
503-1040	ALT FOLYO 250gr KAŞAR PEYNİRİ	KG	424.333	172.796	251.537	KASAR	31.10.2013
503-1042	ALT FOLYO 500gr KAŞAR PEYNİRİ	KG	75.532	113.669	0	KASAR	31.10.2013
503-1045	ALT FOLYO 2000gr KAŞAR PEYNİRİ	KG	30570.436	123.437	30447.009	KASAR	31.10.2013
503-1045	ALT FOLYO 2000gr KAŞAR PEYNİRİ	KG	1.818	123.407	0	KASAR	31.10.2013
503-4056	2000GR ÇOBAN TAM YAĞLI KAŞAR PEYNİR ETİKE	ADET	12321.312	1150	122062	KASAR	31.10.2013
503-5039	700GR HAKTAT KAŞAR PEYNİR İÇ KÖLİ	ADET	21.430	769.625	0	KASAR	31.10.2013
504-4028	BASKISIZ TORBA 40*60	KG	649.890	6367	596.227	KASAR	31.10.2013
504-4030	BASKISIZ TORBA 40*60	KG	24642.624	60.952	24581.772	KASAR	31.10.2013

503-1045 ALT FOLYO 2000gr KAŞAR PEYNİRİ KASAR

	PARTE NO	STOK MİKTARI	GÖNDERİLEN MİKTAR
1 GİRİŞ	31.05.2013-069-2013		57
2 GİRİŞ	24.06.2013-1076-2013		816
3 GİRİŞ	29.07.2013-1165-2013		89
4 GİRİŞ	29.07.2013-1301-2013		1200
5 GİRİŞ			
6 GİRİŞ			
7 GİRİŞ			
8 GİRİŞ			
9 GİRİŞ			
TOPLAM			2242

GÖNDER KAPAT

Planlama sonucu talep edilen eksik malzemeler

FIFO'ya uyuma göre eksiklerin gönderilmesi

Şekil 42: FIFO'ya Göre Ana Depodan Üretim Depoya Eksik Malzeme Gönderimleri

Planlama ürün ağaçları, depolar ve günler bazında farklı kombinasyonlarda çalıştırılabilir. İşletmede, ana depo üzerinden önümüzdeki 15 günün planlanması, daha çok satın alma iş emirlerini çalıştırırken, üretim depolarda sabahları çalıştırılan o günün planı yarı mamül iş emirlerini çalıştırmakta ve üretim hattına üretimin gerçekleştirilmesi için taşınması gereken malzeme listelerini oluşturmaktadır. Şekil 42'de, planlama sonucunda ana depodan talep edilen eksik listeleri ve FIFO'ya uygun şekilde bu malzemelerin gönderilmesi esnasında kullanılan ekran görülmektedir.

Hem satın alma işlemlerinin yapılması, hem de üretimin gerçekleştirilmesi için eksik olan malzemeler, ana depodan üretim depolarına taşınırken, malzeme taşıma bilgilerine kaydedilmektedir. Taşıma işlemi onaylandığında anlık depo stokları değişmektedir.

Tablo 11
Depolar Arası Taşımaların Veritabanına Kaydedilmesi

MALZEME TAŞIMA BİLGİLERİ									
Parti Numarası	Malzeme Numarası	Miktar	Birim	Nereden	Nereye	Taşıt	Sorumlu	Başlangıç Zamanı	Bitiş Zamanı
S27-07.05-16:00	501-001	2000	litre	Hakkı Tarım	Kaşar Kazanı1	115	Ayhan Uyanık	07.05.2013 18:05	07.05.2013 19:15
S27-07.05-16:20	501-001	1500	litre	Veysel Yanık	Kaşar Kazanı1	132	Ayhan Uyanık	07.05.2013 19:00	07.05.2013 19:20
2832-03.05.2013	503-1042	55000	adet	Güven Ticaret	Ana Depo	122	Esra Tunç	03.05.2013 09:10	03.05.2013 10:00
2832-03.05.2013	503-1042	2000	adet	Ana Depo	Kaşar Depo	5	Hasan Sarı	07.05.2013	07.05.2013

Kaşar peyniri üretim işlemleri iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Birinci aşamada, kaşar peyniri tanklarına alınan süt (üretim ürün ağaçlarına o günün parti numarasını oluşturacak şekilde işlenmişti) kaşar peyniri kazanlarına gönderilir. 502-8003 numaralı kaşar peynirinin gerçekleştirilebilmesi için, üretimde kullanılacak malzemelerin üretim depoya taşımaları yapılmış ve süt de dahil her taşıma, taşıma bilgileri tablosuna işlenmiştir.

Üretim ürün ağacı altındaki bağlantılar ürün ağaçlarından sağlanmaktadır. İşletme içinde satın almalarla gelen malzemelerin parti numaraları, sipariş numarası ve zamanın birleştirilmesinden sağlanırken; üretim sonucunda elde edilen malzemelerin parti numaraları, elde edilen ana ürün, yılın kaçınıcı gün olduğu bilgisi ve o günkü kaçınıcı sıradaki üretim olduğu bilgileri bir araya getirilerek oluşturulmaktadır. İşletmede, her kaşar peyniri kazanının dolumu üretim sırasını bir arttırmaktadır. Bu işlem 7. Sırada kaşar peyniri dolusunda gerçekleştirilmiştir. Yarı mamül üretiminin sonunda hem 502-8003 hem de 502-2005 numaralı peynir altı suyu elde edilmiştir. Peynir altı sularının bir başka üretim için kullanılması yine süt kullanımı gibi düşünülmektedir.

Firmada sütün kaşar peynirine dönüşmesi esnasında kullanılan tambur filtre, teleme ve sulu haşlama ekipmalarından birer adet bulunmaktadır. Kaşar peyniri olan her süt, işletme içinde aynı ekipmanlardan geçtiği için bu ekipmanların üretim durum bilgileri kayıtlarına tekrar tekrar işlenmesi veri kalabalığı olacaktır. İşletme, belirli üretimler için aynı ekipmanların kullanıldığı proseslerde tekrar kayıt yerine, parti numaralarını yazmadan tek seferlik bir kayıt tutmuştur. Kaşar peyniri oluşumunda kullanılan kaşar

peyniri kazanlarıysa altı adet olduğundan, her parti üretim için ayrı ayrı bu kayıtlar tutulmaktadır.

Tablo 12
Üretim Durum Bilgileri Tablosu

ÜRETİM DURUM				
Parti Numarası	Yer/Makine/Ekip	Sorumlu	Başlangıç Zamanı	Bitiş Zamanı
502-8003_127_7	2.Kazan	Aydın Töre	27.05.2012 16:00	28.05.2012 16:30

Tablo 13’de görüldüğü gibi, kaşar peyniri yarı mamül üretim esnasında, mayalama sıcaklığı, mayalama pH, pıhtı kırma hızı gibi pek çok üretim kontrol parametresi malzeme değer tablolarına işlenir. Yarı mamül üretimi tamamlandıktan sonra ölçülen koliform, yağ, aroma gibi yarı mamülün kalitesi ile ilgili değerler de yine malzeme değer tablolarına işlenmektedir.

Tablo 13
Malzeme Kalite Tablosu

MALZEME KALİTE TABLOSU							
Parti Numarası	Malzeme Numarası	Ölçülen Değer	Ölçüm Değeri	Birim	Uygunluk	Sorumlu	Zaman
S27-07.05-16:00	501-001	Antibiyotik	Yok		Uygun	Elif Aslan	07.05.2013 16:30
S27-07.05-16:00	501-001	pH	6,8	%	Uygun	Elif Aslan	07.05.2013 16:30
S27-07.05-16:00	501-001	yağ	3,3	%	Uygun	Elif Aslan	07.05.2013 16:30
S27-07.05-16:00	501-001	su	2,3	%	Uygun	Elif Aslan	07.05.2013 16:30
132-03.05.2013	503-1042	genişlik	424	mm	Uygun	Osman Sezgin	03.05.2013 12:04
132-03.05.2013	503-1042	kalınlık	170	µ	Uygun	Osman Sezgin	04.05.2013 12:04
502-8003_127_7	502-8003	pH			Uygun	Salih Türk	07.05.2013 12:42
502-8003_127_7	502-8003	pıhtı kırma hızı			Uygun	Salih Türk	07.05.2013 12:42
502-8003_127_7	502-8003	koliform	<10		Uygun	Nesrin Aydın	07.05.2013 16:40
502-8003_127_7	502-8003	yağ	1,9		Uygun	Nesrin Aydın	07.05.2013 16:40

Üretim ürün ağaçları ikili bağlantılarında hem üst malzemeler hem de alt malzemeler birden çok olacak şekilde üretim gerçekleşiyor olabilir. Kaşar üretiminde de, kaşar yarı mamülle birlikte peynir altı suyunun açığa çıkmasını veya kesilen kaşar yarı mamüllerinin farklı markaların ambalajlarıyla kaplanarak farklı numaralı ürünlere dönüşmesini bu duruma örnek olarak gösterebiliriz. Bu nedenle üretim gerçekleşme ekranları hem üst birimlerin hem de alt birimlerin birden fazla seçilebileceği şekilde

hazırlanmalıdır. Şekil 43’de görüldüğü gibi çalışılan işletmede hazırlanan algoritmayla üretimin girilmesinin ilk aşamasında yalnızca üretilen ürünler (sağ üst) ve kısıtlar dolayısıyla değişen malzeme girişleri (sağ alt) yapılmaktadır. Planlama aşamasında kısıtlar dolayısıyla değişken malzemelere karar verildiğinden ve ardından bu malzemeler üretim depolarına taşındığında, üretim gerçekleştirmenin ilk aşamasında üretim depoda yalnızca planlanan kısıtlı malzemeler olacak ve bu nedenle çoğu zaman bir seçim yapmadan depodaki kısıtlı malzeme grubuna ait malzemeleri ekleyecektir.

⇒ Üretim ürün ağaçlarındaki ikili ilişkilerde üst kompleler birden çok olabilmektedir.

⇒ Üretim Depoya gönderilen kısıtlar dolayısıyla değişkenlik gösteren malzemeler tekrar eklenir.

Şekil 43: Üretim Gerçekleştirmede Üretilen Ürünlerin Ve Kısıtlar Dolayısıyla Değişkenlik Gösteren Malzemelerin Girildiği Ekran

Şekil 43’de görülen ekrana üretilen ürünlerin ve kısıtlar dolayısıyla değişkenlik gösteren malzemelerin girilmesinin ardından bir algoritma çalıştırılarak üretim ürün ağaçlarındaki ikili bağlantıların ilk aşaması oluşturulur. Bu aşamadaki ürün ağaçlarında, kısıtlı malzemeler ürün ağaçlarına işlenmiştir. Ürünlerin üretim miktarlarına göre, tasarım ürün ağaçları (işletme müşteri seçimlerine göre ürün çeşitliliği sağlıyorsa talep

ürün ağaçları) altındaki malzemelerin neler olduğu ve miktarları belirlenmektedir. Bu aşamada miktarsal değişkenlik gösteren malzemeler, sabit malzemelerle aynı işlemleri görür. Böylece şekilde görülen ürün ağaçlarının ikili bağlantıları oluşur.

ÜRÜN KODU	ÜRÜN AD	PARTI NO	ADET	KAZAN	MLZ NO	MLZ ADI	DEPO	MLZ ÜRÜN	PARTI NO	TÜKETİM
52.01.01.102	250 gr. Güneşgözü T.Yağlı Taze Kaşar Peyniri	304-1	120							
					502-8002	250GR TAM YAĞLI KAŞAR PEYNİRİ	51.320	1	10.07.2013/11.07.2013	120
					503-1001	GÜNEŞGÖZÜ ÜST FOLYO 250gr TAM Y	244.717	0.0009	sayım01.11.2012	0,108
					503-1040	ALT FOLYO 250gr KAŞAR PEYNİRİ	172.796	0.0019	sayım02.07.2013	0,228
					504-4028	BASKISIZ TORBA 42*60	63.6705	0.0025	28.06.2013/1055-2013	0,3
52.01.01.102	250 gr. Güneşgözü T.Yağlı Taze Kaşar Peyniri	304-2	2880							
					502-8002	250GR TAM YAĞLI KAŞAR PEYNİRİ	51.200	1	11.07.2013	2880
					503-1001	GÜNEŞGÖZÜ ÜST FOLYO 250gr TAM Y	244.609	0.0009	sayım01.11.2012	2,592
					503-1040	ALT FOLYO 250gr KAŞAR PEYNİRİ	172.568	0.0019	sayım02.07.2013	5,472
					504-4028	BASKISIZ TORBA 42*60	63.3005	0.0025	28.06.2013/1055-2013	7,2
52.01.01.105	500 gr. Güneşgözü T.Yağlı Taze Kaşar Peyniri	304-1	2500							
					503-1003	GÜNEŞGÖZÜ ÜST FOLYO 500gr TAM Y	46.083	0.0014	27.05.2013/272-2013	3,5
					503-1042	ALT FOLYO 500gr KAŞAR PEYNİRİ	113.6686	0.0034	28.05.2013/1110-2013	8,5
					502-8004	500GR TAM YAĞLI KAŞAR PEYNİRİ	9100	1	14.07.2013/21.07.2013	2500
					504-4028	BASKISIZ TORBA 42*60	56.1705	0.0041	28.06.2013/1055-2013	10,25
52.01.06.108	2.000 gr. Çoban T.Yağlı Taze Kaşar Peyniri	304-1	1150							
					503-1045	ALT FOLYO 2000gr KAŞAR PEYNİRİ	2365.4067	0.008	31.05.2013/888-2013	9,2
					502-8008	2000GR TAM YAĞLI KAŞAR PEYNİRİ	16666	1	23.07.2013	1150
					503-1027	BASKISIZ ÜST FOLYO 360mm	441.4053	0.0025	sayım02.07.2013	2,325
					503-4056	2000GR ÇOBAN TAM YAĞLI KAŞAR PE	1150	1	11.12.2010/1274-2010	1150
					504-4030	BASKISIZ TORBA 40*60	60.8910	0.002	sayım02.07.2013	2,3
52.01.06.108	2.000 gr. Çoban T.Yağlı Taze Kaşar Peyniri	304-2	0							
					503-1045	ALT FOLYO 2000gr KAŞAR PEYNİRİ	2365.2067	0.008	31.05.2013/888-2013	
					502-8008	2000GR TAM YAĞLI KAŞAR PEYNİRİ	15516	1	23.07.2013	
					503-1027	BASKISIZ ÜST FOLYO 360mm	438.0703	0.0025	sayım02.07.2013	
					503-4056	2000GR ÇOBAN TAM YAĞLI KAŞAR PE	0	1		

➔ Miktarsal değişkenlik gösteren malzemeler ve tersine mühendisliğin yapıldığı son değişiklikler buraya girilir.

Şekil 44: Üretim Gerçekleştirmede Miktarsal Değişkenlik Gösteren Malzeme Miktarlarının Değiştirildiği Ve Son Revizyonların Yapıldığı Ekran

Şekil 44’de görülen listenin satırlarına tıklayarak son değişiklikler gerçekleştirilir. Bu aşamada sistematik bir şekilde miktarsal değişkenlik gösteren malzeme miktarları üretimde gerçekleştiği şekliyle girilmelidir. Ürün ağaç gelişimleri ne kadar sistematik yürütülürse yürütülsün, üretilen ve tüketilen malzemelerin son bir kontrolü yapılmalı ve eğer parti numarası, malzeme numarası veya tüketim miktarlarında bir farklılık varsa bu aşamada bu değişiklikler yapılmalıdır. Bu nedenle üretim ürün ağaçlarının oluşması aşaması tersine mühendisliğin yapıldığı aşamadır.

Her üretim oluşumu, üretim depolarındaki malzemelerin tüketimi ve yeni bir üst malzemenin veya malzemelerin oluşumu olduğundan, her üretim gerçekleştirme işleminde aynı zamanda anlık stok değişiklikleri de kaydedilmektedir. Oluşan yarı mamül kaşarlar, bir gün bekletildikten sonra ambalajlama hattında paketlenmektedir. Bu üretim ürün ağaçları, üretim durum bilgileri, malzeme değer tabloları, anlık stok kayıtlarının değişmesi anlamındadır. Tüm işlemler bittikten sonra üretim ürün ağaçları aşağıdaki şekli almış olacaktır:

Tablo 14
Verilen Örnek Sonucunda Oluşan Üretim Ürün Ağacı Tablosu

ÜRETİM ÜRÜN AĞACI İKİLİ YAPILARI					
Parti Numarası	Malzeme Numarası	Miktarı	Birimi	Alt Birim mi	Alt Birimse Parti Numarası
501-001_127_Kazan1	501-001	2000	litre	1	\$27_07.05_16:00
501-001_127_Kazan1	501-001	1500	litre	1	\$27_07.05_16:20
502-8003_127_7	502-8003	4000	adet	0	
502-8003_127_7	502-2005	5000	litre	0	
502-8003_127_7	501-001	16000	litre	1	501-001_158_Kazan1
502-8003_127_7	501-5001	225	gr	1	557_05.02.2013
502-8003_127_7	502-3001	2116	gr	1	826_03.03.2013
502-8003_127_7	502-4010	6900	gr	1	212_15.01.2013
502-8003_127_7	501-4001	40000	gr	1	96_05.01.2013
502-8003_127_7	502-2162	220	gr	1	992_22.03.2013
52 01 06 103_128_5	52 01 06 103	2500	adet	0	
52 01 06 103_128_5	502-8003	2500	adet	1	502-8003_127_7
52 01 06 103_128_5	503-1021	3500	gr		1244-05.04.2013
52 01 06 103_128_5	503-1042	8500	gr		2832-03.05.2013
52 01 06 103_128_5	503-5037	92,5	adet		1270-06.04.2013

Üretim gerçekleştirildikten sonra oluşan ürünler, önce fabrika içinde sevkiyat deposuna taşınmakta ve buradan da sipariş yerlerine gönderilmektedir. Bu hareketler hem anlık malzeme bilgilerine hem de taşıma bilgilerine işlenir.

Gıda sektörü dışındaki pek çok sektörde de ürün ağaçlarının aşamalı bir şekilde oluşması ve bu oluşumu sağlayacak şekilde hazırlanması gereklidir. Bu gereklilik farklı sektörlerde farklı nedenlerden kaynaklanabilmektedir. Örneğin, otomotiv sektöründe ön camı yapıştırmak için kullanılan yapıştırıcılar, miktarsal değişkenlik gösteren malzeme grubuna dahil edilmelidir. Çünkü karkas veya saclı komple olarak hazırlanan araç ön cam çerçevesi, kaynak işlemleri sonucunda elde edilmektedir. Kaynak işlemleri

kaynakçının el hızı, kaynak makinesini tutuş hızı, akım voltajı gibi pek çok parametreden etkilendiğinden, tolerans dahilinde kabul edilen farklılıklar olabilmekte ve bu da ön camda kullanılan yapıştırıcı miktarının araçtan araca değişmesine neden olabilmektedir. Müşteri talebine göre değişkenlik gösteren malzeme grubuna mobilya, otomotiv, elektrik elektronik sektörü gibi pek çok sektörde ihtiyaç duyulmakta ve ürün varyantları oluşturularak ihtiyaç karşılanmaya çalışılmaktadır. Kısıtlar dolayısıyla değişkenlik gösteren malzemelere de muadil olarak kullanılan ve birbirinden farklı olmasına rağmen müşteri tarafından bu farkın önemsenmediği malzemeleri örnek olarak gösterebiliriz. Örneğin farklı tedarikçilerin kalıplarından çıktığı için birbirinden ebatlar olarak farklılık gösteren otobüs yer döşeme alüminyumlarını bu gruba örnek olarak gösterilebilir.

4.6. Algoritmayla İleri ve Geri İzlenebilirlik

Hammadde çeşitli proseslerden geçerek yarı mamüllere ve mamüle dönüşmektedir. İleriye ve geriye doğru izlenebilirlik, ürünlerin tedarik zinciri boyunca takip edilebilirliğini sağlamaktadır. Ürünün kendi içinde dönüşümü de bir nevi farklı bir açıdan ileriye ve geriye dönük izlenebilirliğin gerçekleşmesidir. Şöyle ki, ürünün geriye dönük izlenebilirliğinde, hangi parti numaralı hammaddelerin kullanıldığı bilgilerine kadar ulaşılırken; ileriye doğru izlenebilirlikle bu hammaddelerin hangi ürünlerde kullanıldığı bilgilerine kadar ulaşılmış olur.

Bir örnekle geriye ve ileriye dönük izlenebilirlik açıklanabilir. 52 01 06 103_128_5 parti numaralı 52 01 06 103 ürün geri geldiğinde, üretim ürün ağaçlarından bu üründe kullanılan tüm alt malzeme ve yan mamüllere parti numaralarıyla birlikte ulaşılabilir. Ayrıca her alt malzeme veya yan mamülün, kalite, taşıma, ekipman bilgilerine de parti numaraları sayesinde ulaşılır. Bu durum geriye dönük izlenebilirliğin sağlanmasıdır. İnceleme sonucunda, 02.05.2013 tarihinde 2 nolu kaşar kazanına istenmeyen bir malzemenin karıştığı tespit edilmişse, bu tarihte 2 nolu kazandan çıkan tüm mamüllerin tespiti ve bu malzemelerin hangi mamüllerin oluşumunda kullanıldığı bilgilerine üretim ürün ağaçları üzerinden ulaşılır. Bu parti numaralı mamüllerin taşıma bilgilerinden sevk yerleri öğrenilerek, mamüller geri çağırılır. Bu da ileriye dönük izlenebilirliğin sağlanmasına bir örnektir.

SONUÇ

Bulgular

Çalışmada farklı sektörlerde çalışanlarla yapılan mülakatlarda, izlenebilirlikle ilgili literatür çalışmalarında ve alan çalışması olarak seçilen kaşar peyniri üretim sürecinin incelemelerinde “ürün izlenebilirliği nasıl sağlanır” sorusuna yanıt aranmıştır.

Literatürde, izlenebilirliğin gerçekleştirilebilmesi başlıca iki grupta incelenmiştir. Birincisi belli bir parti ürünün, üretim ve tedarik sürecinde başlangıç noktalarına kadar giderek geriye doğru izlenebilirliğin sağlanmasıdır. İkincisi, belli bir parti ürün için gönderildiği servis ve satıcılara kadar gidilerek ileriye doğru izlenebilirliğin sağlanmasıdır (CIES, 2005:7; Cebeci, 2006:191). İzlenebilirliğin sağlanması için malzeme tedariki, üretim gerçekleştirme ve dağıtım işlemlerindeki tüm zincir boyunca gerekli kayıtların tutulması ve zincir boyunca ürün ve ürünü oluşturan malzemelerle ilgili bilgi paylaşımlarının sağlanması gereklidir. Ancak, ürün izlenebilirliğinin sağlanabilmesi için tutulması gereken kayıtların neler olması gerektiği, diğer bir deyişle ürün izlenebilirliği nedir sorusu sorulduğunda, Karlson ve diğerleri (2013:414), literatür çalışmaları sonucunda çok açık bir şekilde gıda izlenebilirliği uygulamasında kullanılan kabul edilen teorik bir çerçevenin bulunmadığı sonucuna ulaştıklarını belirtmişlerdir. Ürün izlenebilirliğiyle ilgili teorik bir çerçevenin çizilememesi, aynı zamanda ürün izlenebilirliğinin standartlaştırılmamasına ve sistematikleştirilememesine neden olmaktadır. Bu duruma vurgu yapan Cebeci, Ulusal Tarım Kurultayında “izlenebilirliğin bu kadar önemli olduğu bilinmesine rağmen izlenebilirlikle ilgili mevcut çalışmalar, ancak henüz tam anlamıyla etkin, tümleşik ve belli standartlara dayalı bir işleyişten uzakta bulunmaktadır” (Cebeci, 2006:189) diye belirtmektedir. Veri standartlaştırılmasında anahtar teknik olarak veri elemanları için standartlaştırılmış listelerin modelleştirilmesi kabul edilmektedir (Hub,2013:342). Buradan hareketle ürün izlenebilirliğiyle ilgili bir modelin oluşturulması ürün izlenebilirliğinin standartlaştırılması için temel bir yapı olacaktır.

Diğer yandan yasal düzenlemelerin ürün izlenebilirliğinden ne bekledikleri incelendiğinde, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının yayınlamış olduğu yönetmelikte “piyasaya arz edilmiş olan madde ve malzemeler, etiketleme veya ilgili dokümantasyon

veya bilgi aracılığıyla izlenebilirliklerini sağlayacak uygun bir sistemle tanımlanabilir şekilde olur” (Resmi gazete, 28157: Madde3-10) diye belirtilmektedir. Ancak bu sistemin nasıl kurulacağına dair kullanılacak standart bir model bulunmamaktadır.

İşletmelerde ürün izlenebilirliğinin sağlanıp sağlanmadığı araştırıldığında, gıda ve kimya haricindeki pek çok işletmede izlenebilirliğin sağlanmasında temel anahtar olarak kabul edilen parti numaralarının tedarik zinciri sürecinde takip edilmediği bilgisine ulaşılmıştır (Kişisel görüşme, Microsoft Dynamics Danışmanı Fatih Adıyaman, 02.08.2013). İşletmelerde ürün izlenebilirliğinin sağlanmadığını gösteren başka bir bulgu da, envanter sayımlarıyla kayıtlara işlenen stok miktarı arasında fark çıkmasıdır ve bu farkın gözlenmesi dolayısıyla firmalar belli periyotlarla envanter sayımları yapmakta ve verilerini güncellemek zorunda kalmaktadır. Stoklarla envanter sayımları arasındaki fark, izlenebilirliğin yanı sıra işletmelerde ürün ağaçlarının ne kadar doğru olarak hazırlandığı sorusunu da akla getirmektedir. Çünkü işletmelerde, malzeme tüketimlerini ve ürünün oluşmasını sağlayan yapı, bilindiği gibi ürün ağaçlarıdır. Çalışılan işletmede, üründe kullanılan malzeme bileşenlerinin önceden net olarak bilinemediği ve geleneksel olarak kullanılan ürün ağaçlarının doğru bir şekilde envanter kayıtlarıyla eşleşemeyeceği gözlenmiştir. Bu nedenle ürün gerçekleştiriminin tüm süreçlerinden etkilenen ürün izlenebilirliği işlevinin sağlanabilmesi için, ürün ağaç yapılarının analiz edilmesi gereklidir.

İşletmelerde, farklı birimlerce kullanılan ürün ağaçları EBOM, MBOM gibi adlar almaktadır. Watts (2012:108), kitabında BOM veri tabanlarının birden çok olmasına çok sık rastlandığını belirtmekte ve BOM’ların birden fazla oluşunu BOM hatalarının oluşmasında kök neden olarak görmektedir. Watts’ın önerisi aynı BOM yapısının tüm üretim birimlerince kullanılmasının sağlanmasıdır. Ancak, statik yapıda bir ürün ağacının, tüm üretim birimlerince kullanılmayacağı gıda işletmesinde yapılan çalışmalar sonucunda görülmüştür. Diğer sektörler için de statik ürün ağaçlarının kullanılması pek çok problemi beraberinde getirecektir.

Geçmişte kitle üretiminin uygulandığı otomotiv, beyaz eşya sektörü gibi montaj işletmeleri için üretim planlama sürecinde statik ürün ağaçları kullanılmaktaydı. Ancak küreselleşen rekabet koşullarında üretim gerçekleştirme sürecinde çok farklı parametrelerin etkili olması ve ürün gerçekleştirme süreci boyunca ürünle ilgili

malzeme bilgilerinin değişebilmesi, statik bir ürün ağaç yapısı üzerinden izlenebilirliğin sağlanması imkansızlaştırmıştır. Rekabetle birlikte yeni ürün geliştirme hızının artması; kitlesel üretim sistemlerinden; kişiye özel üretim sistemine geçiş yaşanması; ürün ağaçları ve ürün ağaçları üzerinden planlamayı sağlayan MRP uygulamalarının otomotiv sektörü dışında farklı sektörlerde de uygulanmaya başlanması, işletmelerde ürün ağaçlarının bilinen yapısını ve kullanım amaçlarını değişirmiştir. Bu nedenle ürün gerçekleştirmenin tüm süreçlerinden etkilenen ürün izlenebilirliği işlevinin sağlanabilmesi için, ürün ağaç yapılarının farklı sektörlerde ne gibi amaçlarla, nasıl kullanıldığı incelenmiştir. Çalışmada ürün ağaçlarının üretim sonrasında da doğruluğunu muhafaza edebiliyor olabilmesi için nasıl sistematize edilebileceği araştırılmıştır. Böylece ürün ağaçları, üretimin gerçekleşmesi sonrasında kullanılan malzeme, miktar ve parti numaraları bilgilerini içererek şekillenecek ve sistematik bir yaklaşımla, ürün ağaçlarının kullanımı, planlamanın ötesine geçerek ürün izlenebilirliğinin sağlanması hedefine de hizmet edebilir olacaktır.

Çalışmanın Kısıtları

Çalışmanın uygulanabilirliği, ürün ağaçlarının kullanıldığı sektörlerle kısıtlıdır. Bu nedenle, haddeleme, ekstrüzyon gibi üretim imalatında süreklilik arz ettiğinden, ürün oluşturmada girdi olan malzemeler parti numaraları bazında birbirinden ayıramayacağı için bu sektörlerde uygulanabilir değildir.

Çalışma, ürün izlenebilirliğinin sağlanmasında standart olarak uygulanabilecek bir model oluşturmaya çalışmıştır. Çalışma tedarik zinciri boyunca ortak bir veritabanına kayıt yapılacağı düşünülerek hazırlanmıştır. Ancak modeldeki bilgi paylaşımının tedarik zinciri boyunca aktarılması şeklinde olması halinde nasıl bir metot uygulanacağı farklı bir uzmanlık gerektirdiğinden kapsam dışı tutulmuştur.

Çalışmanın uygulaması kaşar peyniri üretim tesisinde gerçekleştirilmiş, uygulama bir şirkette gerçekleştirilmiştir. Çalışma, uygulamada gıda sektörüyle sınırlı kalsa da, amaç tüm sektörlerde uygulanabilecek bir izlenebilirlik kayıt sistemi oluşturmak olduğu için farklı sektör çalışanlarıyla da mülakatlar yapılmıştır.

Model ve Yorumlar

Her işletme fonksiyonu için ayrı ayrı hazırlanan üretim ağaçları, ERP uygulamalarında başarısızlığa neden olduğu sonucuna literatür çalışmalarında ulaşılmıştır (Watts, 2012:108). Öte yandan, statik yapıdaki işletme fonksiyonlarında ortak olarak kullanılan ürün ağaçlarıyla üretim gerçekleştirme işleminde, pek çok sektörde kayıtlarla fiili stokların eşleşmediği görülmektedir. Bu problemin giderilmesi ve ürün ağaçlarıyla izlenebilirliği sağlayacak altyapının oluşturulması için, işletmenin fonksiyonları ve ürün gerçekleştirme süreci paralel düşünülerek aşama aşama gelişen ürün ağacı gelişim modeli oluşturulmaya çalışmıştır.

Ürün ağaçlarının gelişimi sistematik bir temele dayanmadığında, üretim gerçekleştirme sürecinde üründe kullanılan malzemenin numarası, miktarı ve yine bu malzemelere ait parti numaralarının tek tek girilmesi gereklidir ki bu da çoğu ürün için uygulanamaz bir iş yükü getirmektedir. Ürün ağaçlarının gelişiminin sistematikleştirilmesiyle, sürekliliği ve standartlaşmayı sağlayacak şekilde ürün ve üründe kullanılan parti numaraları ve malzeme bilgilerinin doğruluğu temin edilecek ve böylece izlenebilirliğin temel taşlardan biri olan parti numaraları ve ürün içerik bilgileri sağlanmış olacaktır.

Çalışmada ürün gerçekleştirme işlemi boyunca ürün ağaçlarının doğru bir şekilde gelişebilmesi için, ürün ağacında kullanılan malzemeler dört sınıfa ayrılması önerilmiştir. Birincisi, sabit malzeme olarak adlandırılan, üründen ürüne kullanım miktarı değişmeyen malzemelerdir. Bu malzemelere, yeni ürün tasarımı esnasında karar verilir ve bu gruba giren malzemeler nadir olarak ürün ağaçlarında değişikliğe uğrarlar. Bu malzemeler, ürün ağaçlarının temel yapıtaşları olduğundan değişmeleri halinde yeni bir ürün tanımlaması gerekir veya ürünün yeni bir versiyon tanımı yapılır. İkincisi müşteri talebine göre seçilen malzemelerle, ürün ağaçlarında seçilen malzemelerin üst seviyesinde yer alan seçilmiş malzemelerdir. Seçilen malzemeler, alternatif malzemeler arasından müşteri talebine göre seçilerek veya malzemelere ait büyüklük, desen gibi özellikler girilerek oluşturulur. Bu seçimler, çoğu zaman arka plandaki algoritmanın belli kısıtlamaları dahilinde yapılabilir. Böylece, üretim planlama öncesinde nasıl bir ürün üretileceğine dair ilk malzeme listeleri ortaya çıkar. Üçüncüsü, müşteri talebi dışında değişkenlik gösteren malzemelerdir. Bu malzemelerin değişmesiyle müşteri ilgilenmez. Bu grup, “kısıtlar dolayısıyla değişkenlik gösteren malzemeler” olarak

adlandırılabilir. Bu malzemelerin ne olması gerektiğine, yetkili bir kişi, üretim planlama esnasında karar vererek ürün ağacının oluşumunu yönlendirir. Dördüncüsü, üründen ürüne miktarsal değişkenlik gösteren malzemelerdir. Bu malzemelerin, aynı ürün için kullanım miktarı sabit değildir ve değişkenlik gösterir. Bu nedenle, üretim planlarının yapılabilmesi için ürün ağaçlarına maksimum büyüklük girilmesi ve üretim gerçekleştirildikten sonra kullanım bilgilerinin güncellenmesi bu grup malzemeler için doğru olacaktır.

Çalışmada dört gruba ayrılması öngörülen ürün ağaç bileşenlerindeki her grup, ürün gerçekleştirme işleminin farklı bir aşamasında işlem görecektir. Bu şekillendirmedeki ilk aşama tasarım ürün ağaçları oluşumudur. Tasarım aşaması, işletmenin çalışma şartlarına uygun olarak, ürün ağaçlarının içindeki üst ve alt malzemeleri kapsayan ikili bağlantıların oluşturulduğu aşamadır. Bu aşamada ürün ağacı bileşenlerine ve bileşenlerin hangi gruba ait olduğuna karar verilir.

Müşteri taleplerinin toplanması aşaması, müşterinin ürünle ilgili talep ettiği işlev, özellik veya malzemeleri seçmesiyle başlamaktadır. Bu aşamada, ürün ağaçlarında müşterinin seçtiği özelliklere göre malzemelerin kalması sağlanırken, müşteri tarafından talep edilmeyen seçimli malzemeler ürün ağaç yapısından çıkarılmış olur. Seçimler, sektörel bazda farklılıklara göre farklı şekillerde gerçekleşebilmektedir. Örneğin, müşterinin seçimi giyim sanayinde istenen modelin bedeni olurken, otomotiv sektöründe klima, abs, otomatik cam gibi malzeme seçimleri olabilmektedir. Mobilya sektöründe yeni ürünün boyut ve malzemeleri gibi özellikleri müşteriden toplanırken, gıda sektöründe müşteriye çok kısıtlı alanlarda ürün içeriğiyle ilgili tercih yapma imkanı sağlanır. Gıda sektöründe, müşteri seçimli malzeme grubunun kullanılmaması nedeniyle, alan çalışmasında bu grupla ilgili sistematığe yer verilmemiş, bu nedenle çalışmanın ikinci bölümünde müşteri seçimli malzeme grubu, bir örnek üzerinden daha ayrıntılı olarak aktarılmıştır. Örnekte ürün altında yer alan her seçimli malzeme ve malzeme kombinasyonları için ayrı ayrı oluşturulan geleneksel ürün ağaçları yerine, tek bir ürün ağaç modeli oluşturulmuştur. Böylece müşteriden talep toplanması, planlamaların yapılması gibi işlemler oldukça yalınlaşmıştır.

Üretim gerçekleşirken, ürün ağaçlarının yapısının şekillendiği diğer aşama, üretim planlarının yapıldığı aşamadır. Bu aşamada, üretici kısıtlar dolayısıyla bazı kararlar

almak zorundadır. Üretici, ürün ağacı içerisindeki kısıtlara göre değişkenlik gösteren malzeme gruplarının içinden, üründe kullanacağı malzemelerin neler olacağına bu aşamada karar verir. Karar sonrası, planın çalıştırılmasıyla, üretim esnasında ihtiyaç duyulan malzeme listeleri ve üretim emirleri oluşur. İhtiyaç duyulan malzemelerin taşınması esnasında malzemelerin parti numaraları sorgulatılarak FIFO'ya uygun bir şekilde taşımalar gerçekleştirilmelidir.

Bir sonraki aşamaysa, üretimin gerçekleştiği aşamadır. Bu aşamada, sistematik olarak girilen bilgi üründen ürüne çevresel, biyolojik sebeplerle farklılık gösteren ve tasarım aşamasında da “miktarsal değişkenlik gösteren malzeme” olarak tanımlanmış malzemelerin miktar bilgileridir. Ürün ağaç yapılandırılması ne kadar sistematik yürütülürse yürütülsün, üretim gerçekleştirme aşamasında zaman zaman plana göre farklılıklar olabilmektedir. Bu durum, kullanılması planlanan parti numaralı malzemenin hurdaya ayrılması, tedarikçiden talep edilen malzemenin zamanında gelmeyip yerine muadili olan malzemenin kullanılması gibi farklı sebeplerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle sistem, üretim gerçekleştirme esnasında üretim ürün ağacı bileşenleri içerisinde son bir revizyonun yapılmasına izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Miktarsal değişkenlik gösteren malzemelerin girilmesi, tersine mühendislik yapılarak üretim sonrası plana göre oluşan farklılıkların revize edilmesiyle üretim ürün ağaçları oluşturulur. Üretim ürün ağaçları oluşturulduğunda, geleneksel ürün ağaçlarındaki malzeme numarası ve miktar bilgileri yanında, malzemelerin parti numara bilgileri de üretim ürün ağaç yapısının içinde yerini alır. Her üretim gerçekleşmesi, aslında üretim ürün ağacı altındaki ikili bağlantıların oluşumudur.

Üretim ürün ağaçlarını, diğer ürün ağaçlarından ayıran en önemli özelliklerden biri de ürün ağacının yapısıdır. Ürün ağaçları, üretim gerçekleştirmeyle birlikte klasik baba oğul ilişkisinin dışına çıkmak, üst komplelerin ve alt komplelerin birden fazla olabileceği bir yapıya bürünmek zorundadır. Çünkü, üretim gerçekleştirme işleminde kullanılan malzeme girdileri ve üretim sonucunda oluşan malzeme çıktıları, kimi zaman birden çok olabilmektedir. Bu nedenle, üretim sonucunda ürün ağaç yapısı, üst malzemelerin ve alt malzemelerin birden çok olabileceği bir yapı olacaktır. Bu ürün ağaçlarındaki bağlantıları ve dolayısıyla ürün içindeki izlenebilirliği sağlayacak olan ve

gerektiğinde de yapıyı bildiğimiz anlamda ürün ağaç yapısına çevirecek olan anahtarlar parti izleme numaralarıdır.

Tek başına parti numarası, belirli bir parti malzemeyi işaret etmemektedir. Parti numarası ve malzeme numarası bir arada kullanıldığında belirli bir parti malzemeye ulaşılmış olur. Parti numaralarının verilmesinde ürün tedarik zinciri boyunca tek olabilmesi ve diğer partilerle hiçbir zaman karışmaması için mekan ve zaman bilgileri gibi parametrelerden yararlanılabilir. Bunun dışında, makine ve teçhizat, sorumlu kişi, üretimin sipariş numarası gibi farklı parametrelerin de parti numaralarını tanımlamakta kullanılabilirliği görülmektedir.

Ürün izlenebilirliğinin çerçevesini ortaya koyan çalışmalarda, izlenebilirlikle ilgili farklı sınıflandırmalara rastlanmaktadır. Bu çalışmalar ürün izlenebilirliği kavramının neleri içermesi gerektiğine dair bir alt yapı oluşturmakta ve izlenebilirlik modelinin oluşturulması için yol gösterici olmaktadır fakat yeterli değildir. Ürün izlenebilirliğinin standartlaşması için şirketler tarafından ortak kabul görmüş bir izlenebilirlik çerçevesinin çizilmesi ve bu çerçeveye paralel bir kayıt sisteminin oluşturulması elzemdir. Bu gerekliliği gören araştırmacılar, izlenebilirlik kayıtlarının neleri içereceği ve kayıtların nasıl tutulması gerektiği ile ilgili çalışmalar hazırlamışlar ve çalışmalarında model diyagramlarından faydalanmışlardır. Bu çalışmaların en geniş kapsamlı olanında izlenebilirlik modeli, siparişler, üretim planları, işlemler, kalite ile ilgili değerler, parti numaraları ve parti numaraları arasındaki ilişkilerden oluşmuştur.

Literatürdeki izlenebilirlik modelleri değerlendirildiğinde, çalışmaların sadece gıda sektörü üzerine yapıldığı görülmektedir. Gıda sektöründe ürün yapısı diğer sektörlere göre nispeten basit olduğundan, modellerde parti numaraları ve içerik bilgileri gösterilmiş ancak bunların oluşumunu temin eden ürün ağaçlarına model içerisinde yer verilmemiştir. Oysa, hem bu çalışmanın uygulandığı gıda işletmesinde elde edilen sonuçlara bakıldığında hem de otomotiv ve mobilya sektörü gibi değişik alanlarda çalışan kişilerle gerçekleştirilen mülakatlar sonucunda rahatlıkla görülebilir ki, pek çok ürün için, ürün ağaçlarını hazırlamadan ve ürün gerçekleştirme süreçleri boyunca ürün ağaçları üzerine gerekli müdahaleleri yapmadan, ürün parti numaraları ve bu parti numaraları ile kompleler arasındaki bağlantılara ulaşabilmek neredeyse imkansızdır.

Problemlı bir ürünün geriye dönük izlenebilirliği çalıştırılarak problemin kaynağı tespit edildiğinde; bakımı ihmal edilmiş bir kazan içerisinde kalan parçaların problemlı ürüne sebep olduğu ya da yaptığı işle ilgili gerekli eğitimi almamış bir çalışanın işini gereği gibi yapmamasından dolayı ürünlerde problem çıkabileceği tespit edilmiştir. Bu nedenle, dolaylı şekilde ürüne etki eden çalışan, ekipman, malzeme, taşıyıcı ve depo bilgileri gibi parametrelerin neler olduğu ve gerekli yeterliliğe sahip olup olmadıkları da ürünle ilgili problemlerin tespiti açısından önemlidir. Dolayısıyla söz konusu bilgilerin izlenebilirlik modellerinin içinde yer alması mutlaka gereklidir.

Ürün izlenebilirliği modellerinde açık şekilde gösterilmesi gereken parametrelerden biri, malzemelerin taşıma bilgileridir. Taşıma bilgilerinin kayıtları tutulmadan şirketler arası tedarik zinciri içinde bu malzemeleri elde eden tedarikçi bilgilerine ulaşılamaz, aynı zamanda taşıma ve depolama esnasında gerekli koşulların sağlanıp sağlanmadığı sorgulanamaz. İleriye doğru izlenebilirliğin sağlanabilmesi için de malzemelerin hangi müşterilere gönderildiğine kadar olan tedarik zincirinin sorgulanabilmesi yine malzemelerle ilgili taşıma bilgilerinin kayıtlarını gerektirir. Taşıma işlemleri fabrika içindeki depolar arasında yer değiştirmeyi kapsayabileceği gibi uluslararası düzeyde lojistik işlemlerini de kapsıyor olabilir. Her taşıma işleminde ne taşındığı (parti numarası ve malzeme numarası birlikte kaydedilir), taşımanın nereden nereye olduğu, ne kadar miktarda, ne zaman ve neyle taşındığının bilgileri tutulmalıdır. Bir ürünle ilgili anlık depo bilgilerine, sadece işletme içinde ulaşılabileceği için, firmadan firmaya ürünle birlikte aktarılan taşıma bilgileri gerektiğinde koordinasyonun sağlanarak ürünün hangi tedarikçilerden temin edildiği veya nerelere dağıtıldığı bilgilerine ulaşılmasını sağlar. Literatürdeki izlenebilirlik modellerinde taşıma bilgilerinin bulunmaması büyük bir eksiklidir.

Ürün izlenebilirliğinin sağlanması için, üretimin yapılması esnasında kullanılan ekipman, tehzizat, el işçiliği gibi bilgiler de kayıt altında olmalıdır. Ayrıca üretimin gerçekleştirilmenin ne zaman, nerede ve kimin sorumluluğunda olduğu bilgileri de yine bu tabloya işlenmelidir. Ürün dışı durum bilgileri olarak adlandırılan bu tablo, kimlik bilgileri ve kimlik içerik bilgileriyle bağlantılıdır. Bakımının yapımı ihmal edilmiş bir makine ya da üretim için gerekli eğitimleri almamış bir sorumlu bu bağlantılar vasıtasıyla teşhis edilebilir.

Hem üretimin gerçekleştirilmesi esnasında, hem de üretim gerçekleştirildikten sonra ürünü ve ürünü oluşturan malzemelerin kalite bilgileri kaydedilmelidir. Her türlü ölçülen değişken özelliğin bir alanda, ölçülen sonucun da bir alanda yazılıyor olması, ürün izlenebilirliğinde kalite kayıtları için bir şablon sağlamış olacak, sistemi standartlaştırarak basitleştirecektir.

İzlenebilirliğin gerçekleştirilmesinde kullanılacak diğer iki sınıf bilgisi, malzeme numaralarından ve parti numaralarından bağımsız bilgilerdir. Bu bilgiler, kimlik ve kimlik geçmiş bilgileridir. Kimlik bilgileri sorumlular, makineler, depolar, firmalar, malzemeler gibi çok geniş bir spektrum için bir tanım numarası oluştururken; kimlik içerik bilgileri ise bu tanımlara ait sicil bilgilerinin depolandığı yerlerdir. Örneğin eğitimini almamış bir çalışana yaptırılan iş sonucu oluşan problemler veya bakımı yapılmamış bir ekipmanın ürün üzerinde oluşturacağı hasar bu bağlantılara vasıtasıyla ulaşılır. Malzeme ve ekipmanların teknik şartnameleri de yine kimlik geçmiş bilgileri grubuna girmektedir.

Çalışmada yukarıdaki bilgiler ışığında bir izlenebilirlik modeli oluşturulmuş ve modelde ürün ağaçlarının sistematik şekilde olgunlaşarak üretim ürün ağaçlarını oluşturmasına, ekipman, yer gibi ürün dışı durum bilgilerine, malzeme kalite ve içerik bilgilerine, malzeme taşıma bilgilerine, kimlik bilgilerine ve kimlik içerik bilgilerine yer verilmiştir. Modelde yer alan her sınıfa ait bilgilerin, ürün gerçekleştirme süreci üzerinde belli noktalarda ölçülmesi ve kaydedilmesi için program kullanılmaktadır.

Ürün ağaçları, gelişimini tamamlayıp üretim ürün ağaçlarına dönüştüğünde, artık altında yalnızca malzeme numaraları ve adetlerini kapsamayacak aynı zamanda parti numaralarını da kapsayan bir yapıda olacaktır. İzlenebilirliğin sağlanmasındaki bağlantılarda bu parti numaraları üzerinden gerçekleşir. Parti numaraları hem zincirin halkaları gibi malzeme bilgilerini birbirine bağlar, hem de taşıma bilgileri, ürün dışı durum bilgileri, malzeme kalite ve içerik bilgileriyle, malzeme taşıma bilgileri arasındaki bağlantılarda köprü görevini görür.

Ürün izlenebilirliğine ait standart bir uygulamanın bulunmaması, denetimler esnasında ürün izlenebilirliğin sağlanıp sağlanamadığının etkin bir şekilde sorgulanamamasına neden olmaktadır. İzlenebilirlik denetimlerinde “izlenebilirlik sistemi mevcut mu?”

sorusuna cevap aranmaktadır. Denetimler, “son ürün ham madde aşamasına kadar izlenebilir mi?” ve “problemleri parti numaralı ürünlerin nerelere gönderildiği bulunabilir mi?” sorularıyla kısıtlı kalmakta, ürün izlenebilirliğini etkileyen pek çok parametrenin kayıtları sorgulanmamaktadır. Çalışma, bu ihtiyacı karşılamaya çalışmakta ve ürün izlenebilirliğinin kapsamını oluşturarak, halkın sağlığını ve güvenliğini tehdit edecek risklerin engellenmesini amaçlamaktadır.

Ayrıca çalışmada ürün izlenebilirliğinde merkezde yer alması gereken ürün ağaçlarının olması gereken yapısı üzerine düşünülmüştür. Ürün ağaçlarıyla ilgili önerilen yapılandırma ve sistematik gelişim, ürün ağaçlarıyla ilgili çalışmaları farklı bir boyuta taşıyacağı düşünülmektedir.

Uygulama ve Sonuçlar

Önerilen izlenebilirlik modeli süt ürünleri üreten bir tesiste uygulanmıştır. Firmayla 2009 yılında, tek platform üzerinden kayıtların tutulması ve yürütülmesi için yazılım çalışmalarına başlandığı zamanlarda, ürün izlenebilirliğini sağlayacak bir kayıt sistemi bulunmamaktaydı. 2009 yılında, satılan ürünlerin takibi için üretilen ürünlerin üzerine yılın kaçınıcı gününde üretildiğini gösteren parti numaraları basılmakta ve her gün her üründen birkaç tanesi son kullanma tarihi gelene kadar saklanmaktaydı. Ürünle ilgili bir sıkıntı yaşandığı anlaşıldığında, parti numarasıyla eşleşen numuneler açılıyor ve problemin nedeni analiz edilmeye çalışılıyordu. Ancak izlenebilirliğin takibi sadece elde tutulan numuneler üzerinden olduğundan, izlenebilirlik sığ bir alanda gerçekleşiyordu. Sorunlu ürüne ait ana problem (kazan temizliği, hatalı malzeme kullanımı v.b.) tespit edilse dahi ilgili kayıtlar tutulmadığından o güne ait tüm ürünlerin geri çağırılması gerekiyor, aynı probleme maruz olan diğer ürünler kayıtlardan tespit edilemiyordu.

2011 yılına gelindiğinde yazılım aracılığıyla, satın almada ve üretimde parti numaraları tanımlanmaya ve parti numaraları üzerinden stoklar takip edilmeye başlandığında, çalışılan işletmedeki malzeme stoklarıyla, veritabanına işlenen kayıtların birbirini tutmadığı görüldü. Bu durum, izlenebilirliğin merkezinde olan malzeme ve parti numaraları doğruluğunun, ERP uygulamasına rağmen sağlanamadığını gösteriyordu. Problemin nedeni araştırıldığında, statik bir yapıda kullanılan ürün ağaçlarıyla, tüketilen malzemelere ait parti numaralarının FIFO'ya göre eşleştirilmesiyle oluşan kayıtların

doğru sonuçlar veremeyeceği anlaşıldı. Çünkü, ürün ağacı içinde kullanılan malzemeler üründen ürüne malzemesel ve miktarsal değişkenlik gösteriyordu. Sorunu çözmek için ürün gerçekleştirme süreçleri analiz edildi ve neticesinde ürün ağacının içindeki malzemeler sabit, kısıt değişkenli ve miktarsal değişkenli olarak üçe ayrıldı. Ürün gerçekleştirmenin her aşamasında ürün ağacı bileşenlerinden hangilerine karar verileceğine dair sistematik bir metot geliştirildi. Oluşturulan sistematik metot neticesinde, üretilen ürün içindeki malzeme numarası, malzeme miktarı ve parti numaralarının doğru bir şekilde oluşturulması sağlanarak, üründe kullanılan malzeme bilgilerinin, üretim sonrasında parti numaraları üzerinden izlenebilirliği büyük ölçüde temin edilmiş oldu. Ürünün içindeki tüketilen malzeme bilgilerinin doğruluğu sayesinde de ürün maliyetleri doğru şekilde hesaplanmaya başlandı.

Diğer yandan, stokların satın alma ile birlikte kayıtlara işlenmesi, stok hareketlerinin ve tüketimlerinin kayıt altında tutulması, daha önce yaşanan stok kayıplarını önlerken anlık olarak stok bilgilerinin takip edilebilir olmasını sağladı. İşletme içindeki tüm malzemelerin parti numaralarıyla kayıt altında olması sayesinde işletme içinde FIFO uygulandı. Böylece, malzeme kullanımları sırasındaki karışıklıkların önüne geçebilecek bir sistem oluşturuldu ve malzemelerin son kullanma tarihleri gelmeden önce sıralı şekilde kullanımları sağlanarak, son kullanma tarihi geçmesi nedeniyle üretimde kullanılmayan atıl malzemelerin de önüne geçilmiş oldu.

Malzeme kayıtları, bazı kayıtlar için sadece parti numarası ve bazı kayıtlar için hem parti numarası hem de malzeme numarası ile kalite, taşıma, ürün dışı kullanım kayıtlarına bağlandı. İzlenebilirliğin iki temel kapsamından biri olan geriye dönük ürün izlenebilirliği için, üretim ürün ağacı bilgilerini kullanan bir algoritmayla, üründe kullanılan tüm malzeme ve parti numaraları çekilebilmekte; çekilen kayıtlardaki parti numaralarıyla kalite, taşıma, ürün dışı kullanım bilgileri sorgulanarak ürünle ilgili detaylı bilgi alınabilmektedir. Benzer şekilde, problemlili olduğu tespit edilen malzeme, ekipman, ölçüm, taşıyıcı gibi unsurlara bağlı kaydedilmiş parti numaraları yine bir algoritmayla üretim ürün ağaçlarını sorgulattırarak, bu problemin hangi malzeme ve ürünleri etkilediği tespit edilebilmektedir. Böylece daha önce, sistematik bir yaklaşım uygulanamadığı için tutulamayan kayıtlar, kurulan sistem sayesinde saniyeler içersinde ürünün hem geriye dönük hem de ileriye dönük bilgilerine ulaşılması sağlamaktadır.

Aynı zamanda, firma içinde kullanılan parti numaraları farklı ekipman kullanımları ve gün içinde farklı zamanlarda üretimin gerçekleştirilmesine göre oluşturulmaya başlanmış ve yetkililer daha spesifik şekilde problemle ilgili malzeme bilgilerine ulaşabilmiştir. Tüm bu çalışmaların denetimlerdeki izlenebilirlik notunu yükselttiği gözlenmiştir. Çalışanlarla yapılan mülakatlarla da çalışanların şirkete karşı güvenlerinin arttığı anlaşılmaktadır.

Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Gelecekte, ürün izlenebilirliğinin nasıl sağlanacağına tanımlanması, tüm firmaların aynı ürün izlenebilirlik modelini ve aynı kayıt şeklini benimsemeleriyle ürün izlenebilirliğinde standart bir yapı elde edilmiş olacaktır. Böylece ürün gerçekleştirme sürecinde yer alan ham madde tedarikçilerinden, üreticiye ve müşterilere kadar her birimin ürün izlenebilirliğiyle ilgili bilgileri kayıt altına alıp, gerektiğinde çağırabilmesi ve sorgulayabilmesi sağlanacaktır. Bu standartlaştırma, süreç içinde yer alan herkesin standart bir anlayış geliştirmesini sağlayabileceği gibi aynı zamanda ürün denetimleri esnasında izlenebilirlikle ilgili daha detaylı değerlendirmeler yapılabilmesini mümkün kılacak, böylece halkın güvenliğini ve sağlığını tehdit edebilecek pek çok potansiyel risk engellenmiş olacaktır.

Çalışma kapsamı dışında tutulan, veri bağlantıları arasındaki aktarımın ne şekilde olması gerektiği, üzerinde çalışılması gereken bir başka konudur. Bu aktarımlarda kullanılacak metot, transfer edilmesi gereken bilgiler, ayrıca hangi bilgilerin ortak bir veritabanına işlenmesi gerektiği, üzerinde düşünülmesi gereken konulardır. Gelecekte teknolojinin gelişmesiyle birlikte ürün izlenebilirliği akıllı etiketler üzerinden otomatik olarak gerçekleşebilecektir. Global kimlik bilgilerinin kullanıldığı izlenebilirlik sisteminde, sınırsız mesafelerden etiketlerin okunabilmesiyle her ürünün nerelere dağıtıldığı veya ürün içinde hangi ham maddeler kullanıldığı gibi bilgilere, farklı bir veritabanına ihtiyaç duyulmaksızın, ürünün kendi etiketlerinden ulaşılacaktır.

Ürün izlenebilirliğinin gerçekleştirilmesinin önemi, gıda sektörü kadar diğer sektörler için de giderek daha çok anlaşılmaktadır. Gıda sektörü dışında, ürün izlenebilirliğinin sağlanabilmesi için yapılacak çalışmalar ve çıkarılabilecek yasalar bu konudaki eksikliği giderecektir. Bu çalışma, farklı sektörler için ortak kullanılabilirlik

uygulanabilir bir ürün izlenebilirliği modeli oluşturarak ürün izlenebilirliğinin standartlaşması yolunda adım atmıştır.

KAYNAKÇA

- ALFARO, José A., Luis A. Rábade (2009), “Traceability as a Strategic Tool to Improve Inventory Management: A Case Study in the Food Industry”, *International Journal of Production Economics*, Volume 118, Issue 1, March 2009, ss. 104-110.
- ALTUNIŞIK, Remzi, Şuayıp Özdemir, Ömer Torlak (2006), (Websters Contemporary Dictionary of English'den aktaran) *Modern Pazarlama*, Değişim Yayınları, 4. Basım, İstanbul.
- ARIANO, M. ve A. Dagnino (1996) “An Intelligent Order Entry and Dynamic Bill of Materials System for Manufacturing Customized Furniture” *Computers & Electrical Engineering*, Volume 22, Issue 1, January 1996, ss. 45–60.
- BAINA, Salah, Hervé Panetto, Gérard Morel (2007), “Model-Driven Approach For Product Information Management”, *MITIP 2007*, 6-7 September, Florence.
- BECHINI, Alessio, Mario G.C.A. Cimino, Francesco Marcelloni, Andrea Tomasi (2008), “Patterns and Technologies for Enabling Supply Chain Traceability Through Collaborative E-business”, *Information and Software Technology*, Volume 50, Issue 4, March 2008, ss. 342-359.
- BERTRAND, J.W.M., M. Zuijderwijk, H.M.H. Hegge (2000), “Using Hierarchical Pseudo Bills of Material for Customer Order Acceptance and Optimal Material Replenishment in Assemble to Order Manufacturing of Non-modular Products”, *International Journal of Production Economics*, Volume 66, Issue 2, 30 June 2000, ss. 171-184.
- BEVILACQUA, M., F.E. Ciarapica, G. Giacchetta (2009) , “Business Process Reengineering of a Supply Chain and a Traceability System: A Case Study”, *Journal of Food Engineering*, Volume 93, Issue 1, July 2009, ss. 13-22.
- CEBECİ, Z. (2006), “Gıda İzlenebilirliğinde Bilgi Teknolojileri”, Ulusal Tarım Kurultayı, 15-17 Kasım 2006, Çukurova Üniversitesi, Adana, ss. 189-195.

- CIES, The Food Business Forum (2005), "Implementing Traceability in the Food Supply Chain", *The Food Business Forum*, January 2005, Madrid.
- DONNELLY, Kathryn Anne-Marie, Kine Mari Karlsen, Petter Olsen (2009), "The Importance of Transformations for Traceability – A Case Study of Lamb and Lamb Products", *Meat Science*, Volume 83, Issue 1, September 2009, ss. 68-73.
- ERTUĞRUL, İrfan (2006), *Toplam Kalite Kontrol*, 2.Baskı, Baran Matbaacılık, Ankara.
- European Commission (2007), "Food Traceability", Health and Consumer Protection, Directorate-General, June 2007
http://ec.europa.eu/food/food/foodlaw/traceability/factsheet_trace_2007_en.pdf, (30.11.2012).
- FORZA, C., F. Salvador, "Product Configuration and Inter-firm Co-ordination: An Innovative Solution from a Small Manufacturing Enterprise", *Computers in Industry*, Volume 49, Issue 1, September 2002, ss. 37-46.
- Gıda Güvenilirliği Derneği (2007), <http://www.ggd.org.tr/icerik.php?id=148:30.12.2012>
- HALİS, Muhsin (2000), *Paradigmadan Uygulamaya Toplam Kalite Yönetimi ve ISO-9000 Kalite Güvence Sistemleri*, Beta Basım A.Ş., Ekim 2000, İstanbul.
- HONG G., L. Hu , D. Xue , Y. L. Tu, Y. L. Xiong (2008), "Identification of the Optimal Product Configuration and Parameters Based on Individual Customer Requirements on Performance and Costs in One-of-a-kind Production", *International Journal of Production Research*, Volume 46, No.12, ss. 3297-3326.
- HU, Jinyou, Xu Zhang, Liliana Mihaela Moga, Mihaela Neculita (2013), "Modeling and Implementation of the Vegetable Supply Chain Traceability System", *Food Control*, Volume 30, Issue 1, March 2013, ss. 341-353.
- IMAI, Masaaki (2005), *Kaizen / Japonya'nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı*, Çev., Brisa A.Ş., Kalder Yayınları, 5. Baskı, İstanbul.

- ISO 9001:2008 Eğitim Notu, <http://tr.scribd.com/doc/51612590/58/Tan%C4%B1mlama-ve-izlenebilirlik>, (12.12.2012).
- JIAO, Jianxin, Mitchell M. Tseng (1999), “An Information Modeling Framework for Product Families to Support Mass Customization Manufacturing”, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Volume 48, Issue 1, 1999, ss. 93-98.
- JIAO, Jianxin, Mitchell M. Tseng., Vincent G., Duffy, Fuhua Lin (1998), “Product Family Modeling for Mass Customization”, *Computers Industrial Engineering*, Volume 35, ss. 495-498.
- GUOLI Ji, Gong Daxin, Freddie Tsui (2003), “Analysis and Implementation of the BOM of a Tree-type Structure in MRPII”, *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 139, Issues 1–3, 20 August 2003, ss. 535-538
- Gıda Güvenliği Derneği, 2007, <http://www.ggd.org.tr/icerik.php?id=148>, (28.07.2013).
- GOTEL, Orlena G.T. ve Anthony C. W. Finkelstein (1994), “An analysis of the requirements traceability problem”, *Proceedings of the First IEEE International Conference on Requirements Engineering.*, Colorado Springs, ss. 94–102.
- KESKİN Özge Özer (2008), “Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma”, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, Ankara.
- KHABBAZI, M.R., Yusof Ismail M.D., Ismail N., Mousavi S.A.(2010),” Modeling of Traceability Information System for Material Flow Control Data”, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(2), ss. 208-216.
- KARLSEN Kine Mari, Bent Dreyer, Petter Olsen, Edel O. Elvevoll (2013), “Literature review: Does a common theoretical framework to implement food traceability exist?”, *Food Control*, Volume 32, Issue 2, August 2013, ss. 409-417.
- KARLSEN, K.M., C.F., Sørensen, F., Forås, P. Olsen (2011), “Critical Criteria when Implementing Electronic Chain Traceability in a Fish Supply Chain”, *Food Control*, Volume 22, Issue 8, August 2011, ss. 1339-1347.

- KILIÇ, Recep, *recepkilic.net/wp-content/uploads/İŞLETME-II-2.Ders_.ppt*, (01.12.2013).
- KURTEL, Kaan (2008), “Web’in Geleceği: Anlamsal Web”, Ege Akademik Bakış, 8 (1), ss. 205-213.
- LEE Jang Hyun, Seung Hyun Kim, Kyungho Lee (2012), “Integration of Evolutional BOMs for Design of Ship Outfitting Equipment”, *Computer Added Design* 44, ss. 253-273.
- MATIAS, J.C. Hernandez, H. Perez Garcia, J. Perez Garcia, A. Vizan Idoipe (2008), “Automatic Generation of a Bill of Materials Based on Attribute Patterns with Variant Specifications in a Customer-oriented Environment”, *Journal of Materials Processing Technology*, 199(2008), ss. 431–436.
- Mesleki Yeterlilik (??), “Yönetimde Karar Verme ve Planlama Teknikleri”, <http://www.meslekiyeterlilik.com/uretim/14.yonetimdekararverme.pdf> , 17.09.2012.
- MOE T. (1998), “Perspectives on Traceability in Food Manufacture”, *Trends in Food Science & Technology*, Volume 9, Issue 5, May 1998, ss.. 211-214.
- O'DONNELL, F.J., K.J. MacCallum, T.D. Hogg, B. Yu (1996), “Product Structuring in a Small Manufacturing Enterprise”, *Computers in Industry*, Volume 31, Issue 3, 30 November 1996, ss.. 281-292.
- OLSEN, Kai A., Saetre Per ve Thorstenson Anders (1997), “A Procedure-Oriented Generic Bills of Materials” , *Computers ind. Engng Vol.*, No.1, ss. 29-45.
- OLSEN, Petter ve Borit Melania (2013), “How to Define Traceability”, *Trends in Food Science & Technology* 29, ss. 142-150.
- ORLICKY, J.A., Plossl G.W, Wight O.W. (1972), ”Structuring the Bill of Material for MRP”, *Production and Inventory Management*, vol 13, nr 4, ss. 22-27, fourth quarter 1972; Vaav Veen Eelco Anthonie (1991), “Modelling Product Structures by Generic Bills of Materials”, Technische Universiteit Eindhoven.

- ÖZDEMİR Ali İhsan, “Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 23, Temmuz-Aralık 2004, ss. 87-96.
- PIZZUTI, Teresa, Giovanni Mirabelli, Fernando Gómez-González, Miguel A. Sanz-Bobi (2012), "Modeling of an Agro-Food Traceability System: The Case of the Frozen Vegetables", *Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul*, Turkey, July 3 – 6, ss. 1064-1074.
- POPPER Deborah E. (2007), “Traceability: Tracking and Privacy in the Food System”, *Journal of Geographical Review*, Vol. 97, No.3, ss. 365-389.
- REGATTIERI A., M. Gamberi, R. Manzini (2007), “Traceability of food products: General framework and experimental evidence”, *Journal of Food Engineering*, Volume 81, Issue 2, July 2007, ss. 347-356.
- Resmi gazete (2011), Sayı:28145, <http://omud.org.tr/wp-content/pdf/GT.PDF>, (02.04.2012).
- Resmi gazete (2011), “Türk Gıda Kodeksi Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemeler Yönetmeliği”, Sayı:28157: Birinci Bölüm, Madde3-10, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-9.htm>, (01.12.2013).
- Resmi gazete (2012), 04.01.2012-28163, “Türk Gıda Kodeksi Gıdaların Ait Olduğu Partiyi Tanımlayan İşaretler veya Numaralar Hakkında Tebliğ”, <http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/2012-07.html>, (22.05.2013).
- SAATÇIOĞLU, Ömür Y., “RFID Teknolojisi: Fırsatlar, Engeller ve Örnek Uygulamalar”, http://www.onlinedergi.com/MakaleDosyaları/51/PDF2006_1_4.pdf, (01.12.2013).
- SAHİN, Evren, Dallery Yves, Gershwin Stan (2002), “Performance evaluation of a traceability system”, *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Vol.3.

- SEVİNDİRİCİ, İbrahim (2009), *Üretim Sistemleri*, Kum Saati Yayınları, s. 99, 1. Baskı, İstanbul.
- SOHAL, Amrik S., “Computerised Parts Traceability: An Implementation Case Study”, *Technovation*, Volume 17, Issue 10, October 19 97, ss. 583-591.
- SOMAR, İbrahim (2004), “İşletme Kaynakları Planlaması, ERPI, ERPII”, http://www.inotecbilgimerkezi.com/cinfocenter/pdfs/34_isletme_Kaynak_Planlama_MRP.pdf.
- STOROY, Jostein, Maitri Thakur, Petter Olsen (2013), “The TraceFood Framework – Principles and Guidelines for Implementing Traceability in Food Value Chains”, *Journal of Food Engineering*, Volume 115, Issue 1, March 2013, ss. 41-48.
- TANYAS M., M. Baskak, 2003, “*Üretim Planlama ve Kontrol*”, İrfan Yayıncılık, İstanbul.
- TATSIPOOULOS I.P.(1996), “On The Unification Of Bills of Materials and Routings”, *Computers in Industry*, Volume 31, Issue 3, 30 November 1996, ss. 293-304
- TOPOYAN, Mert (2003), “Gıda Sektöründe Kritik Noktaları ve Tehlike Analizleri (HACCP) ve ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi İlişkisinin İncelenmesi”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, İzmir.
- THAKUR, Maitri ve Charles R. Hurburgh (2009), “Framework for Implementing Traceability System in the Bulk Grain Supply Chain”, *Journal of Food Engineering*, Volume 95, Issue 4, December 2009, ss. 617-626.
- Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Global Standartlar Merkezi (2004), “Tarım Sektöründe İzlenebilirlik ; EAN.UCC Sistemi Kullanıcı Klavuzu”, Ankara, <http://gs1.tobb.org.tr/tarimurunlerindeizlenebilirlik.pdf>, (01.12.2013).
- TOBB (2012), *GSI Sistemi Tanıtım Kitapçığı*, TOBB Yayın No: 2012/178, Aralık 2012, Ankara.

- Toyota, http://www.toyota.com.tr/about/news_and_events/recall-statement-faq.tmx;
(28.10.2013).
- TSENG Hwai-En, Chien-Chen Chang, Shu-Hsuan Chang (2005), “Applying Case-based Reasoning for Product Configuration in Mass Customization Environments”, *Expert Systems with Applications*, Volume 29, Issue 4, November 2005, ss. 913-925.
- TS EN ISO 9000, Mart 2001, “Türk Standardı”, ICS 03.120.10.
- VAN DER Aalst W.M.P (1999), “On the Automatic Generation of Workflow Processes Based on Product Structures”, *Computers in Industry*, Volume 39, Issue 2, July 1999, ss. 97-111.
- VAN DORP C.A. (2003), “A Traceability Application Based On Gozinto Graphs”, EFITA 2003 Conference, 5-9 July 2003, Debrecen, Hungary, ss. 280-285.
- WATTS Frank B. (2012), “Engineering Documentation Control Handbook”, *Configuration Management and Product Lifecycle Management*, Copyright © 2012 Elsevier,
http://books.google.com.tr/books?id=N41HWRIbBOYC&printsec=frontcover&hl=tr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- WAGNER, G.L ve E. Glassheim (2003), “Report on Traceability of Agricultural Products. Northern Great Plains Inc.”,
http://www.ngplains.org/documents/traceability_report.pdf, 25 Sep 2006,
(01.10.2012).
- YANG Dong ve Ming Dong, “A constraint satisfaction approach to resolving product configuration conflicts”, *Advanced Engineering Informatics*, Volume 26, Issue 3, August 2012, ss. 592-602.
- YARIN, 2011,<http://www.gazeteyarin.com/genel/guncel/kare-barkot-eczacilarin-cilesi-old.html>, (12.12.2012).

- YÜKÇÜ Süleyman ve Gülşah Atağan (2010), “Muhasebenin Mühendislik Boyutu: Ürün Ağacı ve Rota Uygulaması”, *Mali Çözüm*, Kasım Aralık 2010, ss. 21-38.
- YÜKSEL Mehmet Erkan ve Şafak Durukan Odabaşı (2009),”Nesneler İzlenebilir ve Yönetilebilir mi? Çözüm:RFID”, *Akademik Bilişim 2009*, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa,11-13 Şubat 2009.
- YÜKSEL M. Erkan, A. Halim Zaim (2009), “Otomatik Nesne Tanımlama ve Takibinde, Veri Yönetimi ve Analiz Sistemlerinde RFID Üstünlükleri”, *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, 13-15 Mayıs 2009, Karabük.
- ZHOU Chunjing, Zhihang Lin ve Chuntao Liu (2008), “Customer-driven product configuration optimization for assemble-to-order manufacturing enterprises”, *Int J Adv Manuf Technol (2008)*, 38, ss. 185–194.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Sakarya'da doğdu. İlköğrenimini Sakarya'da tamamladı. Liseyi Ankara Fen Lisesi'nde okudu. 2000 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Havacılık Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2010'da Sakarya Üniversitesi'nde İşletme anabilim dalında tezsiz yüksek lisansını tamamladı. 2011'de de Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Makine ve İmalat Mühendisliği'nde "Alüminyum Geri Dönüşüm Süreci ve Süreçte Kullanılan Malzemelerin Alüminyum Bileşenlerine Etkileri" konulu tez çalışmasıyla yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2010 yılında Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalında doktora eğitimine başladı. 2000-2007 tarihleri arasında Koç Holding bünyesinde faaliyet gösteren Iveco-Otoyol San. A.Ş.'de üretim ve metot mühendisliğinde, 2007-2009 tarihleri arasında Yazaki'de ürün mühendisliğinde çalıştı. Mart 2009 tarihinden itibaren Bilecik Üniversitesi Meslek Yüksek Okulunda Otomotiv Programında öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.