T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİŞİM PAYLAŞIMI KULLANILARAK İMALAT YAZILIMLARININ BÜTÜNLEŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End. Müh. Muhammet Raşit CESUR

Enstitü Anabilim Dalı	:	ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı	:	ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı	:	Prof. Dr. Orhan TORKUL

Ocak 2013

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİŞİM PAYLAŞIMI KULLANILARAK İMALAT YAZILIMLARININ BÜTÜNLEŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End. Müh. Muhammet Raşit CESUR

Enstitü Anabilim Dalı	:	**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**
Enstitü Bilim Dalı	:	**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

Bu tez 16 / 01 /2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Harun Taşkın	**Prof. Dr. Orhan Torkul**	**Prof. Dr. İ. Hakkı CEDİMOĞLU**
Jüri Başkanı	**Üye**	**Üye**

TEŞEKKÜR

Tez çalışması esnasında gösterdiği sabır, paylaştığı bilgileri ve bana kattıkları için danışman hocam Prof. Dr. Orhan TORKUL'a, yetişmemde emeği olan annem Zehra CESUR'a, babam Ali CESUR'a, hem bilgi olarak, hem de manevi desteklerinden dolayı Merve YILMAZ ve kardeşim Fatma CESUR'a, çalışma boyunca benden hiçbir desteğini esirgemeyen Yard. Doç. Dr. Recep YILMAZ'a ve Öğr. Gör. Tuğba ÖRS'e, projenin uygulamasında verdikleri destek için Özlem Çelik firması genel müdürü Hasan TARHAN'a insan kaynakları müdürü Gül KİBAR'a, Imos konusundaki destekleri için Muhammet Erman'a ve tüm Özlem Çelik ailesine, Lantek konusunda paylaştığı bilgilerden dolayı Yılgenci firmasının üretim ve planlama sorumlusu Ömer DALSINIR'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ v
ŞEKİLLER LİSTESİ vi
TABLOLAR LİSTESİ viii
ÖZET ix
SUMMARY x

BÖLÜM 1.
GİRİŞ 1
1.1. Giriş 1
1.2. Amaç 2

BÖLÜM 2.
LİTERATÜR TARAMASI 3
2.1. Giriş 3
2.2. Veri Paylaşımı 4
2.2.1. IDEF(Integration Definition Language) 4
2.2.2. XML(Extensible Markup Language) 5
2.3. İmalat Yazılımlarının Bütünleştirilmesi 6
2.4. Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sistemleri 7
2.4.1. ERP Sisteminin Tanımı 8
2.4.2. ERP Sisteminin Temel Amaçları 8
2.4.3. ERP'nin Temel Özellikleri 9
2.4.4. ERP'nin Tarihsel Gelişimi 9
2.4.5. ERP'nin Tarihsel Gelişimi 10
2.4.6. ERP Sisteminin Modülleri 10

2.5. Sonuç..... 11

BÖLÜM 3.
ÜRETİM SÜRECİ..... 13
3.1. Üretim teknolojileri 15
3.2. Üretimin Matematik Modeli 17
3.2.1. Sehpa Örneği 18
3.2.2. Üretim Zamanının Modellenmesi 24
3.2.3. Modelin Dinamik Hale Dönüştürülmesi 26

BÖLÜM 4.
BÜTÜNLEŞİK VERİ MODELİ 31
4.1. Giriş..... 31
4.2. Ürün Ağacı Tasarımı 32
4.2.1. Sehpa Örneği 33
4.3. Sehpa için Dinamik Ürün Ağacı Modeli 36
4.4. Dinamik Ürün Ağacı Modelinin Genelleştirilmesi 42
4.5. Sehpa için Çeşit Türetme İşlemi 56

BÖLÜM 5.
İMALAT YAZILIMLARI 59
5.1. Giriş..... 59
5.2. Lantek..... 60
5.3. Imos..... 63
5.4. OptiPlanning 70
5.5. Gusto..... 72
5.6. Sonuç..... 79

BÖLÜM 6.
İMALAT YAZILIMLARI İÇİN BÜTÜNLEŞTİRME MODELİ 80
6.1. Giriş..... 80
6.2. Ürün Ağacı Odaklı Bütünleştirme 81
6.3. Stok kartlarının aktarımı 83

6.4. Stok Özelliklerinin Aktarımı 84
6.5. Ürün Ağaçlarının Aktarımı 87
6.6. Ham Madde Özelliklerinin Üst Seviyelere Atanması 90
6.7. Ürünler için Çeşitlerin Üretimi 92
6.8. Ürün Ağacı Formülasyonu 96
6.9. Barkod için Formüllerin Oluşturulması 103
6.10. Sistemin Test Edilmesi 105

BÖLÜM 7.
SONUÇ 108

KAYNAKLAR 112
EKLER 118
ÖZGEÇMİŞ 122

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

C	: Çevrim süresi
CAD	: Bilgisayar bütünleşik tasarım
CAE	: Bilgisayar bütünleşik mühendislik
CAM	: Bilgisayar bütünleşik imalat
CAPP	: Bilgisayar bütünleşik üretim planlama
ERP	: Kurumsal kaynak planlama
GPS	: Küresel konumlama sistemi
HCS	: Yarı sabit hazırlık zamanı
IDEF	: Bütünleştirme tanımlama dili
MRP	: Malzeme iktiyaç planlama
MLT	: İmalat ön süresi
MRP II	: İmalat kaynak planlama
OET	: İşlem bitiş zamanı
OST	: İşlem başlama zamanı
OT	: İşlem zamanı
PDM	: Ürün veri yönetimi
PT	: Üretim zamanı
RFID	: Radyo dalga kimliği
S	: Hazırlık zamanı
XML	: Genişletilebilir sorgulama dili

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. İmalat İşlemlerinin Sınıflandırılması 16
Şekil 4.1. Sehpa Ürün Ağacı için Varlık İlişki Diyagramları 38
Şekil 4.2. Sehpa Ürün Ağacına Bağlı Formülasyon Yapısı 40
Şekil 4.3. Üretim Nesnesi Modeli 44
Şekil 4.4. Sehpa'nın Nesne Bağlantıları 52
Şekil 4.5. Bağlantı Nesnesine Yapılan Bağlantılar 53
Şekil 5.1. Lantek Çalışma Sayfası 61
Şekil 5.2. Lantek ile Çizimin Kontrolü 61
Şekil 5.3. Sac Seçimi 62
Şekil 5.4. Çizimin Saca Yerleştirilmesi 63
Şekil 5.5. Süre ve Maliyet Bilgileri 63
Şekil 5.6. Imos Nesneleri (Ürün Bileşenleri) 64
Şekil 5.7. Modül Tasarım Ekranı 65
Şekil 5.8. Yeni Proje Oluşturma 66
Şekil 5.9. Yeni Proje Tanımlama 66
Şekil 5.10. Projeye Sipariş Atama 67
Şekil 5.11. İş Merkezi Tanımlama 67
Şekil 5.12. İşlem Tanımlama 68
Şekil 5.13. Zaman Formülü Tanımlama 68
Şekil 5.14. Rota Tanımı 69
Şekil 5.15. İşlem Ekleme 69
Şekil 5.16. Siparişe Rota Ekleme 70
Şekil 5.17. Plaka Seçimi 71
Şekil 5.18. Parça Tanımı 71
Şekil 5.19. Optimizasyon İşleminin Sonucu 72
Şekil 5.20. Stok Ekranı 73
Şekil 5.21. Stok Dinamik Özellikleri 74

Şekil 5.22. İş Merkezi Tanımlama Ekranı 74
Şekil 5.23. İşlem Tanımlama Ekranı 75
Şekil 5.24. Ürün Ağacı 76
Şekil 5.25. Ürün Özellikleri Penceresi 76
Şekil 5.26. Formülasyon Ekranı 77
Şekil 5.27. Rota Sekmesi ve İşlem Seçimi 78
Şekil 6.1. Imos Yazılımı "MAT" Tablosu 83
Şekil 6.2. Malzemelerin Özellikleri 84
Şekil 6.3. Stok Kodları, Dinamik Özellikler ve Bağlantıları 85
Şekil 6.4. Seçilen Stok Özellikleri 86
Şekil 6.5. Imos Ürün Ağacı Tabloları 89
Şekil 6.6. Ürün Ağacı Dosyaları 89
Şekil 6.7. Bütünleştirilen Ürün Ağacı Dosyaları 90
Şekil 6.8. ERP Sisteminde Ürün Ağacı Tabloları 91
Şekil 6.9. Çeşit Türetiminde İhtiyaç Duyulan Tablolar 93
Şekil 6.10. Çeşit Aktarım Dosyası 94
Şekil 6.11. Geçici Çeşit Aktarım Tablosu 94
Şekil 6.12. Değişken, Formül ve Koşul Tabloları 98
Şekil 6.13. Formül Tanımlanmamış Malzeme Özellikleri 102
Şekil 6.14. Barkod Tabloları 103
Şekil 6.15. Barkod Verileri 104
Şekil 6.16. Genetik Algoritma Uygulaması 107
Şekil 7.1. Özellik Miktarına Göre Ürün Sayıları 108
Şekil 7.2. Oluşturlabilecek Çeşit Sayıları 109
Şekil 7.3. Formül Miktarına Göre Ürün Ağacı Sayıları 110

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Sehpa Ürün Ağacı 19
Tablo 3.2. Sehpanın İşlemleri 19
Tablo 3.3. Sehpanın İşlemleri (Devamı) 20
Tablo 3.4. Akış Tipi Üretim İçin İşlem Zamanları 20
Tablo 3.5. Atölye Tipi Üretim İçin İşlem Zamanları 22
Tablo 3.6. Atölye Tipi Üretim İçin İşlem Zamanları(Devamı) 23
Tablo 3.7. Yığın Üretim İçin İşlem Zamanları 24
Tablo 3.8. Üretim Parametrelerine Bağlı Oluşacak Zamanlar 26
Tablo 3.9. Üst Tabla İçin Paralel ve Sıralı İşlemler 28
Tablo 3.10. Paralel ve Sıralı İşlemler 29
Tablo 4.1. Sehpa Ürün Ağacı ve Ürün Özellikleri 34
Tablo 4.2. Sehpa Ürün Ağacı ve Ürün Özellikleri 35
Tablo 4.3. Ahşap Ayak İçin Formülasyon Örneği 40
Tablo 4.4. Ahşap Ayak İçin Formülasyon Örneği (Devamı) 41
Tablo 4.5. Ahşap Ayak İçin Formülasyon Örneği 47
Tablo 4.6. Üretim Nesnesi Türleri 48
Tablo 4.7. Üretim Nesnesi İçin Bağlantı Tablosu 49
Tablo 4.8. Üretim Nesnesi İçin Bağlantı Tablosu (Devamı) 50
Tablo 4.9. Üretim Nesnesi İçin Bağlantı Tablosu (Devamı) 51
Tablo 4.10. Fonksiyonlar İçin Bağlantı Tablosu 53
Tablo 4.11. Sehpa Fonksiyon ve Koşulları 54
Tablo 4.12. İşlem Süresi İçin Bağlantılar 55
Tablo 6.1. Popülasyon Analizi 107

ÖZET

Anahtar kelimeler: Bilişim Paylaşımı, ERP, Bütünleştirme

Üretim ortamı, gelişen üretim teknolojileri ve artan rekabet sonucunda sürekli değişmek ve esnek olmak durumundadır. Üretimdeki esneklik arttıkça veri ihtiyacının karşılanabilmesi için bilgi üreten yazılımlara ihtiyaç vardır. Bu yazılımların ürettiği bilgiler, planlama ve diğer süreçlerde ihtiyaç duyulan verilerdir. İhtiyaç duyulan verilerin tamamı belirli bir yazılımdan karşılanamamaktadır. Verilerin farklı yazılımlar tarafından üretilmesi, dağınık olmasına ve etkin kullanılamamasına sebep olmaktadır. Bu tezde, ihtiyaç duyulan verilerin otomasyonla karşılanıp üretimin gerektiği şekilde yönetilebilmesi amacıyla, imalat yazılımlarını bütünleştirecek bir bilişim paylaşımı modeli önerilmiştir. Bu model Özlem Çelik Büro Mobilyaları Ticaret Ltd. Şti. firmasında uygulanmıştır. Uygulama sonucunda 8573 ürün ağacı yerine 814 ürün ağacı oluşturularak işlemler gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak proje süresince 280 adam*saat iş gücü ve danışmanlıktan tasarruf sağlanmıştır.

INTEGRATION OF MANUFACTURING SOFTWARE USING INFORMATION SHARING

SUMMARY

Key Words: Information Sharing, ERP, Integration

Manufacturing environment has become a constantly changing environment as a result of emerging manufacturing technologies, and ever increasing competition. As manufacturing flexibility to meet data requirements that information producing software are developed. Information generated by these software is for the planning and the other processes data. All the data, when it is needed, can't be provided by single software. Due to different software to generate data, there is ineffective use of distributed data. In this dissertation, an information sharing model is proposed to provide data as needed by automation in order to manage the manufacturing. This model has already been applied in Özlem Çelik Office Furniture Trade Co. As a result of application, 814 BOMs are used for representing 8573 product. This means that 280 man*hours saving money from consulting and workforce.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Üretimin yönetilebilmesi amacıyla, ürün çevrim sürelerini kısaltmak için montaj hatları, daha az sermaye ve stokla üretimi tamamlamak için tam zamanında üretim ve hazırlık zamanlarının en aza indirlimesi için hücresel imalat yaklaşımı geliştirilmiştir. Her yaklaşım imalatın problemlerini belirli bir düzeyde çözse de, imalat gibi fazla veri içeren durumsal bir problemin çözülmesi zordur. Örneğin; üretimi en kısa sürede bitirecek çözüm maliyetleri yükseltebilir ve en düşük maliyeti sağlayan çözüm üretim süresini artırabilir. Uygulamada faaliyete bağlı kısıtları karşılayan en uygun çözümün üretilmesi yerine, çeşitli sezgisel yaklaşımlarla mevcut durumdan daha iyi sonuçlar elde edilmeye çalışılmaktadır. Beklenen çözümlerin üretilebilmesi sistemin ihtiyaç duyduğu verilerin sağlanabilmesine bağlıdır.

1.1. Giriş

Günümüzde, artan rekabet ortamına bağlı olarak gelişen imalat ve otomasyon teknolojileri üretim problemine değişken ürün özelliklerininin de kısıt olarak eklenmesine sebep olmuştur. Özellikle müşteriye seçenek sunabilmek isteyen firmalar yeni üretim teknolojilerini kullanarak esnek imalata yönelmektedir. Esnek imalat, karakteristiği gereği değişken süreçleri içermektedir. Süreç ve üründeki her değişiklik veri ile temsil edileceği için veri ihtiyacı değişkenliğe paralel olarak artacaktır.

Veri ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için çeşitli imalat yazılımları geliştirilmiştir. Bu yazılımlardan CAD sistemi CAM sistemine ebat ve çizimler gibi teknik resim verilerini sağlar. CAM sistemi ise ürün özellikleri, rotalar, malzeme miktarları ve üretim zamanları gibi verileri üretmektedir. CAM sistemlerinin işlem verilerini üretmekte yetersiz kaldığı durumlarda CAPP sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. CAD sisteminde oluşturulan ürün ağaçlarına bağlı olarak, malzeme ihtiyaçlarını

MRP üretmektedir. CAM ve CAPP sistemlerinden sağlanan rotalara bağlı kapasite planı ve sevkiyat çizelgesi ise MRP II tarafından üretilmektedir. Bu sistemlerden sağlanan verilerle tamamlanan ürünler için sevkiyat planının yapılmasında coğrafi bilgi sistemlerinin sağladığı verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Coğrafi bilgi sistemlerinden konum, mesafe ve hatta canlı trafik verisi elde edilebilir.

Üretimin ve sevkiyatın takibi içinse barkod, RFID ve GPS sistemleri gibi fiili (çevrimiçi) takip sistemlerine ihtiyaç vardır. Bu sistemlerin kullanılarak ürünün hangi işlemleri tamamladığı, depodaki malzeme miktarı sayımı veya ürünün sevkiyat esnasındaki konumu gibi veri ihtiyaçları karşılanbilir. Bunlara ek olarak bazı CNC makinalar, robotlar ve sensör sistemleri de barkod sistemlerine benzer bir şekilde zaman ve miktar verileri üretebilir.

1.2. Amaç

Üretim sistemlerinin birbirleri arasında hangi verilere ihtiyaç duyduğunun ve bu verilerin hangi biçimde paylaşılacağının belirlenmesi gerekmektedir. Verilerin bütünleştirilmesi üretim sistemlerinin ürettiği verileri kapsayacak bir arayüzün geliştirilmesine bağlıdır. Geliştirilecek arayüz farklı üretim yazılımları arasında veri paylaşımını sağlayarak veri ihtiyaçlarını giderebilmelidir. Bu amaçla, üretim verilerini bütünleştirecek dinamik bir nesne geliştirilmesi ve nesneneye bağlı tüm yapılar ilişkisel veri tabanında varlık olarak tasarlanması gerekmektedir. Tasarlanan yapının uygulanabilmesi için ERP yazılımı olarak Gusto, CAD/CAM yazılımı olarak Imos ve Lantek programları incelenecektir. Varlıklar arasındaki bağlantılar, incelenen yazılımlar ve Özlem Çelik firmasının süreçleri göz önünde bulundurularak bütünleştirme adımları belirlenecek ve her adımda çalışacak algoritmalar sözde (pseudo) kodlarla ifade edilecektir. Bütünleştirmenin daha kapsamlı test edilebilmesi için, Özlem Çelik firmasının verileriyle genetik algoritmalar kullanılarak yeni ürün çeşitleri türetilecek ve türetilen çeşitler tasarlanan sistem kullanılarak ERP sistemine aktarılacaktır.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMASI

Gittikçe artan ürün çeşitliliği üretimi planlamak için ihtiyaç duyulan verinin miktarını artırmaktadır. Yüksek veri ihtiyacı ve değişken üretim ortamı da üretim sistemi tasarlamayı ve üretim problemine çözüm sağlamayı zorlaştırmaktadır [1]. Üretimi modellemenin zorluğu üretim yönetim sistemlerinde bazı bilgilerin göz ardı edilmesine sebep olabilir. Buna bağlı olarak üretimin çeşitli seviyelerinde oluşacak bilgi kayıplarının maliyeti yüksek olabilir. Çeşitli sistemlerle yapılan bilişim paylaşımı önüne geçtiği bilgi kayıplarının sonucunda oluşacak daha doğru planlarla mali kayıplar azalacaktır [2]. Bilgi üreten sistemlerle üretim yönetim sistemleri arasında sağlanacak bilgi paylaşımı artan değişkenliğin yönetilebilmesi için üretim yönetim sistemlerine yeterli seviyede bilgi sağlanacaktır [3].

2.1. Giriş

Üretimdeki değişikliklerin yönetilebilmesi için, farklı her durumun (tüm değişikliklerin) üretim yönetim sisteminde veri ile temsil edilmesi gerekir. Bu da hem üretim yönetim sistemlerin yapılarının değişken olmasına hem de bu yapılara ihtiyaç duyulan yüklü verinin ihtiyaç duyulduğu zamanda sağlanabilmesine bağlıdır. Üretim yönetim sistemlerinin ihtiyaç duyduğu veriler çevrimiçi sağlandığında, sistem anlık raporlar ve planlar üretebilecektir [4]. Böylelikle üretimdeki hata ve aksaklık gibi beklenmedik durumlar da daha kolay yönetilebilecektir[5, 6]. İstenmeyen durumların önüne geçebilecek planlar oluşturulabilecektir [7]. Böylelikle, fiili durumun takip edilerek, üretim sisteminin daha verimli çalışması sağlanabilecektir [5, 8].

Bir üretim sisteminin istenen detayda modellenebilmesi de ürünün yapısal verilerinin sağlanmasına bağlıdır. Bu verilen sağlanabilmesi için ERP, CAD, CAM ve PDM gibi sistemler üzerinde çeşitli bütünleştirme çalışmaları yapılmaktadır [9, 10, 11].

Yapılan bütünleştirmeler olumlu sonuç vermekte ve sistemin ihtiyaç duyulan raporlar verimliliğin artmasına katkı sağlamaktadırlar [12]. Fakat sistemler arasındaki bütünleştirme çalışmalarının maliyeti yüksektir ve bütünleştirme için harcanan zaman da çoktur [8, 13]. Bu sebeple tüm sistemleri bütünleştirebilecek genel bir yapıya ihtiyaç vardır [14].

2.2. Veri Paylaşımı

Verilerin paylaşımı, süreçlerde otomasyonu sağlayacaktır. Sağlanan otomasyona bağlı olarak harcanan çaba ve zaman azalacaktır [1]. İhtiyaç duyulan verilerin, bir tek sistemden, istenen detayda elde edilebilmesi imkansız derecesinde zor olduğundan, üretim birbirinden bağımsız olan dağıtık sitemlerle yönetilmektedir. Bu sistemlerin bütünleştirilmesiyle ihtiyaç duyulan verilerin elde edilmesi ve saklanması mümkün olacaktır [15]. Örneğin; Culler ve Burd faaliyet tabanlı maliyet hesaplayabilmek için CAD/CAM verilerini kullanmışlardır [16]. Daha detaylı bir bütünleştirme Yılmaz'ın çalışmasında da görülebilir [17].

Bütünleştime çalışmalarında, ihtiyaç duyulan güncel veriler CAD/CAM sistemlerinden, barkod, RFID gibi sistemlerden ve makinaların ürettiği XML formatındaki dosyalardan elde edilebilmektedir [16, 18, 19]. Verilerin sürecin hangi aşamasında kullanılacağı ve hangi sistemlerden elde edileceği ise IDEF modeli ile ifade edilmektedir [20]. Özellikle CAD/CAM çalışmalarında tasarlanan sistemler IDEF modeli ile şematize edilmiştir.

2.2.1. IDEF(Integration Definition Language)

IDEF 1970'li yıllarda ortaya atılmış Amerikan hava kuvvetlerinin ICAM (Integrtated Computer Aided Manufacturing) çalışmalarıyla geliştirilmiştir. Bu çalışmalar esnasında IDEF0, IDEF1 ve IDEF2 olmak üzere üç sürümü türetilmiştir. IDEF0 modeli ile mühendislik değişim kontrolü (ECC) standartları ortaya konmuştur. Bu model bir işletmenin veya sistemin ihtiyaç duyduğu fonksiyonların (faaliyet, süreç, işlem) tamamen ve tutarlı modellenebilmesini destekleyen araçların sağlanmasını amaçlar [21]. IDEF0 modeli bir fonksiyonun bileşenlerini, fonksiyonda çalışan

mekanizma, kontrol, girdi ve fonksiyonun ürettiği çıktı olarak ele alır. Fonksiyonun bileşenlerinin ifade edilebilmesi için hücre modeli grafik gösterimi (cell modelling graphic representation) yöntemi kullanılır. Fonksiyonu oluşturan bağlantılar ve diğer elementler grafik gösterimde kısa ve öz olarak yer alır. Böylelikle süreçler ve veri ihtiyaçları anlaşılabilir biçimde ifade edilebilir. Gösterimde kutu ve ok olmak üzere iki ana unsur kullanılır. Kutular fonksiyonları, oklar ise verileri ve nesneleri temsil eder.

IDEF0 modeli sistemin fonksiyonlarını modellemeyi amaçlarken sistemin içinde oluşan bilgi IDEF1 modeli ile modellenmeye çalışılmıştır. IDEF1 modeli işletmenin veri kaynaklarını analiz etmek ve anlamak, ihtiyaç olan veriyi sunmak için araçlar ve veriyi bütünleştimek için bir teknik sağlamayı amaçlar. IDEF1 modelinin özellikleri aşağıda verilmiştir [21];

a. Kavramsal gelişim şemalarını desteklemek.
b. Tutarlı bir dil oluşturmak.
c. Öğretilebilir olmak.
d. İyice test edilmiş ve kanıtlanmış olmak.
e. Otomatize edilebilir olmak.

IDEF2 modeli ise zamana bağlı olarak değişen ortamları ve sistemleri temsilde kullanılır [22].

2.2.2. XML(Extensible Markup Language)

Genişletilebilir işaretleme dili (XML) internet ortamına daha uygun bir format oluşturulabilmesi için SGML (ISO 8879) formatından türetilmiştir [23]. Bir veri paylaşım standartı olan XML, oluşturulduktan sonra internet ortamında veri saklama ve sorgulamada önemli araçlardan biri olmuştur [24]. XML'in 2000'li yıllarda gösterdiği bu hızlı gelişim ilişkisel veritabanlarının da XML formatını desteklemesiyle devam etmiştir. Örneğin; Paradede ve arkadaşları çalışmalarında Oracle 10g veritabanında XML formatında veriler saklamış ve bu veriler üzerinde değişiklikler yapmışlardır [25]. Veritabanı üreticilerinin de XML formatını veri

tabanında kullanılabilir hale getirmesiyle XML formatı hem XML dosyalarında hem de ilişkisel veritabanlarında kullanılabilir hale gelmiştir [24]. XML dosyalarının kolay paylaşılabilir olması beraberinde güvenlik açıklarını da getirmiştir [26]. XML dosyalarının ilişkisel veritabanı ile bütünleşik olarak çalışması, verinin güvenliği açısından da son derece önemlidir.

2.3. İmalat Yazılımlarının Bütünleştirilmesi

Günümüzde üretim ve tasarım faaliyetleri dağıtık bir yapı içerisinde gerçekleştirilmekte ve ürünlerin farklı parçaları farklı fabrikalarda üretilebilmektedir. Böyle bir üretimin gerçekleştirilmesi için ihtiyaç duyulan üretim verilerinin ve bilgilerin paylaştırılması gerekmektedir [27]. Üretim sisteminin sağlıklı çalışabilmesi için gerekli olan veri paylaşımının sadece firmalar arasında değil firmanın içindeki sistemler arasında olmasına da ihtiyaç vardır. Maull ve arkadaşlarının ürün ağacı kullanılarak CAD – CAPM sistemini bütünleştirmeleri bu durumun örneklerinden biridir [20]. Hem firma içinde, hem de firmalar arasında sağlanacak bilgi paylaşımı üretim sürecinin daha doğru ve etkin planlanabilmesine imkan sağlayacaktır. Ortak bir veritabanı üzerinde geliştirilecek otomasyonlar ise planlama sürecinin kısalmasına yardımcı olacaktır [1].

İşletmenin tüm süreçlerini modelleyen ERP sistemleri, üretim yazılımlarını bütünleştirebilecek bir veritabanına hem de veritabanını yönetecek arayüzlere sahiptir [28, 29]. Ayrıca, ERP'nin diğer sistemlerle bütünleştirilmesi hem daha etkin planların üretilmesine yardımcı olacaktır, hem de fiili durumun ERP sistemi üzerinden izlenebilmesine olanak sağlayacaktır [30, 31, 32]. Çünkü gelişmiş bir raporlama altyapısına sahip olan ERP sisteminin raporları fiili verilerle bütünleştrilmiş bir veritabanını kullanıyor olacaktır [33, 18, 34].

ERP sistemi üzerinde yapılacak bütünleştirmenin başka bir faydası da ERP'nin başarısızlık sebeplerinden olan veri ve insan gücü unsurlarının etkinliğini azaltacak olmasıdır.[27, 32, 35, 36]. ERP'nin kurulum projesinin iyi yönetilememesi, firmanın insan kaynaklarının bilişime yatkın olmamsı gibi insan ve veriye bağlı nedenler, ERP projelerinin başarısız olmasına sebep olmaktadır [37, 38, 39]. Yapılacak

bütünleştirme hem veri ihtiyacını karşılayacağı, hem de proje ekibinin üzerindeki iş yükünü azaltacağı için ERP projelerinin de başarı oranını artıracaktır.

2.4. Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sistemleri

Bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler ile birlikte bilgi sistemleri kullanımını işletmeler için her geçen gün daha önemli bir hale getirmektedir. İşletmeler rekabet avantajı elde edebilmek için, karar verme süreçlerinde bilgisayara dayalı bilgi sistemlerini kullanmaları gerekmektedir. Günümüzde bilgi teknolojileri alanında en yaygın kullanılan kavramlardan biri olan Kurumsal Kaynak Planlama Sistemleri işletmelerin bu ihtiyacını karşılamaktadır [40].

İşletmeleri ERP sistemlerini kullanmaya iten birçok farklı neden bulunmakta olup, literatürdeki araştırmalara da dayanarak bu nedenlerin en önemlileri şu şekilde özetlenebilir [41];

a. Verilerin gerçek zamanlı olarak kullanıma sunulmasını sağlayarak bilgi işlenmesini merkezde toplamayıp işletme içine yaymak,
b. Yönetim raporlarının oluşturulmasını basitleştiren teknolojik araçlar sağlamak,
c. Tekrarlamalardan kaçınmak,
d. Maliyetleri azaltmak üzere belli başlı müşteriler ile elektronik olarak bilgi değişimi ve sipariş alımını gerçekleştirebilmek,
e. İş süreçlerinin standardizasyonunu ve yeniden yapılandırılmasını sağlamak,
f. Faaliyetleri ve verileri bütünleştirmek,
g. Tedarik zincirini ve stokları optimal hale getirmek,
h. Esnekliği arttırmak,
i. Çalışan sayısını azaltarak verimliliği arttırmak,
j. Küreselleşme stratejisini desteklemek.

2.4.1. ERP Sisteminin Tanımı

Kurumsal kaynak planlaması, stratejik yönetimin ihtiyaç duyduğu veritabanının oluşması ve bu verilerden hareketle bilgiye dönüşmesini sağlamaktadır. Ulaşılan bu bilgiler ışığında işletmeler kararlarında başarıya ulaşabilmektedir. Bu özellik verimliliği artırmasının yanında işletmenin rekabet stratejisinin geliştirilmesine de imkan sağlamaktadır [17].

ERP sistemleri, bir şirket, kurum, firma veya organizasyonun boyutu ve büyüklüğü ne olursa olsun, farklı birim ve bölümlerindeki iş süreçlerini (muhasebe, finans, insan kaynakları, üretim, pazarlama, satın alma, lojistik, satış, malzeme yönetimi, stok kontrol ve ambar yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi, proje yönetimi vb.) tek bir bilgi kazanım/işletme platformu ile kuruluşa özel ve tekil veri altyapısında bütünleştiren, tüm bölüm ve birimlerin bu bütünleşik platformdan; ilgili, en güncel, doğru ve tekil veriyi kullanarak sürece dahil etmesini ve bütünleşik veri altyapısının gerekli şekilde güncellenmesini sağlayan bir bilgi sistemidir [42].

ERP; tüm sektörlerin (telekomünikasyon, perakende, medya, sağlık, kamu vb.) tüm faaliyet birimlerini (satış sonrası servis, bakım, onarım, insan kaynakları vb.) kapsayan, şirketlerde süregelen tüm bilgi akışının uyumunu sağlayan ticari yazılımlar olarak tanımlanabilir [43]. İşletme yönetimi açısından gerek stratejik planlama ile belirlenen amaç ve hedeflere, gerekse üretim ve dağıtım kaynaklarının kapasite ve özelliklerine gereken önem verilerek, faaliyetleri değişime duyarlı hale getirebilmek ancak ERP sistemi ile mümkün olabilmektedir [44].

2.4.2. ERP Sisteminin Temel Amaçları

Kurumsal Kaynak Planlaması' nin temel amaçları şu şekilde sıralanabilir [45];

a. İşletme destek fonksiyonlarının imalat sistemiyle eşzamanlılığını sağlamak.
b. İşletmeye dışarıdan malzeme tedarik eden diğer firmalarında işletme kaynakları planlamasıyla sisteme dahil edilip koordinasyon sağlanması.
c. Dağıtım ve destek sistemi yönetimini daha verimli hale getirmek.

d. Çeşitli sistemlerle ortak ara yüzler vasıtasıyla veri alış-veriş mekanizmalarını temin etmek.
e. Müşteri hizmetleri kalite performans, karlılık gibi işletmenin ana ölçütlerinin gerçek zamanlı analizini yapmak.
f. Elektronik veri iletiminin sağlanması.

2.4.3. ERP'nin Temel Özellikleri

ERP'nin en önemli özelliği, firmanın bütün bölüm ve fonksiyonlarını tek bir sistem içinde birleştirmesidir. İhtiyaç ve beklentileri birbirinden farklı olan çok sayıda bölümün aynı bilgisayar sistemi içinde bir araya getirilmesi ve aynı bilgi tabanını paylaşması güç, ancak çok faydalıdır. Bu bütünleştirme yaklaşımı olağanüstü tasarruflar sağlamasının yanında çalışma hızını da arttıracaktır. Diğer yandan bölümler arası bütünleştirme, işletme içinde dolasan bilginin kalitesini de yükseltir. Kaliteli bilginin hızlı dolaşımı sağlandığında ise verilecek kararlar daha gerçekçi ve doğru olacaktır [46].

2.4.4. ERP'nin Tarihsel Gelişimi

1960'lı yıllar malzeme kontrolünün önemli olduğu yıllar, 1980'li yıllar kalitenin popüler olduğu yıllar, 1990'lı yıllar ise yenileme (reengineering) yıllarıydı. 2000'li yıllar ise hızın ön planda olduğu yıllar olmuştur. Bu küçük ve çok dinamik dünyada tüm organizasyonlar, yeni piyasalar, yeni rakipler ve artan müşteri talepleri ile karşı karşıya kalmaktadırlar [47].

Kurumsal Kaynak Planlama sistemlerinin tarihinin 1960'lı yılların öncesinde kullanılan Ürün ağaçları (BOM) kavramıyla başladığı varsayılmaktadır. 1960'lı yıllarda Malzeme İhtiyaç Planlama (MRP), 1970" li yıllarda Kapalı Çevrimli Malzeme İhtiyaç Planlama (Closed Loop MRP), 1980'li yıllarda Üretim Kaynakları Planlaması (MRPII) ve Dağıtım Kaynakları Planlaması (DRP), 1990'lı yıllarda ise Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemleri geliştirilmiştir. Kurumsal Kaynak Planlama adı geçen bütün sistemleri kapsayan bir yapıya sahiptir [48].

2.4.5. ERP'nin Tarihsel Gelişimi

Ürün ağacı, ürünü modellemeye yarıyan yapıdır. Ürünü oluşturan stoklar ve ihtiyaç duyulacak malzeme miktarları, ürünün üretimi esnasında gerçekleştirilecek işlemler (rota), ürünün üretimi için ihtiyaç duyulan makinalar ve ürünü üretecek işçiler, ürün ve bileşenleri için barkod bilgisi ile malzemeler için depo bilgisi gibi veriler ürün ağacından sağlanır. Üretimde ihtiyaç duyulan bu ve benzeri verilerin sağlanabilmesi için çeşitli ürün ağacı modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerin en temel iki tanesi çeşit (variant) ürün ağaçları ve nesneye dayalı ürün ağaçlarıdır.

Çeşit, ürünün karakteristik özelliklerini temsil edebilmek için her parametrenin değerini bir dizi olarak saklayan yapıdır [49]. Ürünün değişen her özelliği yeni bir çeşitle ifade edilir. Çeşitler yapı olarak stok kartına benzeyip ürün ağacına bağlı olarak otomatik türetilirler [50]. Ürünün her çeşidi için yeni bir stok kartı açılması yerine, sistem stok kartına bağlı yeni bir çeşit türetir. Böylelikle üründeki değişiklikler sistem tarafından yönetilmiş olur.

Çeşit ürün ağaçları üründeki değişkenlikleri modellemesi için geliştirilmiş olmasına karşın farklı işletmelerde ürün ağacından sağlanması gereken çeşitli verileri karşılayacak düzeyde değildir. Bu sebeple, farklı veri kaynaklarındaki verileri anlık olarak kullanabilecek nesne tabanlı ürün ağaçları geliştirilmiştir [51]. Nesne tabanlı ürün ağaçları çeşitli sınıflardaki nesneleri barındırdıkları için ürün ağacında standart olarak sunulmayan verileri de kullanabilirler.

2.4.6. ERP Sisteminin Modülleri

ERP sistemi, işletmenin çeşitli iş faaliyetlerini ele alan birçok yazılım bileşenini (modülünü) tek bir veritabanı altında çalıştırmaktadır. ERP sistemlerinin en önemli özelliği de bileşenlerden oluşan modüler yapıya sahip olmalarıdır. ERP bileşenleri (modülleri), işletme fonksiyonlarına önemli katkılarda bulunan sistem elemanlarıdır. Her bölümün ERP bileşeni, içerisinde uygulamak zorunda olduğu kalite prosedür ve talimatları, doldurulan formları ve iş süreci içerisinde geliştirilen alt süreçleri göz önüne alarak çalışırlar. Bileşenler; iş akış zincirini oluşturmak, bir bölümden diğerine

bilgi akışını kontrol etmek, işletmeyi müşterilerine ve tedarikçilerine bağlamak amacıyla, farklı işlemsel adımlar arasında bağlantı kurarlar [52].

ERP'nin modüler olma özelliği işletmelerin, gereksinimlerine göre kendilerine uyan bileşenleri bünyelerine monte etmeyi, diğer bir deyişle istenilen fonksiyonları istenilen zamanda kullanmalarını sağlar. Aşağıdaki bileşenler birbirinden bağımsız kullanılabilseler de hepsi birbiriyle bütünleşik bir yapı içinde işlevlerini yerine getirirler [43];

a. Malzeme İhtiyaç Planlama Modülü.
b. Stok ve Depo Yönetimi Modülü.
c. Satın Alma Modülü.
d. Satış-Dağıtım Modülü.
e. Muhasebe-Finans Modülü.
f. İnsan Kaynakları Modülü.
g. Müşteri İlişkileri Yönetimi Modülü.
h. Kalite Yönetimi Modülü.

2.5. Sonuç

Artan rekabet, müşteri istekleri işletmeleri ürün çeşitliliğini artırmaya zorlamıştır. Gelişen üretim teknolojileri ürün çeşitliliğinin artmasına teknolojik olarak olanak sağlamıştır. Ürün çeşitliliği, gerek pazarlama açısından[53], gerek üretim açısından, gerekse sistem açısından ele alınmıştır. Bu çalışmaların sonucu olarak çeşit (varyant) ürün ağaçları ve nesneye dayalı ürün ağaçları geliştirilmiştir. Ardından, geliştirilen sistemlerin arasında veri ve bilgi paylaşımı için çeşitli çalışmalar yapılmış ve standartlar oluşturulmuştur. Günümüzde ise esnekliğin sağlanması için farklı sistemlerin bütünleştirilmesi gerektiği ortaya konmuş ve bu sistemlerin nasıl bir bilgi modeli altında bütünleştirilmesi gerektiği tartışılmaya başlanmıştır [54]. Hem fiili sistemlerin hem de imalat yazılmlarının bütünleşik çalıştırılması için çalışmalar yapılmaktadır.

Sistemlerin bütünleştirilmesi zor ve maliyetli bir iştir. Etkin ve sürdürülebilir bir bütünleştirme için tüm sistemleri bütünleştirecek ortak bir arayüz kullanılmalıdır. ERP yazılımları işletmelerdeki tüm süreçleri modellediğinden, bütünleştirme için ortak bir arayüz olabilecek sistemlerdir. ERP'nin bütünleştirme arayüzü olarak kullanılması hem bütünleştirme için harcanan çabayı azaltacak hem de ERP'nin standart yapısı bütünleştirme çalışmalarının daha kolay tamamlanmasını sağlayacaktır. Üstelik imalat yazılımlarının ERP üzerinde bütünleştirilmesi, ERP sistemlerinin daha etkin raporlama yapmasını ve ERP projelerinin de daha başarılı sonuçlanmasını sağlayacaktır. Çünkü ERP kurulumunun en zor süreci olan üretim modülünün çalıştırılması için yapılması gereken işlemlerin büyük bir kısmı otomasyonla gerçekleşecektir [55, 56].

BÖLÜM 3. ÜRETİM SÜRECİ

Üretim (imalat ya da hizmet üretimi), gelişen teknoloji ve pazardaki rekabete bağlı olarak dinamizmi sürekli artan bir süreçler dizisidir. Üretim işletmelerin ve kurumların ana süreçlerinden biri olduğu için diğer süreçler üretime bağlı olarak şekillenirler. Örneğin;

a. Bir mobilya firması imalat, ürün geliştirme gibi faaliyetlerinin dışında mobilyalarla birlikte satılacak aksesuarlar için ticari mal stoğu da bulundurur. Ticari mal stokları ve üretilen ürünler müşteri isteklerine bağlı şekillenebildiği için satış, satınalma ve üretim süreçleri oldukça esnektir.
b. Buna karşın, mermer kesme makinesi veya tahıl kurutma makinası gibi büyük makineler üreten bir işletme ele alındığında ürünlerin ve süreçlerin değişken olmadığı fakat ürün bileşenlerinin çok fazla olduğu görülecektir.

Üretimin doğru modellenebilmesi üretime bağlı süreçlerin ve üretimin bu süreçlerin içindeki yerinin net olarak ortaya konulmasıyla mümkün olacaktır. Üretim süreç olarak değerlendirildiğinde, üretimin işletmenin diğer fonksiyonlarıyla olan ilişkisi ortaya çıkacaktır. Böylelikle üretimin veri ihtiyacı açıkça ortaya konabilecektir. Belirlenen veri ihtiyacı, ihtiyaç duyulan veri modeli tasarlanmasında kullanılacaktır. Üretim süreci, üretilen mal veya hizmete bağlı olarak değişeceği için süreç, makro seviyede, sektörel açıdan incelenebilir. SAP'nin hizmet verdiği sektörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

a. Makine ve metal,
b. Finans,
c. Savunma sanayi ve havacılık,
d. Kimya sanayi,

e. Tüketici Ürünleri,

f. Eğitim ve araştırma,

g. Sağlık,

h. Bilişim teknolojileri,

i. Medya,

j. Madencilik,

k. Kamu,

l. Enerji,

m. Ulaştırma, lojistik ve dağıtım,

n. Mühendislik, yapı ve işlem [57].

Bu sektörlerden ulaştırma, lojistik ve dağıtım firmaları yoğun olarak sevkiyat planlama ve depo yönetimi yapmaktadır. Kimya sanayi ile makine ve metal sanayi ise imalat yapmakta ve yoğun olarak tezgah kullanmaktadır. Kullanılan tezgahların özelliklerine ve yapılan üretimin tipine göre farklı hazırlık zamanları ve işlem zamanları oluşmaktadır. Enerji, bilişim teknolojileri, savunma sanayi ve havacılık sektörü ile mühendislik, yapı ve işlem firmalarında yoğun bir teknoloji kullanımı mevcuttur. Bu sektörlerde ERP sistemlerine veri üretecek CAD/CAM sistemleri, CAPP vb. sistemler, üretilen ürünün teknolojisi yüksek olduğu için yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu sektörlerde imalatın yanı sıra yoğun olarak proje yönetimi de yapılmaktadır. Kamu kuruluşları hem imalat hem de hizmet sektöründe yer alabilmektedir. Sağlık, eğitim, finans ve medya gibi hizmet sektörlerinde ihtiyaç duyulan hizmetin sağlanabilmesi için kaynak planlaması yapılmaktadır. Yeterli sayıda doktorun bulunması, ihtiyaç duyulan eğitim materyallerinin sağlanması ve bankamatiklere düzenli olarak para dağıtılması hizmet sektöründeki kaynak planlamasına birer örnektir.

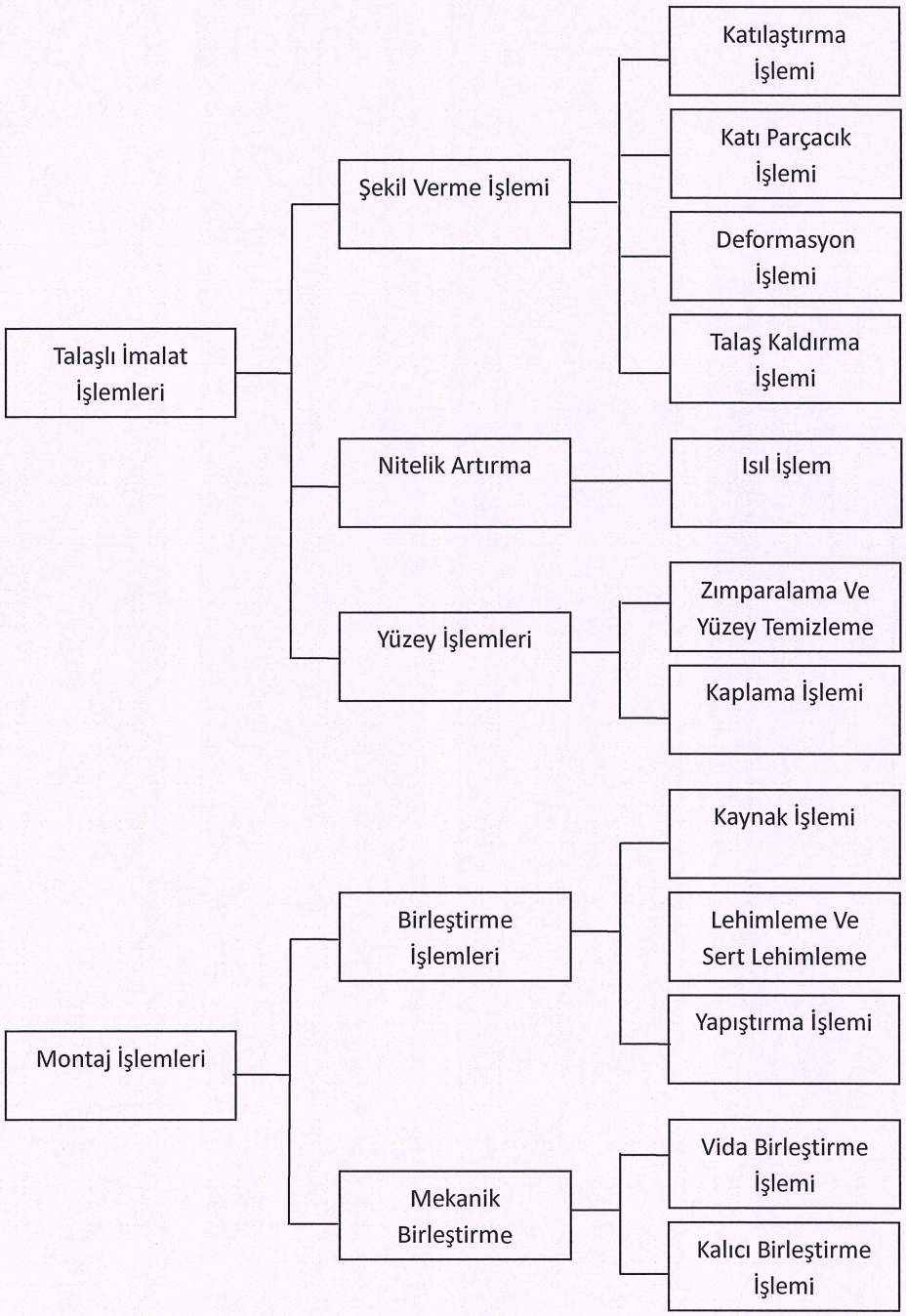
İmalat için yapılan planlama faaliyetleri hizmet sektöründe de benzer şekillerde yapılmaktadır. Aradaki fark, iş merkezlerinin imalat sektöründe makinelerken hizmet

sektöründe hizmeti veren insanlar ve hizmet üreten makinalar olmasıdır. Örneğin; lokanta için masalar ve mutfak, hastane için yatak, yazılım şirketinde yazılımcı olmaktadır. Bu açıdan üretimin matematik modeli geliştirilirken imalat ve hizmet sektöründeki planlama ihtiyaçlarına çözüm üretecek ortak bir model ortaya konulmalıdır. Fakat üretimin karakterini ve veri ihtiyacını üretim teknolojileri de etkilediği için öncelikle mevcut üretim teknolojileri tartışılmalıdır.

3.1. Üretim teknolojileri

Hem hizmet, hem de imalat teknolojileri düşünüldüğünde üretim teknolojileri çok geniş bir yelpazede yer almaktadır. İmalat teknolojileri malzeme işlemeye ve işlem takibine yönelik geliştirilen teknolojilerken, hizmet sistemlerinde kullanılan teknolojiler sosyal içeriği destekleyen bilgisayar ağlarının yoğun olarak kullanıldığı teknolojilerdir. İmalatta yaygın olarak kullanılan torna, freze ve cnc gibi teknolojiler imalat teknolojilerinin örnekleridir. Hizmet sektöründe ise, rezervasyon ve sipariş sistemleri gibi teknolojiler yaygın kullanılan teknolojilerdendir. Hizmet sektörü insan kaynaklarına dayalı bir sektör olduğu için işlem zamanları ve malzeme ihtiyaç planları kişilere bağlı olarak değişebilmektedir. Bu sebeple de hizmet sektöründe planlama yapılırken parametrelerin personele bağlı olarak değiştirilmesi gerekmektedir. Hizmet sektöründe kullanılacak bilişim sistemleri ve imalat sektöründe kullanılacak makineler için kullanılacak parametreler ise makinelerin ya da bilişim sistemlerinin karakterine göre ortaya konmalıdır.

Groover imalat sistemlerinde kullanılan teknolojiyi işlem ve montaj teknolojisi olarak iki ana başlık altında incelemiştir. Montajı birleştirme ve mekanik bağlama, işlem teknolojilerini ise şekil değiştirme işlemleri, özellik güçlendirme ve yüzey işlemleri olarak sınıflandırmıştır [58]. Groover'ın yaptığı sınıflandırma Şekil 3.1'de detaylı olarak verilmiştir. Yapılan sınıflandırma incelendiğinde, üretim zamanının kaynak yapma, delme, ebatlama, bantlama ve kanal açma gibi makine hızına, işlenecek malzemenin de yoğunluğuna ve en, boy veya çap gibi fiziksel özelliklerine bağlı olarak oluşacağı anlaşılmaktadır. Scallan kitabında benzer parametrelere işlem parametreleri olarak yer vermiştir [59].



Şekil 3.1. İmalat İşlemlerinin Sınıflandırılması

İş parçasının uzunluğu, ilerleme hızı, takım için gerekli olan pay mesafesi, iş parçasının çapı, kesme derinliği, yüzey hızı ve parçanın genişliği gibi parametreler kullanılmıştır. Bu parametreler ürün ve makineye bağlı olduğu için üretim zamanları da malzeme makine eşleşmesine göre türetilmelidir. Böylelikle üretimin ihtiyaç duyduğu tüm zaman verileri tam olarak türetilebilecektir. Literatürde kullanılan

ortalama değerler bu açıdan hatalara sebep olur. Ortalama değerden farklı olan tüm işlem zamanları sapmalara neden olacaktır.

Hizmet sektöründe de planlama yapabilmek için benzer parametrelere ihtiyaç vardır. Örneğin; bir çevrimiçi sipariş sistemi için kullanılacak ağ arayüzlerinin bant genişilikleri, sunucunun hafizası gibi sunucunun ve ağın hızını etkileyen parametreler değerlendirilmelidir. Fakat bilişim sistemlerinde CAM sistemlerinin imalat sürelerini hesaplaması gibi çalışan algoritmaların hızı parametrelerle hesaplanmadığı için donanımın üzerinde çalışan yazılımın çalışma süresinin ölçülüp hesaplamaların ona göre yapılması gerekmektedir. Benzer şekilde bir banka görevlisi düşünüldüğünde, görevlinin işlemi gerçekleştirme süresi müşterinin yapacağı işlem türüne, müşterinin ihtiyaçlarına ve banka görevlisinin hızına göre değişecektir. Sonuç olarak, gerçekleştirilebilecek üretim işlemleri ve bu işlemlerin zamanları işlemi yapan kişi veya makine, yapılan işlem ve işlemin üzerinde yapıldığı malzemenin özellikleri ya da işlemi yaptıran müşterinin ihtiyaçlarına bağlı olarak değişmektedir.

3.2. Üretimin Matematik Modeli

Üretimin yönetilebilmesi ve gerçekleştirilen üretimin ölçülebilmesi için performans parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen parametrelerin nasıl yönetileceği ve ihtiyaç duydukları verilerin neler olduğu ise kurulacak matematik modele göre şekillenecektir. Bu açıdan bakıldığında, kurulacak matematik model üretim planlamanın nasıl olacağını ve ihtiyaç duyulan verilerin neler olduğunu belirleyecektir. Böylelikle kurulan matematik model ile veri ihtiyaçları ortaya konacak ve matematik modele paralel olarak geliştirilecek veri modeliyle imalat yazılımları bütünleştirilecektir.

Groover, Vollman ve arkadaşları ile Taylor ve Russel kitaplarında sundukları matematik modeller çeşitli üretim yaklaşımlarına bağlı olarak oluşturulmuştur. [60, 61, 58] Çalışmada bu durumun tam tersi savunulmaktadır. Örneğin; Çevrim süresi makinede bir işlemin başlamasıyla bir sonraki işlemin başlaması arasında geçen süredir. Başka bir deyişle her bir çevrim makine üzerinde yapılan ayrı bir iştir. Groover çevrim süresini hesaplarken hem atölye tipi üretim için hem de akış tipi

kitlesel üretim için ayrı formüller kullanmıştır. Akış tipi kitlesel üretim çeşitliliğinin az olduğu üretim mikarının yüksek olduğu durumlarda kullanılır. Bu yaklaşımda işler, hedeflenen üretim miktarı yakalanacak şekilde, istasyonlara bölünür. İşin parçalara bölünmesi bir ürünün üretimi için harcanan toplam süreyi kısaltmaz, fakat üretilen ürünler arasındaki süreyi kısaltır. Atölye tipi üretimde ise atölyeler işlevlerine göre gruplanmıştır. Ürün çeşidinin çok üretim miktarının az olduğu durumlarda bu yerleşim kullanılır. Üretilen her farklı ürün için atölyelerde hazırlık yapılır.

Groover akış tipi üretimde çevrim süresini hesaplarken taşıma süresiyle hat üzerindeki en büyük işlem süresini toplamıştır. Atölye tipi üretim için çevrim süresini işlem süresi, makineye parça yükleme süresi ve makinenin takım seçme süresini toplayarak hesaplamıştır. Aslında akış tipi üretimde de her bir iş istasyonunun çevrim süresi atölye tipi üretimde hesaplandığı şekilde hesaplanır. Atölye tipi üretimde de ürün için çevrim süresi ürünün izlediği rota üzerindeki en büyük çevrim süresi kadardır. Dolayısıyla akış tipi üretim için de atölye tipi üretim için de aynı hesaplamalar söz konusudur. Hatta aynı makinaların hem akış tipi hem de atölye tipi yerleşiminde taşıma süreleri işlem sürelerini aşmıyorsa çevrim süreleri eşittir. Bu sebeple fabrika yerleşimi nasıl olursa olsun, farklı ürünler uygun rotalama sağlanarak farklı üretim yaklaşımlarıyla üretilebilir. Jacops bu durumu sanal hücre yaklaşımıyla ortaya atmıştır. [62].

3.2.1. Sehpa Örneği

Tasarlanan matematik model, üretim için ihtiyaç duyulan parametreleri üzerinde barındıran sehpa ürünü üzerinde açıklanmıştır. Bu sebeple, model Tablo 3.1'de verilen sehpa ürün ağacı üzerinde açıklanacaktır. Sehpa hem müsteri isteklerine göre şekillenen hem fason işlem içeren, hem de basit bir üründür. Sehpanın iki temel parçası üst tablası ve ayaklarıdır. Sehpa üretim sürecinde suntalam, suntalamın etrafına kaplanacak pvc ve ayak görevi üstlenecek metal borular ham madde olarak kullanılmaktadır. Sehpa üretebilmek için öncelikle suntalam plaka yatar dairede kesilir ve üst tablo ebatlarına getirilir. Ebatlanan suntalamlerin etrafına pvc kaplanır. Fason büküm işleminde ise metal borular U şeklinde bükülür. Kaynak işleminde

borulara, üst tablaya bağlanmasınmasında kullanılacak aparatlar kaynaklanır. Zımparalamada temizlenen borular sprey boya ile boyanır. Ardından gerçekleştirilen montaj işlemiyle sehpa üretimi tamamlanmış olur.

Tablo 3.1. Sehpa Ürün Ağacı

Ürün Ağacı	Miktar	İşlemler
Sehpa	1 Adet	Montaj
Üst Tabla	1 Adet	Ebatlama, Kenar Bantlama, Delme
PVC		
Suntalam		
Metal Ayak	4 Adet	Fason Büküm, Fason Kaynak, Zımparalama, Boyama
Boru Profil		
Bağlantı Elemanı		

Sehpanın geçirdiği işlemlerin süreleri Tablo 3.2'de verilmiştir. Sehpa'nın üst tablasının uzun kenarlarından biri 3, kısa kenarlarından biri ise 1 dakikada PVC kaplanmaktadır. Makineler akış tipi üretimde rotaya göre dizildiği için akış tipi üretimde taşıma süreleri daha kısadır. Bu sebeple akış tipi üretimde taşıma süreleri 1 dk atölye tipi üretimde ise 2 dk alınacaktır.

Montaj işlemi montaj hatlarında, ebatlama işlemi yatar dairede kenar bantlama işlemi PVC kaplama makinasında ve delme işlemi ise sadece bu işe özel bir delme makinasında yapılmaktadır. Ayrıca bir CNC'de ebatlamadan delmeye kadar tüm işlemler de yapılabilmektedir. Fakat CNC'de yapılan işlemler işlemler paralel gerçekleştirilememektedir, sıralı olmak zorundadır.

Tablo 3.2. Sehpanın İşlemleri

Ürünler	İşlemler	Süre(dk)
Sehpa	Montaj	4
Üst Tabla	Ebatlama	5

Tablo 3.3. Sehpanın İşlemleri (Devamı)

Üst Tabla	K.Bantlama (Uzun kenar)	3
Üst Tabla	K.Bantlama (Kısa kenar)	1
Üst Tabla	Delme	3
Metal Ayak (4 Adet)	Zımparalama	2
Metal Ayak (4 Adet)	Boyama	4

Bu veriler ışığında akış tipi üretim ile atölye tipi üretim karşılaştırılmak için, sehpa üretiminin 2 ayrı hatta yapıldığı akış tipi üretim ve aynı makinelere sahip atölye tipi üretim yapılan imalat ortamları analiz edilecektir. Tablo 3.4'te 3 tane sehpanın akış tipi yerleşimde üretimi esnasında oluşacak işlem zamanları yer almaktadır.

Tablo 3.4. Akış Tipi Üretim İçin İşlem Zamanları

	1. Sehpa		2. Sehpa		3. Sehpa	
İşlem	Başlama	Bitiş	Başlama	Bitiş	Başlama	Bitiş
Ebatlama	0	5	5	10	10	15
Taşıma	5	6	10	11	15	16
K.K.Bant.[1]	6	8	11	13	16	18
Taşıma	8	9	13	14	18	19
U.K.Bant.[2]	9	15	14	20	19	25
Taşıma	15	16	20	21	25	26
Delme	16	19	21	24	26	29
Taşıma	19	20	24	25	29	30
Zımparalama	0	2	2	4	4	6
Boyama	2	6	6	10	10	14
Montaj	20	24	25	29	30	34

Her işlem, akış tipi üretimin karakterine uygun olarak, ayrı bir iş merkezinde yapılmaktadır. Yani her işlem ayrı bir makinede yapılmaktadır. Makinelerde

[1] K.K.Bant.: Kısa Kenar Bantlama İşlemi
[2] U.K.Bant.: Uzun Kenar Bantlama İşlemi

gerçekleşen işlemlerin başlangıç ve bitiş zamanları incelendiğinde her makinenin çevrim süresinin farklı olduğu görülmektedir.

Ebatlama işleminin çevrim süresi 5, kısa kenar bantlamanın 2, delmenin 3 dakikadır. Makinaların çevrim süreleri, makine üzerindeki işlemlerin başlangıç ve bitiş zamanları arasındaki farktır.

$$C_o = OET_o - OST_o \quad (1)$$

Formülde C_o o'nolu makinanın çevrim süresidir. OET_o makinadaki işlemin bitiş süresi OST_o ise işlemin başlama süresidir.
Ürünler içinde, iş istasyonlarıyla aynı biçimde, çevrim süresinden bahsetmek mümkündür. Ürün için çevrim süresi bir ürünün üretiminin tamamlanma zamanı ile ondan hemen önceki ürünün üretiminin tamamlanma zamanı arasındaki farktır. Sehpa için çevrim süresi 29. ile 24. veya 34. ile 29. dakikalar arasındaki 5 dakikalık farktır. Bu fark, ürünün izlediği rota üzerindeki işlem çevrim sürelerinin en büyüğüne eşittir. Çevrim süresi en büyük olan işlem darboğazdır ve darboğazdan hızlı üretim yapmak imkansızdır. Böylelikle ürün çevrim süresi aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanabilir;

$$C_i = PT_i - PT_{i-1} \text{ veya} \quad (2)$$

$$C_i = \max C_o,\ o = 0 \ldots n \quad (3)$$

Burada PT_i p parçasının veya ürününün üretim süresidir, n ise işlem sayısıdır. Ürün çevrim süresi Tablo 3.4'teki işlemlerden çevrim sürelerinden en uzun olana eşit olduğu için taşıma işlemleri de makina işlemleri bu seçime dahil edilmiş ve makina işlemi gibi değerlendirilmiştir. Bunun sebebi üretimin içindeki tüm işlemler (makine, taşıma, kalite kontrolleri vb) üretim zamanının oluşması açısından benzer karaktere sahip olmalarıdır. Tüm işlemler üretim zamanının bir parçasıdır ve ürünün üretim süresi bu parçların birleştirilmesiyle oluşmaktadır. Tablo 3.4'te görüldüğü üzere bir malzemenin üretim süresi geçirdiği işlemlerin ve ürün ağacında kendine bağlı diğer ürün bileşenlerinin üretim sürelerinin en büyüğünün toplamına eşittir. Böylelikle bir parçanın üretim süresi aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$PT_{l,p} = \sum_{o=1}^{m} a_i C_i + \max PT_{l-1,i} \quad (4)$$

Üretim süresine eklenen l[3] parametresi malzemenin ürün ağacındaki seviyesini ifade eder. a_i ise üretim zamanı hesaplanan parçadan üretilecek miktardır. a_i parametresi üretilecek ürün miktarına bağlı olarak değişir. a_i yığın üretimde yığın sayısıyken, akış tipi üretimde malzemenin ürün ağacındaki miktarıdır.

Verilen parametrelerle üretim zamanı hesaplanmaya başlandığında hesaplama ürün ağacının en alt seviyesinden başlar ve ürüne kadar devam eder. Yapılan bu hesaplama ile ürünün ve ürün ağacındaki tüm seviyelerdeki ürün bileşenlerinin üretim zamanları belirlenebilir. Ürünün üretim zamanı bir tek ürün üretimi için hesaplanabileceği gibi yığın üretim için de hesaplanabilir. Eğer üretilecek ürünler akış tipi üretimde olduğu gibi teker teker üretiliyorsa, üretimin tamamlanma zamanı (imalat ön süresi) aşağıdaki gibidir;

$$MLTi = PTi + (ai - 1)\, Ci \quad (5)$$

Atölye tipi üretim için de aynı formüller geçerlidir. Tablo 3.5'te verilen atölye tipi üretimin verileri göz önünde bulundurulduğunda atölye tipi üretimde işlerin işlemlere bölünmediği makinalara dağıtıldığı görülmektedir.

Akış tipi üretim yapmak için 2 adet PVC kaplama makinasına ihtiyaç varken, atölye tipi üretimde hem kısa kenar bantlama hem de uzun kenar bantlama işlemleri aynı makinada gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple üst tablanın rotasındaki kenar bantlama işleminin çevrim süresi artmıştır ve kenar bantlama işlemi yeni darboğaz olmuştur.

Tablo 3.5. Atölye Tipi Üretim İçin İşlem Zamanları

	1. Sehpa		**2. Sehpa**		**3. Sehpa**	
İşlem	**Başlama**	**Bitiş**	**Başlama**	**Bitiş**	**Başlama**	**Bitiş**
Ebatlama	0	5	5	10	10	15

[3] PT_p ifadesinde, parametre olarak, ürün ağacı seviyesi (l) kullanılmamıştır. Çünkü ifade edilmek istenen ürünün üretim süresidir. Ürün ağacı seviyesi 1 olarak alınacaktır.

Tablo 3.6. Atölye Tipi Üretim İçin İşlem Zamanları(Devamı)

Taşıma	5	7	10	12	15	17
K.Bant. (Uzun+Kısa)	8	16	16	24	24	32
Taşıma	16	18	24	26	32	34
Delme	18	21	26	29	34	37
Taşıma	21	23	29	31	37	39
Zımparalama	0	2	2	4	4	6
Boyama	2	6	6	10	10	14
Montaj	23	**27**	31	**35**	39	**43**

Atölye tipi üretimde eğer iki tane kenar bantlama makinası olsaydı çevrim süreleri değişmeyeceği için sadece ilk ürünün üretildiği süre (PT_i) artacaktı. Üretilen diğer ürünler arasında sadece ürün çevrim süresi kadar fark olacaktı. Fakat atölye tipi üretim ürün için düşünüldüğünde, üretim zamanı taşıma ve verimsiz zamanlarla artacağından dolayı ürün maliyeti de yükselecektir.

Gelinen nokta itibariyle üretim zamanlarının işlem hızına bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu sebeple, işlem hızlarını ve rota üzerindeki darboğazı etkileyen faktörler üretim zamanlarını değiştirecektir. Tablo 3.5'te zamanları verilen işlemler her bir sehpa için değil de 3 sehpa için gerçekleştirilirse Tablo 3.7'teki yığın üretim zamanları elde edilir. Taşıma işleminin 3 sehpa için de tek seferde biteceği kabul edilmiştir.

Oluşan tabloda görüldüğü üzere ürün çevrim süresi son işlemin çevrim süresidir. Üç sehpanın yığın şeklinde üretilmesi üretim içindeki darboğazın ürün çevrim süresine etkisini yok etmiştir. Fakat ürünün üretim süresi ve üretimin tamamlanma süresi artmıştır. Tablo 3.7'dan çıkaralıcak bir başka sonuç da bir işleme (taşıma işlemine) aynı anda birden fazla parçanın girebileceği ve bu parçaların işlem sürelerinin aynı olduğudur. Burada işlem zamanı için parça sayısıyla işleminin parça kapasitesi arasında bir orantı bulunamamaktadır. Bir işlemde sadece kapasitenin yeteceği kadar parça aynı zamanda işlenmektedir. Kapasiteyi aşacak miktarda parça varsa aynı işlem parçaların üretimi tamamlanana kadar tekrarlanır.

Tablo 3.7. Yığın Üretim İçin İşlem Zamanları

	3 Sehpa	
İşlem	Başlama	Bitiş
Ebatlama	0	15
Taşıma	15	17
K.Bant. (Uzun+Kısa)	17	41
Taşıma	41	43
Delme	43	52
Taşıma	52	54
Zımparalama	0	6
Boyama	6	18
Montaj (1. Sehpa)	54	58
Montaj (2. Sehpa)	58	62
Montaj (3. Sehpa)	62	66

Üretim zamanının oluşmasında işlemi yapacak iş merkezinin işlem hızı, parça yükleme ve paralel işlem kapasitesi, üretim şekli ve üretilecek ürün sayısı etki etmektedir. Groover ise üretimi sürekli üretim, sürekli yığın üretimi, kesikli üretim ve kesikli yığın üretimi olarak dört ana başlık altında incelemiştir. [58] Groover'ın bu yaklaşımı üretim zamanlarını üretecek matematik modelin oluşmasına yardımcı olacaktır.

3.2.2. Üretim Zamanının Modellenmesi

Bir ürünün üretim zamanı işlemin hızına, iş merkezinin paralel işlem yapabilme kapasitesine ve üretim şekline göre değişir. Bu değişimin modellenmesi sehpa örneğinde olduğu şekilde işlemin başlaması ve bitişi arasındaki fark ile değil işlemin zamanını etkileyen değişkenlerin tanımlanması ile mümkün olacaktır.

Bir üretim işleminin zamanı, en temelde, hazırlık zamanı ve iş merkezindeki işlem zamanı olarak ayrılabilir. İşlem zamanını makinanın işlem esnasında yaptığı fazladan hareketlerin zamanı ve yapılan işlemin zamanı oluşturur. Hazırlık zamanını ise

davranışına göre iki ana başlık içinde incelemek gerekir. Birincisi bir üretim için sadece bir kere yapılacak hazırlığın zamanı olan sabit zamandır. İkincisi ise sadece belirli koşullarda yapılacak hazırlığın zamanı olan yarı sabit zamandır. Örneğin kenar bantlama işlemi esnasında kaplanacak PVC'nin rengi değiştirildiğinde makinaya kaplanması gereken renkte bir PVC rulosu takmak gerekir. Bu da hazırlık zamanının oluşmasına sebep olur. Aynı renkte PVC'ye sahip başka bir sipariş üretilirken hazırlık yapmaya gerek olmayacaktır. Üst tablanın PVC rengi değişmeden, üst tablaya PVC kaplanırken, eğer makinaya takılan PVC rulosu tükenirse, renk değişmemesine rağmen makinaya yeni bir PVC rulosu takmak gerekir. Yeni bir ürünün üretimine başlanmamasına rağmen makinada hazırlık yapılmıştır. PVC kaplama makinasındaki hazırlık zamanı bir koşula bağlı olarak oluşmaktadır. Dolayısıyla PVC kaplama makinasında oluşan hazırlık zamanları yarı sabit zamanlardır.

İşlem zamanını oluşturan unsurlar ele alındığında işlemin çevrim süresi üretilecek parça miktarının işlem kapasitesine bölümünün üst değere yuvarlanmış hali ile işlem süresinin çarpımının yarı sabit hazırlık süresi ve sabit hazırlık süresiyle toplamından hesaplanmaktadır. Bu bağlamda çevrim süresi aşağıdaki gib olmaktadır;

$$C_o = (\text{ceil } a_i / \dot{c}_o)OT_i + HCS_{o,i} + S_{o,i} \qquad (6)$$

$HCS_{o,i}$ o işleminde i ürünü için yapılacak olan yarı sabit hazırlığın süresidir. Eğer koşula bağlı bir hazırlık yapılmayacaksa bu süre 0'dır. $S_{o,i}$ o işleminde i ürünü için yapılacak olan sabit hazırlığın süresidir. OT_i ise p ürünü için işlem süresidir. c_o ise işlemin paralel yapılabilme kapasitesidir. Paralel işlemler bir tek iş merkezinde olacağı gibi birden fazla iş merkezinde de yürütülebilir.

Hazırlık süreleri yapılan üretime göre değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin sürekli üretimde hazırlık süresi olmazken kesikli üretimde ürün başına, hatta aynı ürün ağacının parçaları üretilirken dahi olabilmektedir. Koşullara bağlı olarak farklı ürünler üretilmesine rağmen hazırlık zamanı oluşmayabilir. Bir üretim yönetim sisteminde yapılması geren hazırlık zamanının oluşmasına sebep olan koşulların modellenebilmesidir. Çünkü literatürde sabit bir süre gibi kullanılan hazırlık

zamanları üretim ortamında belirli koşullara bağlı olarak oluşabilir. Oluşan hazırlık süreleri ile işlem zamanları kullanılarak da bir işlem için çevrim süresi doğru olarak hesaplanabilir.

3.2.3. Modelin Dinamik Hale Dönüştürülmesi

Üretim son derece dinamik ve değişken bir ortamdır. Üretimin bu değişken yapısına ayak uydurmak, yarı değişken hazırlık zamanları gibi, esnek parametrelerin varlığına ve üretim teknolojileri geliştikçe eklenecek yeni parametreleri kaldırabilecek bir matematik modelin kurulmasına bağlıdır. Günümüzdeki üretim sistemleri arasında dahi hesaplama esnasında bazı parametreler değişebilir. Örneğin, elektrik üretiminde birim miktardaki elektriğin üretilebilmesi için işlem süresinin ve santralin verimliliğinin bilinmesi gereklidir. Fakat bir freze işlemi için Groover'ın kullandığı parametler geçerlidir.

Bu kadar dinamik bir ortamda işlem zamanlarının doğru türetilebilmesi için, çalışmada imalat ve işlem planlama parametreleri, üretim tipleri incelenmiş ve üretim zamanının oluşmasında etkili olan unsurlar değerlendirilmiştir. İşlem zamanları türetilirken makina ve malzeme özellikleri birlikte ele alınmalıdır. Çünkü günümüzdeki imalat teknolojileri düşünüldüğünde bir makina aynı anda birden fazla farklı işlemi farklı parçalar üzerinde gerçekleştirebilmektedir. İşlem zamanları türetilirken makine malzeme eşleşmesine işlem de eklenmelidir. Böylelikle zamanlar Tablo 3.8'deki gibi her bir makine işlem ve malzeme eşleşmesi için üretilecektir.

Tablo 3.8. Üretim Parametrelerine Bağlı Oluşacak Zamanlar.

Makine	**İşlem**	**Malzeme**	**Zaman**
CNC	EBATLAMA	ÜST TABLA	T_1
CNC	DELME	ÜST TABLA	T_2
WNT600	EBATLAMA	ÜST TABLA	T_3
WNT600	EBATLAMA	PERDE	T_4
OTT SHARK	K.K. BANTLAMA	ÜST TABLA	T_5

Matematik model kurulurken, modelin tüm bu değişkenlikleri kaldırabilmesi için model üzerindeki tüm parametrelerin dinamik olarak değişebileceği düşünülmelidir. Örneğin işlem zamanı $OT_{w,o,i}$ olarak ifade edilmelidir. W iş merkezi veya makine olmalı, o işlem ve i ise işlemin girdisi olmalıdır. Ayrıca formülde kullanılan tüm

değişkenlerin değerleri duruma bağlı olarak da değişebileceği için formülde değişken yerine fonksiyon kullanılmalıdır. Böylelikle işlem zamanı aşağıdaki şekilde[4] olacaktır;

$$F_{OT}(w,o,i) = \begin{cases} sum\ T_1, T_2 \ldots T_n,\ Eğer\ koşul_1 \\ X,\ Eğer\ koşul_2 \\ OT_{w,o,i} \end{cases} \quad (7)$$

Böylelikle işlem zamanları üretim yönetim sistemine hem sabit olarak tanımlanabilecek hem koşullara bağlı sabit değerler alabilecek hem de i ve w parametrelerine atanacak en, boy ve işlem hızı gibi parametrelere dinamik olarak türetilebilecektir. $OT_{w,o,i}$ sistemde tanımlı olan sabit parametreleri ifade etmektedir. Diğer ifadeler ise üretim ortamına bağlı olarak türetilmesi gereken mevcut modelde geçerliliği olmayan ifadelerdir.

Hazırlık zamanları da işlem zamanlarına benzer biçimde makine ve işlem girdisine göre türetilebilir. Hazırlık zamanları bu şekilde türetildiğinde, fonksiyonun içinde zaten koşullar kullanılacağı için yarı sabit hazırlık zamanı gibi bir parametreye ihtiyaç yoktur. Bu sebeple hazırlık zamanının aşağıdaki gibi olması yeterli olacaktır;

$$F_S(w,o,i) = \begin{cases} 0, Eğer\ koşul_1 \\ X, Eğer\ koşul_2 \\ Y \end{cases} \quad (8)$$

İşlemlerin çevrim zamanı ise hazırlık zamanı ve işlem zamanı kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanailir;

$$F_{C_o}(w,o,i) = \begin{cases} X,\ Eğer\ koşul_1 \\ Y,\ Eğer\ koşul_2 \\ \left(ceil\frac{a_i}{c_o}\right) F_{OT}(w,o,i) + F_S(w,o,i) \end{cases} \quad (9)$$

[4] Kullanılan parametreler ve koşullar üretim ortamına göre tasarlanmalıdır. X, Y ve T parametreleri her hangi bir üretim sistemi açısından geçerliliği olmayan parametrelerdir. Sadece zaman fonksiyonlarının genişletilebileceği gösterilmek için kullanılmıştır.

Çevrim süresi, işlem süresi ve hazırlık süresi iş merkezi, işlem ve işlem girdileri göz önünde bulundurulup çeşitli koşullara bağlı olarak hesaplanabilir. Kullanılan parametrelere atanacak özelliklerden hem hesaplamada hem de koşullarda yaralanılabilir. Örneğin; çevrim zamanı için "i.length==100" gibi bir koşul veya "i.length*i.width/100" gibi bir formül oluşturulabilir. Nesneye dayalı programlama bu tür fonksiyonların oluşturulmasına ve parametrelerin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Hesaplanan çevrim süreleri kullanılarak ürün ve ürünün bileşenlerinin üretim süreleri hesaplanacaktır. Üretim süresi de aşağıdaki gibi olur;

$$F_{PT}(l,i) = \sum_{np=1}^{n_{np}} \max_{\text{pa}} F_{C_{np,pa}}(w,o,i) + max\, F_{PT}(l-1,i) \qquad (10)$$

Formülde işlemler paralel devam eden işlemler ve sıralı işlemler olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Üst tablanın paralel ve sıralı işlemleri Tablo 3.9'da verilmiştir. Üst tablanın üretim zamanı Tablo 3.10'a bağlı olarak hesaplanırken ebatlama işleminin zamanı, kenar bantlama ve delme işlemlerinin zamanlarının en büyük olanıyla toplanır.

Tablo 3.9. Üst Tabla İçin Paralel ve Sıralı İşlemler

pa / np	1	2
1	EBATLAMA	
2	K.BANTLAMA	DELME

np paralel olmayan işlemler için indis, pa ise paralel olan işlemler için indistir. Formülde kullanılan $\max_{\text{pa}} F_{C_{np,pa}}(w,o,i)$ ifadesi rotada her satırdaki paralel işlemlerin işlem zamanlarının en büyüğünü ifade eder. Böylelikle paralel işlemlerin yerine bir tek süre kullanılır. Yani tüm çevrim süreleri tek boyutlu dizi haline gelir. Bu dizi toplandığında ürünün işlemler geçireceği toplam zaman ortaya çıkar. Eğer ürün ağacında üst tablanın altında başka bileşenler olsaydı onların üretim sürelerinin en büyüğü de toplama dahil edilecekti. Üst tablanın altında işlem görecek başka yarı mamul olmadığı için $max\, F_{PT}(l-1,i)$ ifadesinin sonucu 0'dır.

Bir siparişin veya planlanan üretimin tamamlanma süresi ise ürünün üretim süresi ve kritik yol üzerindeki çevrim sürelerinin en büyüğünün yığın miktarının bir eksiğiyle çarpımı bulunarak hesaplanır. Böylelikle üretimin tamamlanma süresi aşağıdaki gibidir;

$$F_{MLT}(i) = F_{PT}(i) + (a_i - 1) max\, F_{CC_{np,pa}}(w, o, i) \quad (11)$$

Formülde kritik yolun kullanılmasının sebebi sistemin tüm parametrelerinin dinamik olmasına imkan sağlamak içindir. Tablo 3.8 ve Tablo 3.9'daki tüm parametrelerin dinamik olması için tablolardaki tüm parametrelerin birden fazla değer alacağı düşünülmelidir. Yani Tablo 3.8'deki zaman sütunun her satırında birden fazla satır ve birden fazla sütun verinin olabilmesi gerekmektedir. Tablo 3.19'da, bu durum, paralel işlemlerle ifade edilmiş ve sütun sayıları artırılmıştır. Tablo 3.10'da aynı şekilde satır sayısı artırılmış ve bir işlem (DELME) iki işleme (K.K.BANT., U.K.BANT) paralel olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3.10. Paralel ve Sıralı İşlemler

pa / np	1	2
1	EBATLAMA	
2	K.K.BANT.	DELME
	U.K.BANT.	

Günümüzde robot sistemleri veya gelişmiş CNC makinaları benzer biçimde çalışmaktadır. Ayrıca bu işlemler tek iş merkezinde yapılmak zorunda değildir. Ürünün ya da yarı mamulün altındaki farklı bileşenler aynı anda farklı işlemler de görebilir. Durum hizmet sektörü açısından düşünüldüğünde bu işlem yapısına ihtiyaç vardır.

Örneğin; DELME işlemi 3 dakikadır. K.K.BANT. işlemi 2 U.K.BANT. işlemi 6 dakikadır. Dolayısıyla üretim gerçekleştirilirken 8 dakika ve 3 dakikalık iki paralel işlem oluşacaktır. Bu durumda çevrim süresi 8 dakika olacaktır.

Bu hesabın matematiksel ya da algoritmik çözümü için en uygun yaklaşım ise proje yönetimidir. Kritik yol hesabı üretimin karmaşık ortamında dar boğazın tespit edilebilmesi için kullanılabilecek en uygun yöntemlerden biridir. Ayrıca, aynı yöntem hizmet sistemlerinin modellenmesinde de kullanılmaktadır. Bu açıdan düşünüldüğünde problemin karakterine en uygun çözümlerden biri proje yönetimi yaklaşımıdır.

BÖLÜM 4. BÜTÜNLEŞİK VERİ MODELİ

İşletmeler bilgi ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve süreçlerini yönetebilmek için çeşitli ticari yazılımları ve sistemleri kullanmaktadırlar. İşletmelerin yönetmeye çalıştığı tüm süreçleri doğrudan ya da dolaylı olarak üretim sürecine bağlıdır. İşletmelerin kullandığı yazılımlar da üretim süreci ile ilişkili bilgiler üretmektedir. Çözülmeye çalışılan problem ortak bir problem olduğu için, bu sistemlerin ürettiği bilgiler de doğal olarak birbirini tamamlayan bilgilerdir. Örneğin CAM sisteminin hesapladığı işlem zamanları, ERP'deki rotalarda kullanılmaktadır.

4.1. Giriş

Bilgi üreten sistemlerden biri olan ERP, işletmenin temel süreçlerini yönetebileceği bir ara yüz konumunda olduğu için, işletmedeki diğer sistemlerin ürettiği bilgilere en çok ihtiyaç duyan sistemlerden biridir. Bu sebeple, işletmenin kullandığı sistemlerin bütünleştirilmesi ERP üzerinden olmalıdır. ERP sistemi işletmede çalışan tüm sistemler için ortak ara yüz görevi görebilecek veri altyapısına sahiptir. Fakat diğer sistemlerden gelen verilerin ERP sistemi ile bütünleştirilebilmesi için işletmede üretilen bilgilerin ERP sisteminde mutlaka bir karşılığının olması gerekir. Dolayısıyla, ERP sistemi içerisindeki yapıların hem hizmet, hem de üretim sektörlerinin ihtiyacını karşılayabilecek, ilerleyen teknolojiye ve üretim ortamında meydana gelebilecek tüm değişikliklere uyum sağlayacak kadar esnek olması gerekmektedir.

Hiçbir bilişim sistemi kendinde veri olarak karşılığı bulunmayan bir süreci yönetemez. ERP sisteminin de üretimin dinamik ve sürekli değişen ortamına ayak uyduracak kadar esnek olabilmesi için esnek bir veri tabanı tasarımına ihtiyaç vardır. Böylelikle ERP sisteminin işletmenin süreçlerine ve süreçlerde sürekli meydana gelen değişikliklere daha

kolay adapte olabilmesi beklenmektedir. Ayrıca ERP sistemi işletmenin kullandığı çeşitli sistemlerden edinilecek bilgileri veri olarak kullanması da daha kolay olacaktır. Çünkü çeşitli sistemlerde üretilen bilgilerin detayı ve saklanma biçimi ERP sisteminden bağımsız olarak belirlenmektedir. ERP sisteminin her detaydaki bilgiye uyum sağlayabilmesi sistemin esneklik derecesine bağlıdır.

Gereken esnekliğin sağlanması için matematik modelin dinamikleştirilmesinde izlenen yol izlenecektir. Öncelikle üretimin ihtiyaç duyduğu veriler ortaya konacak daha sonra bu verileri dinamik olarak saklayabilcek bir varlık ilişki modeli geliştirilecektir. Yeni modelin tasarımına ürün ağaçlarından başlanacaktır. Çünkü ürün ağaçlarının sistemdeki tüm modüllerle doğrudan veya dolaylı olarak bir ilişkisi vardır.

4.2. Ürün Ağacı Tasarımı

Bir üretim sisteminde üretimin temel veri kaynağı ürün ağaçlarıdır. Ürün ağaçları literatürde üretim planlamanın ihtiyaç duyduğu birçok veriyi sağlayacak biçimde ele alınmaktadır. Üretilecek mamul veya hizmetlerde kullanılacak malzemeler (üretim sürecinin girdileri), üretim sürecinde ihtiyaç duyulan işlemler ve işlem süreleri, üretilecek ürün veya hizmet (çıktılar), kullanılacak iş gücü ve makina kaynağı gibi üretimi planlamak ve sürdürmek için ihtiyaç duyulan birçok temel veri ürün ağaçlarından karşılanmaktadır. Bu sebeple ürün ağaçlarının esnekliği ve ürün ağaçlarına bağlı verinin detayı planlama sürecini de etkilemektedir.

Zhang ve arkadaşları esnek üretim sistemine ayak uydurabilecek bir modelin ürün ağaçları üzerinden sağlayacağı verileri küp olarak göstermişlerdir [63]. Pires ve arakadaşları da ürün ağaçlarına konum verisi ekleyerek farklı fabrikalarda üretilen ürün ağacı bileşenlerini takip etmeye çalışmışlarıdır [64]. Üretim verilerinin çoğunlukla ürün ağaçları üzerinden sağlanması, Ürün ağacının ERP içinde merkezi bir pozisyonunun olmasına neden olmaktadır.

Tüm üretim sistemlerinin ihtiyacını karşılayabilecek esnek ürün ağaçları veri olarak barındırdığı malzeme, işlem, makina, işçilik, rota, ürün özellikleri ve birçok açıdan esnekliği sağlayabilmelidir. Esnekliğin sağlanması gelişen otomasyon ve bilişim teknolojilerinin ürün ağaçlarına bütünleşik çalıştırılmasıyla kolaylaşacaktır. Böyle bir yapı hem ürün çeşitliliğinin otomasyonla yönetilmesine hem de ERP sisteminin çeşitli sistemlerle bütünleştirilebilmesine olanak sağlayacaktır. Ürün ve üretim verilerinin çeşitli sistemlerden ERP'ye otomasyonla aktarılması bu konuda harcanan emeği düşüreceği gibi zaman kaybını da azaltacaktır. Böylelikle yeni ürün geliştirme ya da ürün güncelleme süreçleri kısalacaktır. Esnek imalat için veri hazırlama süresinin kısalması elbette mühendislik ve AR – GE faaliyetleri için daha fazla zaman ayrılmasını sağlayacaktır. Ayrıca üründeki değişiklikler etkin bir biçimde yönetilebilecektir.

Ürün ağaçları, ERP sisteminde her ne kadar merkezi bir pozisyonda olsa da, malzeme ihtiyaç planlamayla kullanılmaya başlanan bir yapıdır. Ürün ağaçlarının MRP'nin tüm ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için ürünlerdeki değişkenlikleri yönetebilecek kapasitede olması gerekir. Bunun için de varyant ürün ağaçlarına ihtiyaç vardır. Ayrıca ürün ağaçlarının kolay güncellenebilmesi için nesne tabanlı ürün ağacı yapısının kulanılması sürdürülebilirlik açısından avantaj kazandıracaktır. Böylelikle hem varyant formülasyonu her ürün için ayrı ayrı yapılmayacak, hem de ürün ağacındaki tüm değişiklikler bir kez yapılacaktır. Hem hizmet hem de imalat sektörüne cevap verebilcek bir ürün ağacı tasarlayabilmek için varyant yapısı ve nesneye dayalı ürün ağacı yapısı öncelikle sehpa ürün ağacına uygulanacak, daha sonra tasarlanan yapı genelleştirilecektir.

4.2.1. Sehpa Örneği

Sehpa malzeme ihtiyaç planlaması açısından basit fakat çok esnek bir üründür. Örnek olarak ele alınan sehpa, üst tabla ve ayak olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. Üst tablada kullanılan suntalamin ve PVC'nin rengi, suntalamin eni ve boyu üst tablanın hammaddelerinin genel özellikleridir. Sehpanın ayağınıda kullanılan boru profilin boyu ve rengi ise sehpa imalatında ihtiyaç duyulan özelliklerdir. Ayrıca sehpanın ayağının tipi de müşteriye sunulabilecek özelliklerden biridir. Bütün bu özelliklerin ne olacağına sipariş

esnasında müşteri karar vermektedir. Müşterinin ürün seçiminden hammaddeye kadar bu özelliklerin aktarımı için etkin bir varyant yapısına ihtiyaç vardır. Çünkü müşteri farklı bir sehpa istediğinde, müşteri isteğine bağlı olarak sehpanın yarı mamullerinin ve hammaddelerinin de özellikleri değişecektir. Örneğin; sehpanın boyu, üst tablasının boyuna eşit olacaktır. Sehpanın ayak tipi değişince de sehpada kullanılan ayak değişecektir. Tablo 4.1'de farklı özelliklere sahip sehpaların ürün ağaçları alt alta verilmiştir.

Tablo 4.1. Sehpa Ürün Ağacı ve Ürün Özellikleri

Ürün Ağacı	**Miktar**	**Ürün Özellikleri**
Sehpa	1 Adet	Tabla ve PVC Akçaağaç, Beyaz Metal Ayak, 120x80x40 cm
Üst Tabla	1 Adet	Tabla ve PVC Akçaağaç, 120x80 cm
PVC	400 cm	Renk Akçaağaç
Suntalam	0,96 m^2	Renk Akçaağaç
Metal Ayak	4 Adet	Renk Beyaz, Yükseklik 40 cm
Boru profil	40 cm	Renk Beyaz
Bağlantı elemanı	1 Adet	Renk Beyaz
Sehpa	1 Adet	Tabla ve PVC Wenge, Siyah Metal Ayak, 90x60x30 cm
Üst Tabla	1 Adet	Tabla ve PVC Wenge 90x60 cm
PVC	300 cm	Renk Wenge
Suntalam	0,54 m^2	Renk Wenge
Metal Ayak	4 Adet	Renk Siyah, Yükseklik 30 cm
Boru profil	30 cm	Renk Siyah
Bağlantı elemanı	1 Adet	Renk Siyah
Sehpa	1 Adet	Tabla ve PVC Akçaağaç, Akçaağaç Sunta Ayak, 120x80x40 cm
Üst Tabla	1 Adet	Tabla ve PVC Akçaağaç, 120x80 cm
PVC	400 cm	Renk Akçaağaç
Suntalam	0,96 m^2	Renk Akçaağaç
Ahşap Ayak	4 Adet	Renk Akçaağaç, Yükseklik 40 cm
Suntalam Klapa	40 cm	Renk Akçaağaç
Sunta Vidası	1 Adet	Renk Beyaz

Tablo 4.1'de görüldüğü üzere sehpanın ebatları değiştiğinde kullanılan malzeme miktarı da değişmektedir. Ayrıca sehpanın tabla renginin değişmesi üst tablanın ve üst tablada kullanılan malzemelerin renklerinin değişmesine, ayak renginin değişmesi de ayak ve ayakta kullanılan malzemelerin renklerinin değişmesine sebep olmaktadır. Ayak tipi değiştiğinde ise ürün ağacı yapısal olarak değişmektedir. Sehpanın ve sehpanın bileşenlerindeki bu değişim incelendiğinde ürün ağacındaki bileşenlerin özellikleri Tablo 4.2'deki gibi olur.

Tablo 4.2. Sehpa Ürün Ağacı ve Ürün Özellikleri

Ürün Ağacı	**Ürün Özellikleri**
Sehpa	Tabla Rengi, PVC Rengi, Metal Rengi, Ayak Rengi, En, Boy, Derinlik
Üst Tabla	Tabla Rengi, PVC Rengi, En, Boy
PVC	PVC Rengi
Suntalam	Suntalam Rengi (Tabla Rengi)
Metal Ayak	Metal Rengi, Yükseklik
Boru profil	Metal Rengi
Bağlantı elemanı	Metal Rengi
Ahşap Ayak	Ayak Rengi, Yükseklik
Suntalam Klapa	Suntalam Rengi
Sunta Vidası	Metal Rengi

Ürün ağacındaki her seviyenin özelliklerinin belirlenmesi ve ürün ağacında temsil edilmesi ürünün üretimde ve stoklarda takibini kolaylaştırır. Ürün ağaçlarında ihtiyaç duyulan verilerin eksik olması ise bazı ürün ağacı bileşenlerinin üretimde ve depoda izlenememesine sebep olur. Örneğin; sehpanın üst tablasının renk özelliği verilmese farklı renkteki sehpa üst tablaları stokta aynı üst tabla olarak görülür. Bu sebeple sahada ihtiyaç duyulacak her verinin karşılığının ürün ağaçlarında oluşturulması gerekmektedir.

4.3. Sehpa için Dinamik Ürün Ağacı Modeli

Üretimin ürün ağaçlarından ihtiyaç duyduğu her verinin ürün, gittikçe dinamikleşen üretim ortamında zordur. Ürün ağaçlarının değişen müşteri isteklerine ve artan esnekliğe ayak uydurabilmesi için ürün ağaçlarının da üretim ortamına paralel olarak dinamikleşmesi gerekmektedir. Özellikle 90'lı yıllarda, bu konuda, yoğun çalışmalar yapılmış ve çeşitli modeller önerilmiştir.

Varyant ürün ağaçları bu modellerden en yaygın olanıdır. Varyant ürün ağaçlarının özelliği her seviyedeki bileşenin ayrı bir varyantlarla takip edilmesidir. Başka bir deyişle, sehpanın üst tablasının birden fazla varyanta sahip olması ve bu varyantlardan birinin sipariş edilen ürüne bağlı olarak ürün ağacında kullanılmasıdır. Varyant ürün ağaçlarında bileşenlere atanan (renk, en ve boy gibi) özellikler parametrik olarak değişmektedir. Örneğin; sehpanın boyu 60 cm olursa üst tablanın boyu da ona bağlı olarak 60 cm olacaktır. Dolayısıyla ürün özellikleri ne kadar değişirse değişsin, her değişen ürün özelliğine karşın ürün ağacının tüm bileşenleri için varyantlar otomatik oluşacaktır. Böylelikle her farklı ürün için, ürün ağacının yapısı değişmeden, yeni ürünün özelliklerini veri olarak barındıran ürün ağaçları otomatik türetilmiş olacaktır. Varyant ürün ağaçlarına özellikle mobilya, elektronik ve inşaat gibi, ürünlerin çok esnek olduğu sektörlerde çok ihtiyaç duyulmaktadır.

Sehpa ürün ağacında ürün özelliklerinin yanı sıra sehpanın ayağı da değişebilmektedir. Ürün ağacındaki bileşenlerin de otomatik olarak seçilebilmesi gerekmektedir. Ürün ağacındaki bir bileşenin değişikliği ürünün özelliğini değiştireceği için bu değişim ürün özelliklerine bağlı olarak gerçekleşmelidir. Bu sebeple ürün ağacının tüm bileşenleri de dinamik olarak tasarlanmalıdır. Örneğin; sehpa sunta ayak olduğunda sehpanın ürün ağacında sunta ayak ve sunta ayağın altındaki bileşenler yer alması gerekirken, metal ayak olduğunda metal ayak ve metal ayağın bileşenleri yer almalıdır.

Ürün agaçlarını oluşturan bileşenler kendi içinde bağımsız verilerden oluşmaktadır. Nesne tabanlı ürün ağaçlarında ürün ağacının her bileşeni ayrı birer ürün ağacı olabilir. Yani ürün ağacını oluşturan tüm ürün ve yarı mamuller ayrı ürün ağaçlarıdır. Nesne tabanlı ürün

ağaçları diğer nesneleri barındırmaz, diğer nesnelere bağlantılar içerirler. Örneğin; A mamulune ait ürün ağacını oluşturan K yarı mamulu başka bir B mamul içinde yarımamul olarak kullanılabilir, K yarı mamulunde değişiklik olduğunda bağlı olduğu tüm mamullerde değişiklik meydana gelir. Bir yarı mamulun ürün ağacında değişiklik yapıldığında, yapılan değişiklik o yarı mamulü içeren tüm ürün ağaçlarına otomatik yansımış olur.

Nesne tabanlı ürün ağaçları sadece diğer ürün ağaçlarına değil stok ve planlama nesnesi gibi sistem tarafında tanımlanmış tüm nesnelere bağlantı kurabilir. Bu bağlamda, nesne tabanlı ürün ağaçları stok kartlarını seviyeli olarak saklayan değil, üretimin ihtiyaç duyacağı çeşitli verileri bütünleştiren bir yapıdır. SAP'nin ürün ağaçları buna güzel bir örnektir.

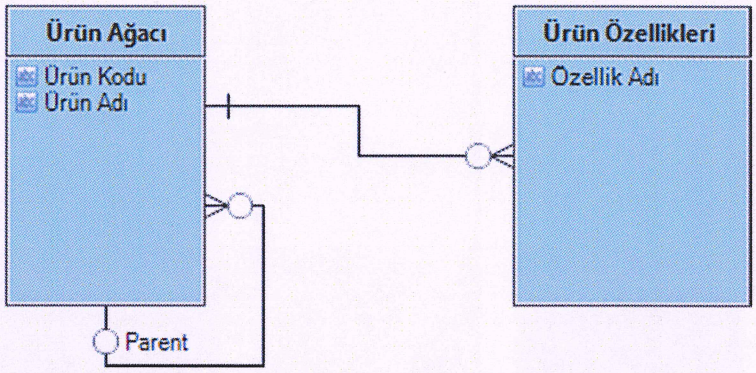
Sehpanın ürün ağaçlarının dinamik olarak oluşabilmesi için iki yapıya da ihtiyaç vardır. Çünkü ürün ağacında hem ürün ağacı bileşenleri hem de ürünün özellikleri değişebilmelidir. Ayrıca malzeme miktarları da ürün ağacının özelliklerine bağlı olarak değişebilmelidir. Tüm bu değişkenliklerin sağlanabilmesi için, ürün ağacının değişkenliği nasıl yönetebileceğinin bilgisi ve ürün ağacının taşıyacağı tüm veriler üretim yönetim sisteminde tanımlanmalıdır. Sehpa için ürün ağacı türetilirken kullanılacak şablon ürün ağacının varlık ilişki diyagramları Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Mamul, yarı mamul ve hammaddelere atanan özelliklerin birbirlerinin aldığı değerlere göre nasıl değişeceği ise dinamik matematik modeldeki fonksiyon yapısı ile belirlenebilir. Buna göre ürün özellikleri aşağıdaki şekilde formülüze edilebilir;

$$F_{\text{Üst } Tabla_{Tabla\ Rengi}}(Sehpa) = \begin{cases} X, \ Eğer\ koşul_1 \\ Y, \ Eğer\ koşul_2 \\ Sehpa_{Tabla\ Rengi} \end{cases} \quad (12)$$

Ayrıca ayağın seçimi için de, benzer biçimde, ürün ağacı nesnesi seçim formülü ya da miktar formülü kullanılabilir. Seçim formülü kullanılırsa formülün sonucu ürün ağacı

nesnesi olacaktır. Eğer miktar formülü kullanılırsa kullanılmayacak bileşenler için sonuç 0 diğerleri içinse 0'dan büyük bir sayı olacaktır.



Şekil 4.1. Sehpa Ürün Ağacı için Varlık İlişki Diyagramları.

Fonksiyon yapısı koşula bağlı birden fazla sonuç ve koşullar çalışmadığında devreye girecek bir varsayılan sonucu içermektedir. Ürün ağacında kullanılacak fonksiyonun sonuçları metin veya sayısal bir değer olabileceği gibi, nesneye dayalı programlamaya uygun olarak, ürün ağacını miras alarak oluşturulduğu sınıftan miras alan herhangi bir nesne[5] olabilir. Böylelikle ürün ağacındaki tüm bileşenler ve bileşenlerin tüm özellikleri istendiği gibi formülize edilip modellenebilecektir.

Formülasyonda kullanılacak dinamik özellikler, ürün ağacı bileşenlerine atanırken bölümlerin ihtiyaç duyduğu ve sağlayabileceği veriler göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin; sehpanın eni boyuna bağlı olarak değişir. Bir modelin her hangi bir boy değeri için sadece bir en değerinden söz etmek mümkündür. Dolayısıyla, müşteriye sehpanın enini sormaya gerek yoktur. Bu özelliğin satış bölümünün karşısına çıkmaması gerekir. Çünkü satış bölümü bu bilgiyi kullanmadığı için sehpanın enini bilemeyebilir. Sehpanın enini mühendislik bölümü bileceği için ilgili verinin mühendislikten alınıp yarı mamul seviyesinde, sehpanın boyuna bağlı olarak, modellenmesi gerekir. Ürün ağaçları mühendislik bölümü tarafından sağlanacağı için, mühendislik bölümünün ilgili detaylarla uğraşması daha doğru olacaktır.

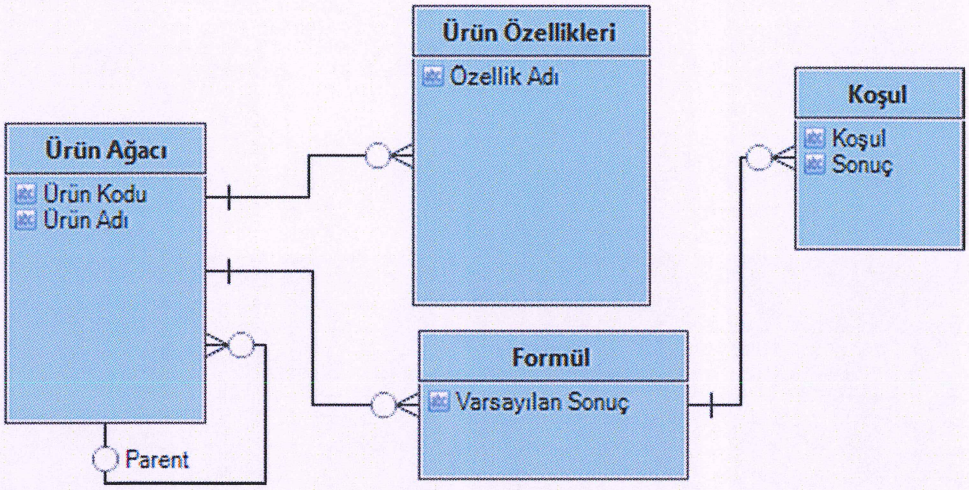
[5] Nesneye dayalı programlamada farklı tipteki nesneler aynı dizi veya liste içerisinde saklanabilmesi için, bu nesnelerin aynı sınıftan türetilmiş olması gerekir.

Sehpanın ürün ağacında oluşturulacak formüller renklerin alt bileşenlere aktarılması, en ve boy özelliklerinin kullanılarak malzeme miktarlarının dinamik olarak hesaplanması ve ayağın tipine göre ürün ağacındaki ayağın dinamik olarak değiştirilmesini sağlayacaktır. Formüller aşağıdaki şekilde oluşturulacaktır;

a. Üst tablanın tabla rengi sehpanın tabla rengine eşit,
b. Üst tablanın PVC rengi sehpanın PVC rengine eşit,
c. Üst tablanın boyu sehpanın boyuna eşit,
d. Üst tablanın eni;
e. Sehpanın boyu 120 ise 80,
f. Sehpanın boyu 90 ise 60,
g. Sehpanın metal rengi girilmişse;
h. Metal ayağın miktarı 4, girilmemişse 0,
i. Metal ayayğın metal rengi sehpanın metal rengine eşit,
j. Bağlantı elemanının metal rengi sehpanın metal rengine eşit,
k. Sehpanın ayak rengi girilmişse;
    a. Sunta ayağın miktarı 4, girilmemişse 0,
    b. Sunta ayağın ayak rengi sehpanın ayak rengine eşit,
    c. Sunta vidasının metal rengi sehpanın ayak rengi;
        a. Akçaağaç ise beyaz,
        b. Wenge ise siyah,
l. Metal ayağın ve sunta ayağın boyu (sehpanın yüksekliği);
    a. Sehpanın boyu 120 ise 40,
    b. Sehpanın boyu 90 ise 30,
m. Suntalamin rengi üst tablanın tabla rengine eşit,
n. Klapanın rengi ayağın ayak rengine eşit,
o. Boru profilin ve bağlantı elemanının renkleri sehpanın metal rengine eşitttir.

Sehpa ürün ağacında ihtiyaç duyulan değişikliği sağlayacak fonksiyonların koşul, sonuç, varsayılan sonuç, fonksiyonun içinde kullanılacak parametreler ve fonksiyonların hangi ürün ağacına bağlı olarak çalışacakları belli olmalıdır. Sehpanın ürün ağacı şablonu için

tasarlanan fonksiyon yapısı Şekil 4.2'de görüldüğü gibi ürün ağaçlarıyla ilişkilendirilmiştir.



Şekil 4.2. Sehpa Ürün Ağacına Bağlı Formülasyon Yapısı

Fonksiyon yapısı, nesne tabanlı ürün ağaçlarının doğasına uygun olarak, sadece ürün özellikleri değil, malzeme miktarı ve üretim zamanları gibi hesaplamaya ihtiyaç duyulan her parametre için kullanılabilmelidir. Fonksiyondaki varsayılan sonuç değişken ve sabit parametrelerin, fonksiyonun bağlandığı koşullar ise yarı sabit parametrelerin kullanımına olanak sağlayacağı için, oluşturulan formüller ortaya konan matematik modeli çalıştırmaya yetecektir. Tablo 4.3'te ahşap ayağın formülleri verilmiştir. Formülasyonda ahşap ayağın tüm bileşenleri için varsayılan sonuç bulunmaktadır. Fakat duruma göre koşul da tanımlanmıştır. Örneğin; ahşap ayağın yüksekliği, sehpanın boyu 120 ve 90 cm iken sehpanın boyunun 3'te biri, aksi takdirde 2.5'ta biri olacaktır. Bunu sağlayacak koşullar "Eğer sehpanın boyu 120 cm ise ayağın yüksekliği 40 cm'dir." şeklinde sabit değer içerebileceği gibi, "sehpanın boyu 120 cm veya 90 cm ise ayağın yüksekliği sehpanın boyunun 3'te biridir." şeklinde olabilir.

Tablo 4.3. Ahşap Ayak İçin Formülasyon Örneği

Ürün Ağacı	Ürün Özellikleri	Formül
1. Sehpa	Tabla Rengi, PVC Rengi, Metal Rengi, Ayak Rengi, En, Boy, Derinlik	

Tablo 4.4. Ahşap Ayak İçin Formülasyon Örneği (Devamı)

<table>
<tr><td>1.3. Ahşap Ayak</td><td>Ayak Rengi, Yükseklik</td><td colspan="2">Ayak Rengi = Sehpa'nın Ayak Rengi</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.3.</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">Yükseklik için Varsayılan Sonuç=Boy / 2.5</td><td>Eğer Boy 120 ise 40</td></tr>
<tr><td>Eğer Boy 90 ise 30</td></tr>
<tr><td>1.3.1. Suntalam Klapa</td><td>Suntalam Rengi</td><td colspan="2">Suntalam Rengi=AyakRengi</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1.3.2. Sunta Vidası</td><td rowspan="3">Metal Rengi</td><td rowspan="3">Metal Rengi için Varsayılan Sonuç = Beyaz</td><td>Eğer Ayak Rengi Akçaağaç ise Beyaz</td></tr>
<tr><td>Eğer Ayak Rengi Wenge ise Siyah</td></tr>
<tr><td>Eğer Ayak Rengi Zeytin ise Beyaz</td></tr>
</table>

Formüllerin sağlıklı çalışması ve her seviyede varyantların türetilebilmesi için formüllerin parametreleri ürün ağacında bir üst seviyede mutlaka bulunmalıdır. Böylelikle her ürün ve ürünün her parçası farklı spesifikasyonlar için birbirinden ayrılabilir. Örneğin; sehpaya ayak rengi özelliği atanmasa, ayak rengi farklı sehpalar aynı değerlendirilir. Bu sebeple sehpada, altındaki bileşenlerin tüm özellikleri görülebilir, fakat sehpa için hiç formül tanımlanmamıştır. Bunun sebebi sehpanın özelliklerinin sadece kullanıcı tarafından seçileceği ve sunta ayağın özelliklerinin sehpanın özelliklerine bağlı olarak oluşacağıdır. Fakat sehpa tek başına satılacağına set olarak (mobilya takımının içinde) satılsaydı, sehpanın özellikleri setin özelliklerine göre belirleneceği için sehpaya da formül tanımlanacaktı. Böylelikle, nesne tabanlı ürün ağaçlarında aynı formülasyon yapısı hem set tanımları hem de ürün ağaçları için çalışabilecektir. Varyant ürün ağaçları üretecek yapının fonksiyonları, ürün ağaçlarına bağlı tüm nesnelerin her bir parametresi üzerinde çalışabilecektir.

Nesne tabanlı ürün ağaçları ve varyant ürün ağaçlarının özellikleri birlikte düşünüldüğünde sistem, hem ürün ağacı şablonuna bağlanabilecek çeşitli nesneler, hem de her nesneye atanabilecek parametrelere bağlı oluşacak varyantlar ile çalışacaktır. Bu karma yapıda ürün ağacı şablonu nesneleri birbirine bağlarken, ürün ağacının varyantı da nesnelerin varyantlarını bağlayacaktır. Böylelikle, ürün ağaçlarının çeşitli formüller ve parametreler ile oluşturulmasında kullanılan şablon ürün ağaçları genel bir ürün ağacı yapısı sağlarken,

varyant ürün ağaçları bu değişken yapıdan türetilmiş sabit bir yapı olarak çalışacaktır. Ürün ağacı şablonları ürünün özelliklerini içerirken varyant ürün ağaçları bu özelliklerin aldığı değerleri içerecektir.

4.4. Dinamik Ürün Ağacı Modelinin Genelleştirilmesi

Ürün ağaçları sadece MRP için değil yapılacak tüm üretim hesaplamalarına ürünün yapısal modelini sağlamaktadır. Dolayısıyla, Ürün ağaçları tüm üretim sistemlerinin ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde esnek olmalıdır. Hatta ürün ağaçlarının değişen üretim teknolojilerine cevap verebilmesi için, genişletilebilir bir veri tasarımına sahip olması gerekir. Bunun için ürün ağaçları oluşturulurken ihtiyaç duyulacak verilerin dinamik olarak kullanılabileceği bir yapı tasarlanmalıdır. Aşağıdaki veriler tasarlanacak yapının temel ihtiyaçlarıdır;

a. Ürünü üretmek için ihtiyaç duyulacak malzemeler ve işlem sonucunda oluşacak çıktılar,
b. Kullanılacak malzeme ve işlem sonucunda üretilecek ürün miktarı,
c. Kullanılacak malzemelerin ve üretilecek ürünün özellikleri,
d. Malzeme ve ürün için depolar, asgari ve azami stok miktarları,
e. Alternatif malzemeler, revizyon, barkod ve paket bilgisi,
f. Rotalar,
g. ERP içinde çalışacak algoritmalarda kullanılacak parametreler[6].

Bu veriler stoklarda veya tüm üretim nesnelerinde tanımlanabileceği gibi ürün ağaçlarında da tanımlanabilmelidir. Ürün ağaçlarında tanımlama yapmak verilerin ürüne bağlı olarak detaylandırılmasını sağlayacaktır. Örneğin; paket bilgisi çeşitli ürünlerde kullanılan ortak parçalar için stoklarda tanımlanamaz. Çünkü stoklarda tanımlandığında tüm ürün ağaçlarında aynı paketler geçerli olacaktır. Fakat ortak parçalar, birden fazla pakete giren her üründe farklı paketlerde yer alabilir.[7] Bu sebeple, matematik modeldeki işlem

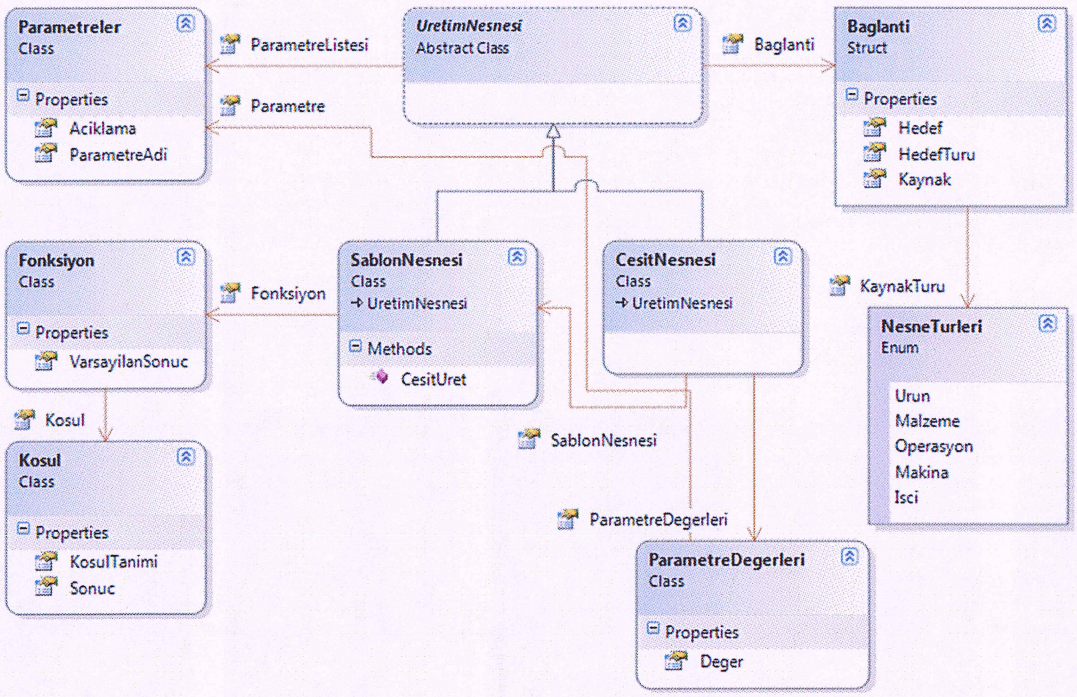
---

[6] Örneğin; MRP – JIT entegrasyonunda bir stoğun MRP tarafından dikkate alınmaması için, stok hayalet olarak işaretlenir. Bu ve buna benzer çeşitli parametreler ürün ağacında kullanılan malzemelere atanabilmelidir.

[7] Her paket ebatlarına, ağırlığı ve paket numarası (1/4, 2/7 gibi...) temel alınarak birbirinden ayrılırsa ortak parçalar büyük ihtimalle farklı ürünlerde farklı paketlerde olacaktır.

zamanlarında olduğu gibi, her parametre her detayda kullanılabilmelidir. Aynı şekilde, kullanılacak algoritmalar da tüm parametreleri kullanabilmelidir. Bunu sağlamak için de ürünler, ürün ağaçları, iş merkezleri, işlemler ve stoklar gibi üretimin ihtiyaç duyacağı tüm yapılar bir tek nesneden türetilmelidir. Üretimin ihtiyaç duyduğu detaylarda veri oluşturulabilmesi için bu nesne kendi türündeki tüm nesnelerle bağlantı kurabilmelidir. Paket örneğinde, bir stoğa ürün bazında paket atamak için, atamanın ürün ağacı seviyesinde yapılması bu ihtiyacı ortaya koymaktadır. Aynı mantıkla düşünüldüğünde hangi seviyede veri ihtiyacı varsa, sistemde o seviyede bağlantı kurulmalıdır. Örneğin; üretimin matematik modelinde bahsedilen malzeme ve makina ve işlem detayında ihtiyaç duyulan işlem zamanlarının sisteme girilebilmesi için ürün ağacına yarı mamul ve işlem, işleme ise makina bağlanmalıdır. İhtiyaç duyulan işlem zamanları ise makinanın işlem zamanı olacaktır. Çünkü üretilecek parçanın malzemesi değiştiğinde (alternatif malzeme kullanıldığında), işleme gireceği makina değiştiğinde veya gireceği işlem değiştiğinde üretim zamanı da değişebilir. Dolayısıyla verinin değişkenlik gösterdiği detayda tanımlanması gerekmektedir

Böyle bir yapının tasarlanabilmesi için öncelikle aynı özellikleri sistemdeki tüm yapılara aktaracak genel bir yapı oluşturulmuştur. Şekil 4.3'te "Üretim Nesnesi (Özet Sınıf)" olarak görülen bu yapı hem kullanıcı tarafından tanımlanabilecek parametreleri hem de üretimin veri ihtiyaçlarını karşılayacak yapılarla bağlantıları içermektedir. Üretim nesnesinden 2 tane yapı türetilmektedir. Bu yapılardan biri olan "Şablon Nesnesi" ürün ağacı şablonu oluşturnak için kullanılır. Şablon nesnesi, varyantların üretilmesinde kullanılacak formüllerin sağlanabilmesi için fonksiyon sınıfına "Fonksiyon" değişkeni ile bağlanmıştır. Fonksiyon sınıfı, şablon nesnesine, varsayılan sonuç olarak herhangi bir sabit degeri veya bir fonksiyonu sağlamaktadır. Fonksiyonun içinde koşulların da sağlanabilmesi için fonksiyon sınıfı koşul sınıfına bağlanmıştır. Koşul sınıfından koşullar ve koşul sağlandığında oluşacak sonuç elde edilmektedir. Sağlanan fonksiyonlar ve koşullar şablon nesnesindeki "CesitUret" fonksiyonunda kullanılarak çeşitler üretilir. Çeşit üretme esnasında çeşit nesnesine bağlı olan parametre değerleri kullanılarak fonksiyon sınıfından sağlanan formülasyon çalıştırılır.



Şekil 4.3. Üretim Nesnesi Modeli

Böylelikle, sehpa örneğinde olduğu gibi, ürünün özelliklerine bağlı olarak yarı mamullerin çeşitleri, çeşitleri üretilen yarı mamullerin özellikleri kullanılarak da ham maddelerin çeşitleri üretilecektir. Dolayısıyla çeşit türetme işlemi sipariş verilen ya da üretim talebi olan ürünün çeşidinin seçilmesi ile başlayacaktır. Daha sonra bir ürün ağacına bağlı çeşitlerin anlaşılabilmesi için bir seferde üretilen tüm çeşitlere ortak bir numara verilecektir. Bu numara ürünlerin zaman içindeki değişiminin de izlenebilmesine yardımcı olacaktır.

Çeşit üretilirken dikkat edilmesi gereken bir husus da fonksiyonlarda parametrelerin nasıl kullanılacağı ve fonksiyonların çalıştırılma sırasıdır. Çünkü bir çeşide ait bir özelliğin değerini içeren parametre kullanılmadan önce parçanın çeşidinin türetilmiş olması gerekmektedir. Fonksiyonlara bağlı çeşitler üretildikçe, üretilen çeşitler üretim nesnesine bağlı diğer fonksiyonlarda kullanılacak ve yeni çeşitler üretilecektir. Bu döngü tüm çeşitler üretilene kadar devam edecektir. Böylelikle çeşit üretme işlemi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilecektir;

1. Yeni çeşit üretmek için oturum başlat.8
2. Sipariş veya üretim talebine bağlı olan çeşidi (ürün) seç ve oturum numarasını çeşite bağla.
3. Üretilmesi istenen çeşite bağlı olan şablon nesnesini seç.
4. Şablon nesnesine bağlı olan tüm fonksiyonları (Fi) listele.
5. Her üretim nesnesi için geçici çeşit oluştur (Ck).
6. k=0.
7. i=0.
8. Fi'yi seç.
9. Seçilen formülü oturuma bağlı çeşitlerin özelliklerinin aldığı değerlere bağlı olarak çalıştır.
10. Formülün sonucunu üretim nesnesinin geçici çeşidine bağla.
11. i'yi bir artır.
12. i F listesindeki fonksiyonların sayısından küçükse 7. adıma git.
13. Ck veri tabanında varsa Ck'ya mevcut çeşiti ata. Yoksa yeni çeşit oluştur.
14. Ck'ya oturum numarasını bağla.
15. Ck'yı şablonda bağlı olduğu nesnelerin çeşitlerine bağla.
16. k'yı bir artır.
17. k C'deki çeşitlerin sayısından küçükse 6. adıma git.
18. Son.

Çeşitler tüm üretim nesneleri için üretileceğinden işlemlerin, işçilerin ve makinaların da çeşitleri oluşacaktır. Makinalara ve işçilere işlem zamanı diye, bir parametre atandığında aynı makinanın farklı işlem zamanları için çeşitleri oluşacağından, işlem zamanı çeşit üretiminde dikkate alınmamalıdır. Bunun için parametreler tanımlanırken hangi parametrenin çeşit üretiminde etkili olacağı üretim nesnesinde belirtilmelidir. Böylelikle, çeşit üretimi esnasında sadece ilgili nesnenin çeşidinin üretilmesinde etkili olan parametreler değerlendirilecektir. Çeşit üretim algoritmasının 13. satırında, geçici çeşitin daha önce oluşturulup oluşturulmadığı veri tabanında aranırken sadece etkin parametreler göz önünde bulundurulacaktır. Makinalarda işlem zamanları etkin parametre olarak

[8] Üretim nesnesi modelinde ürün ağacının tüm bileşenleri parçalı bir yapıda oluştuğu için, aynı ürün ağacına bağlı üretilen çeşitlerin takibi oturum numarası üzerinden yapılmalıdır.

seçilmeyeceğinden her makinanın sadece bir tane çeşidi oluşacak ve çeşit üretme işleminin sonucunda üretilen tüm makina zamanları ürün ağaçlarındaki ilgili çeşitlere teker teker bağlanmış olacaktır.

Tasarlanan üretim nesnesi ve çeşit yapısı için varlık ilişki diyagramları da benzer şekilde olacaktır. Şekil 4.3'te verilen sınıf diyagramında nesneler arasındaki tüm bağlantılar çoka çoktur. Dolayısıyla ilişkisel veri tabanı da aynı biçimde tasarlanacaktır. Sehpa ürün ağacı için üretim nesnesi tablosu, Tablo 4.5'tedir.

Tablo 4.1. Sehpa Ürün Ağacının Üretim Nesnesi Yapısıyla Modellenmesi

Kimlik	Ad	Kod
1	Sehpa	152.01
2	Üst Tabla	151.01
3	PVC	150.01
4	Suntalam	150.02
5	Metal Ayak	151.02
6	Boru profil	150.03
7	Bağlantı elemanı	150.04
8	Sunta Ayak	151.03
9	Suntalam Klapa	150.05
10	Sunta Vidası	150.06
11	Mdflam	150.07
11	Ebatlama	OP01
12	K.K. Bantlama	OP02
13	U.K. Bantlama	OP03
14	Taşıma	OP04
15	Delme	OP05
16	Montaj	OP06
17	Zımparalama	OP07
18	Boyama	OP08
19	Ebatlama makinası	M01
20	Kenar Bantlama Makinası 1	M02
21	Kenar Bantlama Makinası 2	M03

Kimlik	Ad	Kod
22	Delme Makinası	M04
23	Montaj Hattı 1	M05
24	Montaj Hattı 2	M06
25	Zımpara	M07
26	Boya Atölyesi	M08
27	Ebatlama İşçisi 1	I01
28	Ebatlama İşçisi 2	I02
29	Kenar Bantlama İşçisi 1	I03
30	Kenar Bantlama İşçisi 2	I04
31	Delme İşçisi	I05
32	Montaj İşçisi 1	I06
33	Montaj İşçisi 2	I07
34	Montaj İşçisi 3	I08
35	Montaj İşçisi 4	I09
36	Zımpara İşçisi	I10
37	Boyama İşçisi 1	I11
38	Boyama İşçisi 2	I12
39	Hammadde Depo	D01
40	Yarı Mamul Depo	D02
41	Mamul Depo	D03

Ürün ağacında kullanılabilecek her veri üretim nesnesi olarak tanımlanması ve bu nesnelerin varyantları, aldıkları parametlere bağlı olarak oluşturulması ürün ağacının tüm bileşenlerinin dinamik olmasını sağlamaktadır. Tasarlanan yapıda ürün ağacında ihtiyaç duyulan detayda veri altyapısı oluşturulabilecektir. Üretim nesnesi tablosunda tanımlanan her veri ürün ağacına bağlanabilecek ve üretim için raporlanabilecektir. Üretimin şekli ve yöntemleri değiştiğinde ihtiyaç duyulan veriler tanımlanabilecek ve oluşturulan parametrelere bağlı olarak formülize edilebilecektir. Bu da sistemin, veri ihtiyaçlarını karşılayabilmesini kolaylaştıracaktır.

Üretim sisteminin dinamik olarak çalışmasında, tanımlanacak paremetlerin payı büyüktür. Üretim ortamındaki değişkenlikler tanımlanacak parametrelerle modellendiğinde, üretim ortamında ihtiyaç duyulan yüksek miktardaki veri parametrelerden hesaplanarak otomatik oluşturulacaktır. Sehpa ürün ağacında çeşitlerle temsil edilecek bu verilerin oluşturulmasında kullanılacak parametreler Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Ahşap Ayak İçin Formülasyon Örneği

Kimlik	Ad	Açıklama	Etkin
1	SS	İşlemin Sabit Süresi	0
2	DS	İşlemin Değişken Süresi	0
3	M	Miktar	0
4	TR	Tabla Rengi	1
5	AR	Ayak Rengi	1
6	MR	Metal Rengi	1
7	AT	Ayak Tipi	1
8	PR	PVC Rengi	1
9	SR	Suntalam Rengi	1
10	W	En	1
11	L	Boy	1
12	H	Yükseklik (Derinlik)	1

Tanımlanan parametreler ürünlere atanırken çoka çok ilişki kurulabilmesi için bağlantıyı sağlayan bir ara tablo kullanılmıştır. Tasarlanan yapıda bir üretim nesnesi hangi parametreleri alırsa, kullanıldığı her yerde aldığı parametrelere uygun olarak çeşit üretilir. Ürün ağacını oluşturan tüm bileşenlere parametre atanabileceği için, üretim sürecinin

içinde olan her durum çeşitlerle dinamik olarak modellenebilir. Parametrelerin bağlantı yapısı ile ürünlere bağlanması ürün ağacı tasarımını oldukça esnekleştirecektir. Her farklı ürünün ihtiyaç duyduğu farklı bileşenler ürün ağacına eklenebilecek ve çeşitlerde dinamik bir biçimde yönetilebilecektir. Ürün ağacına bağlanacak bileşenlerin türleri Tablo 4.6'da verilmiştir. Fakat ürün ağacını oluşturacak bileşenlerin türleri bu tabloyla sınırlı değildir. Bu yapıda, yeni bir bileşene ihtiyaç olduğunda, bileşen sisteme eklenebilecek ve ilgili üretim nesnesine bağlanabilecektir. Böylelikle, üretim yönetim sistemi dinamik olarak geliştirilebilecektir.

Tablo 4.6. Üretim Nesnesi Türleri

Kimlik	Açıklama
1	Ürün
2	Malzeme
3	İşlem
4	Makine
5	İşçi
6	Nesne Bağlantısı
7	Alternatif Malzeme
8	Parametre
9	Stok
10	Formül

Bağlantı yapısı tüm üretim nesnelerini birbirine bağladığı için sistemin omurgasını oluşturmaktadır. Ürün ağaçları ve üretimin ihtiyaç duyduğu diğer tüm veriler bu bağlantı yapısı üzerinden ilişkilendirilmektedir. Örneğin; bir sehpa üretmek için bir üst tabla ve bir metal ayak ve ya sunta ayağa ihtiyaç olduğu, sehpanın montaj işlemine girdiği gibi tüm veriler bağlantı yapısı aracılığıyla elde edilmektedir. Ürün ağaçları ERP sisteminin kalbi olduğundan, ürün ağaçlarının esnek olarak tasarlanabilmesini sağlayan bu merkezi yapı sistemin omurgası olacaktır. Dolayısıyla sistem içindeki verilerin bütünleştirilmesini sağlayacaktır. Ürünün üretiminde kullanılacak tüm kaynakları bütünleştiren bu yapı, kaynak ağacı olarak adlandırılmıştır [65]. Bağlantı nesnesi ürün ağacı gibi yapıların oluşmasında bütünleştirici yapı olduğu için verilerin arasında kurulacak bağlantıların detayı, üretimin hangi detayda takip edileceğini belirleyecektir.

Sehpa için oluşturulan üretim nesnelerinin bağlantıları Tablo 4.7'de verilmiştir. Tabloda sehpaya ait malzemeler, işlemler, işlemlerin gerçekleştirileceği makinalar, işlemi gerçekleştirecek çalışanlar ve sehpanın bileşenlerinin özellikleri yer almaktadır. Bağlantı tablosu veriler arasındaki bağlantıları sakladığı için yüksek miktarda kayıt içermektedir.

Tablo 4.7. Üretim Nesnesi İçin Bağlantı Tablosu

Kimlik	Üretim Nesnesi Kimliği	Hedef Üretim Nesnesi Kimliği	Kaynak Türü	Hedef Türü
1	1 (Sehpa)	2 (Üst Tabla)	1 (Ürün)	2 (Malzeme)
2	1 (Sehpa)	5 (Metal Ayak)	1 (Ürün)	2 (Malzeme)
3	1 (Sehpa)	8 (Sunta Ayak)	1 (Ürün)	2 (Malzeme)
4	2 (Üst Tabla)	3 (PVC)	1 (Ürün)	2 (Malzeme)
5	2 (Üst Tabla)	4 (Suntalam)	1 (Ürün)	2 (Malzeme)
6	5 (Metal Ayak)	6 (Boru profil)	1 (Ürün)	2 (Malzeme)
7	5 (Metal Ayak)	7 (Bağlantı El.)	1 (Ürün)	2 (Malzeme)
8	8 (Sunta Ayak)	9 (S.lam Klapa)	1 (Ürün)	2 (Malzeme)
9	8 (Sunta Ayak)	10 (S. Vidası)	1 (Ürün)	2 (Malzeme)
10	1 (Sehpa)	16 (Montaj)	1 (Ürün)	3 (İşlem)
11	2 (Üst Tabla)	11 (Ebatlama)	1 (Ürün)	3 (İşlem)
12	20 (2 (Üst Tabla) - 11 (Ebatlama))	14 (Taşıma)	6 (Nesne Bağl.)	3 (İşlem)
13	12 (Bağlantı Nesnesi)	12 (K.K. Bantlama)	6 (Nesne Bağl.)	3 (İşlem)
14	13 (2 (Üst Tabla) - 12 (K.K. Bantlama))	14 (Taşıma)	6 (Nesne Bağl.)	3 (İşlem)
15	14 (Bağlantı Nesnesi)	13 (U.K. Bantlama)	6 (Nesne Bağl.)	3 (İşlem)
16	15 (2 (Üst Tabla) - 13 (U.K. Bantlama))	14 (Taşıma)	6 (Nesne Bağl.)	3 (İşlem)
17	16 (Bağlantı Nesnesi)	15 (Delme)	6 (Nesne Bağl.)	3 (İşlem)
18	17 (2 (Üst Tabla) - 15 (Delme))	14 (Taşıma)	6 (Nesne Bağl.)	3 (İşlem)
19	5(Metal Ayak)	25 (Zımpara)	1 (Ürün)	3 (İşlem)
20	19 (5(Metal Ayak) - 25 (Zımpara))	14 (Taşıma)	6 (Nesne Bağl.)	3 (İşlem)
21	20 (Bağlantı Nesnesi)	26 (Boyama)	6 (Nesne Bağl.)	3 (İşlem)
22	21 (5(Metal Ayak) - 26 (Boyama))	14 (Taşıma)	6 (Nesne Bağl.)	3 (İşlem)
23	11 (Ebatlama)	19 (Ebatlama Mak.)	3 (İşlem)	4 (Makina)
24	12 (K.K. Bantlama)	20 (K. Bant. Makinası 1)	3 (İşlem)	4 (Makina)
25	13 (U.K. Bantlama)	21 (K. Bant. Makinası 2)	3 (İşlem)	4 (Makina)
26	15 (Delme)	22 (Delme Makinası)	3 (İşlem)	4 (Makina)
27	17(Zımparalama)	25 (Zımpara)	3 (İşlem)	4 (Makina)
28	18 (Boyama)	26 (Boya Atölyesi)	3 (İşlem)	4 (Makina)
29	16 (Montaj)	23 (Montaj Hattı 1)	3 (İşlem)	4 (Makina)
30	16 (Montaj)	22 (Montaj Hattı 2)	3 (İşlem)	4 (Makina)
31	11 (Ebatlama)	27 (Ebatlama İşçisi 1)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
32	11 (Ebatlama)	28 (Ebatlama İşçisi 2)	3 (İşlem)	5 (İşçi)

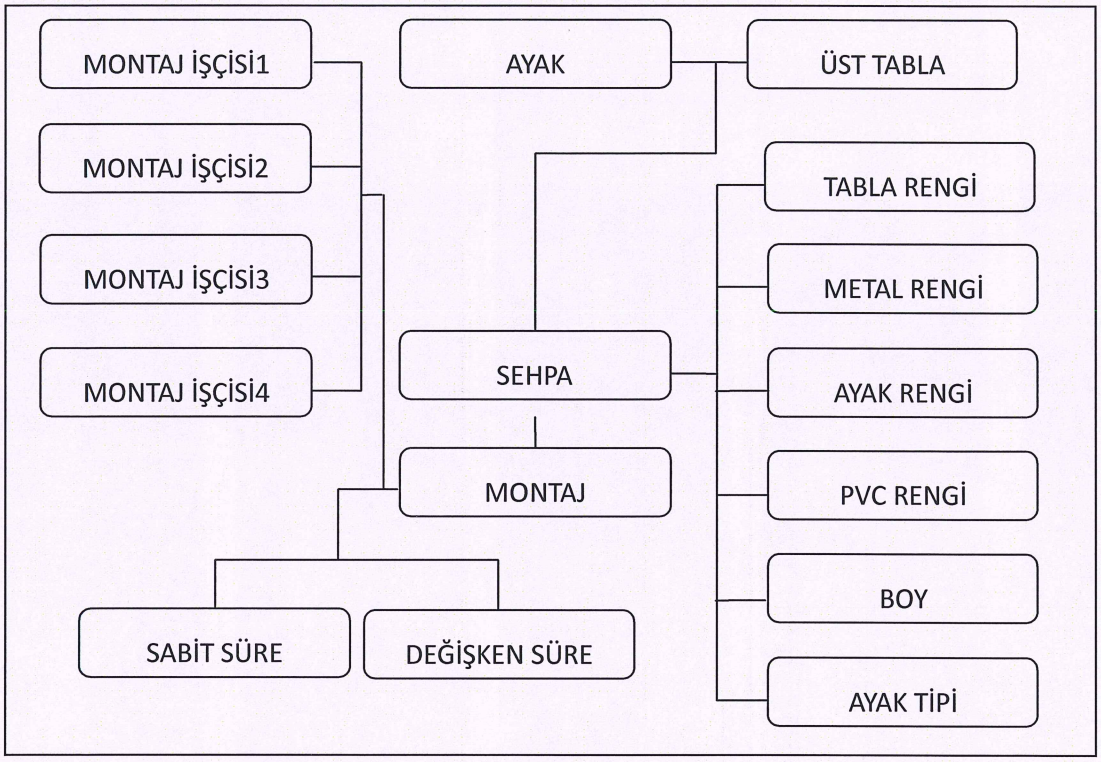
Tablo 4.8. Üretim Nesnesi İçin Bağlantı Tablosu (Devamı)

33	12 (K.K. Bantlama)	29 (Kenar Bantlama İşçisi 1)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
34	13 (U.K. Bantlama)	30 (Kenar Bantlama İşçisi 2)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
35	15 (Delme)	31 (Delme İşçisi)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
36	17(Zımparalama)	36 (Zımpara İşçisi)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
37	18 (Boyama)	37 (Boyama İşçisi 1)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
38	18 (Boyama)	38 (Boyama İşçisi 2)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
39	16 (Montaj)	32 (Montaj İşçisi 1)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
40	16 (Montaj)	33 (Montaj İşçisi 2)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
41	16 (Montaj)	34 (Montaj İşçisi 3)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
42	16 (Montaj)	35 (Montaj İşçisi 4)	3 (İşlem)	5 (İşçi)
43	1 (Sehpa)	4 (TR)	9(Stok)	8 (Parametre)
44	1 (Sehpa)	5 (AR)	9(Stok)	8 (Parametre)
45	1 (Sehpa)	6 (MR)	9(Stok)	8 (Parametre)
46	1 (Sehpa)	7 (AT)	9(Stok)	8 (Parametre)
47	1 (Sehpa)	8 (PR)	9(Stok)	8 (Parametre)
48	1 (Sehpa)	11 (L)	9(Stok)	8 (Parametre)
49	2 (Üst Tabla)	4 (TR)	9(Stok)	8 (Parametre)
50	2 (Üst Tabla)	8 (PR)	9(Stok)	8 (Parametre)
51	2 (Üst Tabla)	10 (W)	9(Stok)	8 (Parametre)
52	2 (Üst Tabla)	11 (L)	9(Stok)	8 (Parametre)
53	3 (PVC)	8 (PR)	9(Stok)	8 (Parametre)
54	4 (Suntalam)	9 (SR)	9(Stok)	8 (Parametre)
55	5 (Metal Ayak)	6 (MR)	9(Stok)	8 (Parametre)
56	5 (Metal Ayak)	12 (H)	9(Stok)	8 (Parametre)
57	6 (Boru profil)	6 (MR)	9(Stok)	8 (Parametre)
58	7 (Bağlantı El.)	6 (MR)	9(Stok)	8 (Parametre)
59	8 (Sunta Ayak)	5 (AR)	9(Stok)	8 (Parametre)
60	8 (Sunta Ayak)	12 (H)	9(Stok)	8 (Parametre)
61	9 (S.lam Klapa)	9 (SR)	9(Stok)	8 (Parametre)
62	10 (S. Vidası)	6 (MR)	9(Stok)	8 (Parametre)
63	1 (Sehpa)	3 (M)	9(Stok)	8 (Parametre)
64	2 (Üst Tabla)	3 (M)	9(Stok)	8 (Parametre)
65	3 (PVC)	3 (M)	9(Stok)	8 (Parametre)
66	4 (Suntalam)	3 (M)	9(Stok)	8 (Parametre)
67	5 (Metal Ayak)	3 (M)	9(Stok)	8 (Parametre)
68	6 (Boru profil)	3 (M)	9(Stok)	8 (Parametre)
69	7 (Bağlantı El.)	3 (M)	9(Stok)	8 (Parametre)
70	8 (Sunta Ayak)	3 (M)	9(Stok)	8 (Parametre)
71	9 (S.lam Klapa)	3 (M)	9(Stok)	8 (Parametre)
72	10 (S. Vidası)	3 (M)	9(Stok)	8 (Parametre)
73	19 (Ebatlama Makinası)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
74	20 (K. Bantlama Makinası 1)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
75	21 (K. Bantlama Makinası 2)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
76	22 (Delme Makinası)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
77	23 (Montaj Hattı 1)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
78	24 (Montaj Hattı 2)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
79	25 (Zımpara)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
80	26 (Boya Atölyesi)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)

Tablo 4.9. Üretim Nesnesi İçin Bağlantı Tablosu (Devamı)

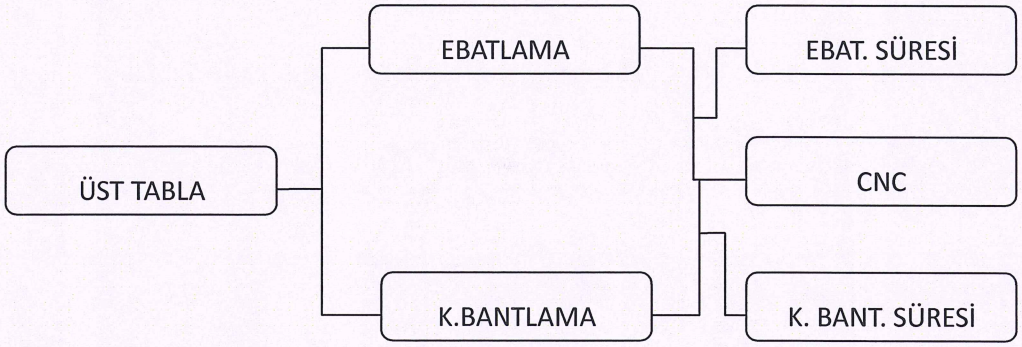
81	27 (Ebatlama İşçisi 1)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
82	28 (Ebatlama İşçisi 2)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
83	29 (K. Bantlama İşçisi 1)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
84	30 (K. Bantlama İşçisi 2)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
85	31 (Delme İşçisi)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
86	5 (Metal Ayak)	3 (M)	4 (Makina)	8 (Parametre)
87	6 (Boru profil)	3 (M)	4 (Makina)	8 (Parametre)
88	7 (Bağlantı El.)	3 (M)	4 (Makina)	8 (Parametre)
89	8 (Sunta Ayak)	3 (M)	4 (Makina)	8 (Parametre)
90	9 (S.lam Klapa)	3 (M)	4 (Makina)	8 (Parametre)
91	10 (S. Vidası)	3 (M)	4 (Makina)	8 (Parametre)
92	19 (Ebatlama Makinası)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
93	20 (K. Bantlama Makinası 1)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
94	21 (K. Bantlama Makinası 2)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
95	22 (Delme Makinası)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
96	23 (Montaj Hattı 1)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
97	24 (Montaj Hattı 2)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
98	25 (Zımpara)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
99	26 (Boya Atölyesi)	1 (SS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
100	27 (Ebatlama İşçisi 1)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
101	28 (Ebatlama İşçisi 2)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
102	29 (K. Bantlama İşçisi 1)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
103	30 (K. Bantlama İşçisi 2)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
104	31 (Delme İşçisi)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
105	32 (Montaj İşçisi 1)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
106	33 (Montaj İşçisi 2)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
101	34 (Montaj İşçisi 3)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
102	35 (Montaj İşçisi 4)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
103	36 (Zımpara İşçisi)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
104	37 (Boyama İşçisi 1)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
105	38 (Boyama İşçisi 2)	1 (SS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
106	19 (Ebatlama Makinası)	2 (DS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
107	20 (K. Bantlama Makinası 1)	2 (DS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
108	21 (K. Bantlama Makinası 2)	2 (DS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
109	22 (Delme Makinası)	2 (DS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
110	23 (Montaj Hattı 1)	2 (DS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
111	24 (Montaj Hattı 2)	2 (DS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
112	25 (Zımpara)	2 (DS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
113	26 (Boya Atölyesi)	2 (DS)	4 (Makina)	8 (Parametre)
114	27 (Ebatlama İşçisi 1)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
115	28 (Ebatlama İşçisi 2)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
116	29 (K. Bant. İşçisi 1)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
117	30 (K. Bant. İşçisi 2)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
118	31 (Delme İşçisi)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
119	32 (Montaj İşçisi 1)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
120	33 (Montaj İşçisi 2)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
121	34 (Montaj İşçisi 3)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
122	35 (Montaj İşçisi 4)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
123	36 (Zımpara İşçisi)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
124	37 (Boyama İşçisi 1)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)
125	38 (Boyama İşçisi 2)	2 (DS)	5 (İşçi)	8 (Parametre)

Tablodaki bağlantılar göz önünde bulundurulduğunda sehpaya bağlı olan üretim nesneleri Şekil 4.4'te görülmektedir. Sehpanın kurduğu tüm bağlantılar ürün ağacı verilerinin sağlanması içindir. İstenen veriler bağlantı nesnesi ile sehpa ürün ağacına bağlanabilir.



Şekil 4.4. Sehpa'nın Nesne Bağlantıları

Sehpanın birçok üretim nesnesine bağalanmasına karşın, tabloda "Alternatif Malzeme" türünden bir nesneye bağlantı yapılmamıştır. Alternatif malzeme, malzemeler arasında seçim yapılması gerektiğinde seçilen malzeme gibi davranacak nesnedir. Bağlantı nesnesi ise üretim nesnelerinin yaptıkları bağlantıları temsil etmektedir. Örneğin; bir makinada birden fazla işlem yapılıyorsa ve her işlemin kullandığı parametreler ya da işlem süreleri farklıysa işlem için oluşturulacak fonksiyonlar, Şekil 4.5'te görüldüğü gibi işlem makina bağlatısı ile ilişkilendirilmelidir. Zamanların malzeme, makina ve işlem kombinasyonuna göre oluşması gibi, üretim nesnelerine bağlı olarak değişecek tüm parametreler için bağlantı nesneleri ile bağlantı kurulacaktır. Dolayısıyla bağlantı yapısının sistemde tanımlı tüm nesneleri birbirine bağlayabilme özelliği istenen her detaydaki verinin sağlanmasında etkili olmaktadır.



Şekil 4.5. Bağlantı Nesnesine Yapılan Bağlantılar

Sistem yeni nesneler tanımlamak ve bu nesneleri üretilecek ürünlerle bütünleştimek macıyla tasarlanmaktadır. Bu sebeple, ürün parametrelerinin dinamik olarak yönetilebilmesi için üretim nesnelerine fonksiyon yapısı da eklenmiştir. Fonksiyonlar bağlandıkları nesne bağlantısının hedef nesnesindeki parametrenin değerini üretirler. Sehpanın bileşenleri için oluşturulan fonksiyonlar Tablo 4.10'da gösterilmişitir.

Tablo 4.10. Fonksiyonlar İçin Bağlantı Tablosu

Kimlik	Üretim Nesnesi Kimliği	Hedef Üretim Nesnesi Kimliği	Kaynak Türü	Hedef Türü
126	49 (2 (Üst Tabla) - 4 (TR))	1 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
127	50 (2 (Üst Tabla) - 8 (PR))	2 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
128	51 (2 (Üst Tabla) - 10 (W))	4 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
129	52 (2 (Üst Tabla) - 11 (L))	3(Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
130	53 (3 (PVC) - 8 (PR))	14 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
131	54 (4 (Suntalam) - 9 (SR))	13 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
132	55 (5 (Metal Ayak) - 6 (MR))	6 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
133	56 (5 (Metal Ayak) - 12 (H))	11 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
134	57 (6 (Boru profil) - 6 (MR))	16 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
135	58 (7 (Bağlantı El.) - 6 (MR))	7 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
136	59 (8 (Sunta Ayak) - 5 (AR))	9 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
137	60 (8 (Sunta Ayak) - 12 (H))	12 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
138	61 (9 (S.lam Klapa) - 9 (SR))	15(Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
139	62 (10 (S. Vidası) – 6 (MR))	10 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
140	67 (5 (Metal Ayak) –3(M))	5 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
141	70 (8 (Sunta Ayak) - 3 (M))	8 (Fonksiyon Satır)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)

Hem koşul hem de sonuç yapısından oluşan fonsiyonların koşul ve varsayılan sonuçları Tablo 4.11'de birbine bağlı olarak sunulmuştur. Hem koşul hem de varsayılan sonuç içinde ürüne ait parametreler olabileceği için fonksiyonların çalıştırılma sırası çok önemlidir. Koşullarda veya sonuçta oluşturulacak parametrenin değerleri fonksiyonun çalışması esnasında atanmamışsa hataya sebep olacaktır. Bundan dolayı fonksiyonlar tasarlanırken önce atanmış parametreleri kullanacak fonksiyonlar başlatılmalı. Daha sonra çalışan fonksiyonların sonucunda atanan yeni parametreleri içeren fonksiyonlar çalıştırılmalı ve tüm üretim nesnelerinin varyantları üretilene kadar süreç böyle devam etmelidir. Süreci böyle işletmenin yollarında biri fonksiyonların üründen hammaddeye doğru sıralanarak çalıştırılmasıdır. Çünkü sipariş esnasında ürünün çeşidi kullanıcı tarafından girileceği için parametrelerden sadece ürünün özellikleri atanmış olacaktır. Böylelikle ürün özelliklerine bağlı olan yarı mamul parametreleri öncelikle hesaplanabilecek, ham madde parametrelerinin değerleri ise hesaplanan yarı mamul parametrelerinden elde edilecektir.

Tablo 4.11. Sehpa Fonksiyon ve Koşulları

Kimlik	Varsayılan Sonuç	Koşul Kimlik	Koşul	Sonuç
1	Sehpa.TR			
2	Sehpa.PR			
3	Sehpa.L			
4	0	1	Sehpa.L=120	80
4	0	2	Sehpa.L=90	60
5	0	3	Sehpa.AT= 'Metal Ayak'	4
6	Sehpa.MR			
7	Metal Ayak.MR			
8	0	4	Sehpa.AT= 'Sunta Ayak'	4
9	Sehpa.AR			
10	''	5	Sehpa.AR= 'AKÇAAĞAÇ'	'BEYAZ'
10	''	5	SEHPA.AR= 'WENGE'	'SİYAH'
11	0	6	Sehpa.L=120	40
11	0	7	Sehpa.L=90	30
12	0	8	Sehpa.L=120	40
12	0	9	Sehpa.L=90	30
13	Üst Tabla.TR			
14	Üst Tabla.PR			
15	Ayak.AR			
16	Sehpa.MR			16
17	5			17
18	2			18
19	6			19
20	3			20
21	2			21
22	4			22
23	1			23

Hem fonksiyon yapısından hem de sistemde tanımlanan tüm nesnelerden elde edilecek verinin detayı, üretim nesnelerinin birbirlerine bağlanma biçimlerine göre değiştiği için işlem zamanı gibi bir sürü paremetreye bağlı olarak değişen verilerin bağlantı nesneleri ile bağlantı kurması istenen detayın sağlanmasında yardımcı olacaktır. Bunun tam aksine, genel geçerlilği olan verileri detaylarda tanımlamak veri tekrarına sebep olacaktır. Örneğin; Tablo 4.12'de görüldüğü gibi, tüm iş merkezleri arasındaki taşıma sistemdeki diğer işlemler gibi tanımlanmamıştır. Her işlemden sonra yapılacak olan tüm taşıma işlemleri aynı fonksiyonu kullanmaktadır. Böylelikle, her bir taşıma işlemi için ayrı bir zaman tanımlanmamıştır. Çünkü tüm taşıma işlemleri 1 dakikadır. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan zaman bir fonksiyondan karşılanabilmektedir. Aynı şekilde, dinamik formüller tanımlanabilen her işlem için sadece bir formül oluşturmak veri ihtiyacını karşılamaya yetecektir. Oluşturulan formül her bir ürün ağacı için bağlantı nesnesine bağlanmaktansa, işleme bir kez bağlanmalı ve varyantlar üretilirken işlem üzerinden kullanılmalıdır. Örneğin; ebatlama işleminin formülü "En x Boy /Makina Hızı" olsun. Üretim zamanı hesaplanırken işleminin bağlı olduğu malzemenin eni boyu ve işlemine bağlı olan makinanın hızı kullanılır. Bu parametreler ürüne ve makinaya bağlı olarak değişeceği için de her farklı ürün ve makina kombinasyonu için farklı üretim zamanları hesaplanabilir.

Tablo 4.12. İşlem Süresi İçin Bağlantılar

Kimlik	Üretim Nesnesi Kimliği	Hedef Üretim Nesnesi Kimliği	Kaynak Türü	Hedef Türü
142	11 (2 (Üst Tabla) - 11 (Ebatlama))	17 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
143	13 (2 (Üst Tabla) - 12 (K.K. Bantlama))	18 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
144	15 (2 (Üst Tabla) - 13 (U.K. Bantlama))	19 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
145	17 (2 (Üst Tabla) - 15 (Delme))	20 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
146	19 (5(Metal Ayak) - 25 (Zımpara))	21 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
147	21 (5(Metal Ayak) - 26 (Boyama))	22 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
148	12 (Taşıma Süre)	23 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
149	14 (Taşıma Süre)	23 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
150	16 (Taşıma Süre)	23 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
151	18 (Taşıma Süre)	23 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
152	20 (Taşıma Süre)	23 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)
153	22 (Taşıma Süre)	23 (Fonksiyon)	6 (Nesne Bağl.)	10 (Fonksiyon)

Bağlantı yapısının bir özelliği de bir nesneni birden çok nesneye bağlanabilmesi ve birden çok nesnenin de yine herhangi bir nesneye bağlanabilmesidir. Bağlantı nesnesinin bu özelliği sıralı ve paralel işlemlerin kolayca modellenmesini sağlamaktadır. Tablo 3.11'de verilen, ebatlama işleminin sonrasında gelen "K.K. Bantlama", "U.K. Bantlama" ve bu işlemlerin paralellindeki delme işlemleri bağlantı nesnesine eklenirken; ebatlama işlemi hem kısa kenar bantlamaya hem de delmeye bağlanır. Bu yapı aynı zamanda proje yönetiminde kullanılan CPM metodunun düğüm yapısı olduğu için, işlemler proje yönetiminde olduğu kadar esnek yönetilebilir.

4.5. Sehpa için Çeşit Türetme İşlemi

Üretim nesneleri, fonksiyonlar ve bağlantılar tanımlandıktan sonra, ürünün özelliklerine göre ürün ağacının tüm bileşenleri (bağlantı tablosundaki tüm üretim nesneleri) için çeşit türetme işlemine geçilir. Çeşit türetme işlemi sonunda ürüne bağlı tüm üretim nesnelerinin çeşitleri oluşur. Sadece sipariş veya üretim talebine girilen ürünlerin veya yarı mamullerin özellikleri kullanıcı tarafından seçildiği için, bunların çeşitleri otomatik oluşturulmaz. Seçilen çeşitlere ait özelliklerin değerleri çeşit türetme işlemi esnasında kullanılarak, oluşacak diğer çeşitlerin özelliklerinin alacağı değerlerin belirlenmesinde rol oynar. Bu sebeple, çeşit üretme süreci üretilecek ürün ya da yarı mamulün çeşidinin seçilmesiyle başlar. Kullanıcı tarafından çeşidi seçilen ürüne bağlı diğer üretim nesneleri için çeşit üretme işlemi iş emirlerinin açılması esnasında gerçekleştirilir. Sehpa örneğine bağlı olarak, tabla ve PVC rengi akçaağaç, beyaz metal ayak, 120 cm sehpanın metal ayağı için çeşit üretme işlemi aşağıdaki şekilde üretilir ve bağlantlı tüm üretim nesnelerinin çeşitleri üretilene kadar bu şekilde devam edilir;

1. Oturum başlatılır. (Oturum numrarası:1)
2. Çeşit seçilir. TR=AKÇAAĞAÇ, PR=AKÇAAĞAÇ, AT=METAL AYAK, MR=BEYAZ, L=120
3. Şablon Nesnesi = Metal Ayak
4. Formüller
5. MR=Sehpa.MR
6. miktar = (eğer AT=METAL AYAK ise 4 değilse 0)

7. H= (eğer Sehpa.L=120 ise 40, 90 ise 30 değilse 0)
8. Geçici Çeşit: Çeşit 1 (Çeşit Nesnesi)
9. k=0
10. i=0
11. Seçilen Formül: MR=Sehpa.MR
12. MR=BEYAZ
13. Çeşit 1: MR=BEYAZ
14. i=1
15. 7. Adıma Git
16. Seçilen Formül: miktar = (eğer AT=METAL AYAK ise 4 değilse 0)
17. miktar=4
18. Çeşit 1: miktar=4, MR=BEYAZ
19. i=2
20. 7. Adıma Git
21. Seçilen Formül: H=(eğer Sehpa.L=120 ise 40, 90 ise 30 değilse 0)
22. H=40
23. Çeşit 1: miktar=4, MR=BEYAZ, H=40
24. i=3
25. i F listesindeki fonksiyonların sayısına eşit
26. MR ve H etkin olduğu için MR ve H değerlerine göre Metal Ayak çeşidi ara. Bulunamazsa yeni çeşit oluştur. Bulunursa çeşidi seç.
27. Çeşit 1: oturum=1
28. Çeşit yok
29. k=2
30. Adıma Git
31. i=0
32. Seçilen Formül: DS=2
33. DS=2
34. Çeşit 2: DS=2
35. i=2
36. i F listesindeki fonksiyonların sayısına eşit.

37. Geçici çeşit etkin parametreye sahip olmadığı için daha önceden çeşit üretilmişse seç. Çeşit bulunamazsa yeni çeşit oluştur.
38. Çeşit bulunursa Çeşit 2 yerine bulunan çeşitit ata.
39. Çeşit 2: oturum=1
40. Çeşit 1 ile Çeşit 2'yi bağla.

BÖLÜM 5. İMALAT YAZILIMLARI

İşletmeler imalat yazılımları kullanmadan üretimi yönetemeyecek duruma gelmişlerdir. Rekabetten doğan maliyetleri düşürme yarışı işletmeleri müşteri ilişkileri yönetiminden tedarik zinciri yönetimine kadar sürüklemiştir. İşletmenin tüm süreçleri daha karmaşık hale gelirken, süreçlerin ihtiyaç duyduğu veri miktarı artmıştır. İmalat yazılımlarının sadece fonksiyonlarına uygun yerel verileri modellemesi, üretim sürecinin takibini zorlaştırmaktadır. Bu yüzden, hem imalat sürecini hem de diğer süreçleri yöneten yazılımlar arasında veri paylaşım ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

5.1. Giriş

Veri paylaşımının ERP sistemleri üzerinden yapılması süreçlerin bütünleşik bir yapıda yönetilebilmesi açısından son derece önemlidir. Farklı sektörlerdeki firmalar, yapısal olarak, farklı ürünler ürettiğinden ürün ağacı için gerekli olan veriler ve ürün ağaçlarının tasarımları farklılık göstermektedirler. Örneğin; süt endüstrisinde hammadde sadece süt olup mamul çıktısı beş farklı ürün olabilir. Vagon sanayinde ya da otomotivde ise çok malzeme ve tek üründen söz etmek mümkündür. Fakat bir ürünün 2500'e yakın parçası bulunmaktadır ve ürün ağacı seviyeleri de 20'den fazla olabilmektedir. Bazı firmalarda ise tasarıma dayalı ya da proje esaslı üretim gerçekleşmektedir. Böyle firmalarda standart bir üründen söz etmek mümkün değildir. Örneğin; çelik yapı projesi sipariş yapılacağı zaman, proje yapı tasarımına özel bir CAD/CAM yazılımıyla[9] çizilmekte ve bağlantı elemanları ile hammade listeleri yazılımdan temin edilebilmektedir. Çelik yapı inşaatın büyüklüğü düşünüldüğünde bu projeye ait ürün ağacı verilerinin el ile oluşturulması çok zordur. Fakat ERP sisteminde ürün ağaçlarının oluşturulması gerekir. Bu da bir taraftan ciddi bir zaman, emek ve maliyet diğer taraftan gecikmeden kaynaklanan müşteri memnuniyetsizliği

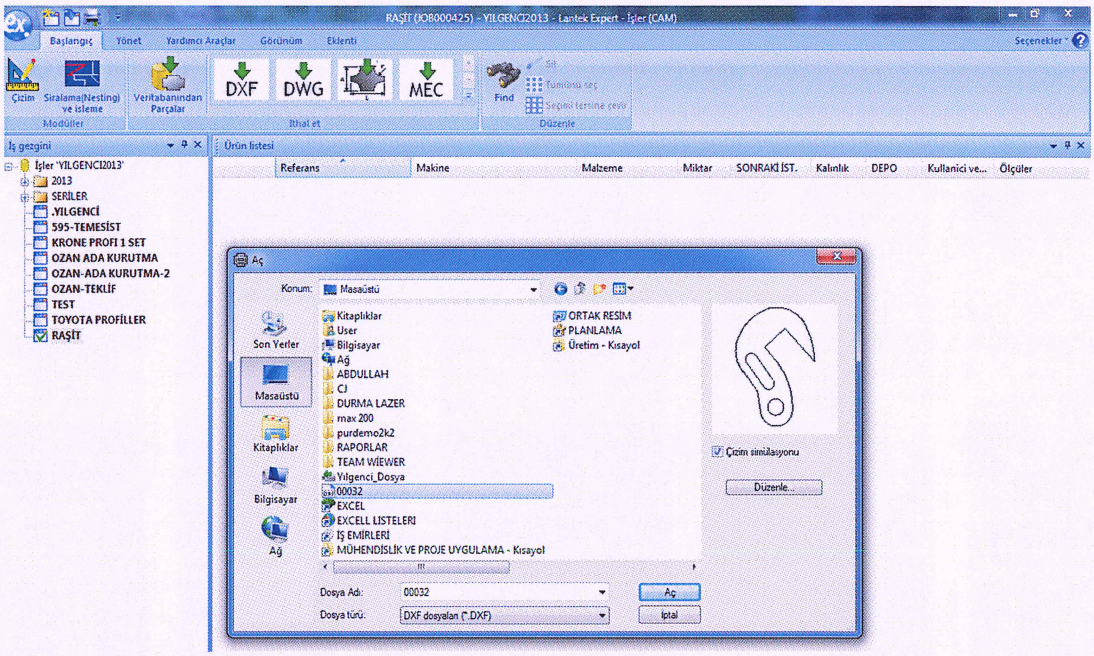
[9] X-Steel yazılımı yapı tasarımına özel bir CAD/CAM yazılımına örnek gösterilebilir.

meydana getirmektedir. Böyle bir firmada X-Steel programı ile ERP sistemi arasında gerekli bilgi paylaşımı sağlanmış olsa katı model çizildikten sonra çok kısa sürede ERP sisteminde ürün ağacı oluşturulabilir. Her sektörün ürün tasarımı, projelendirilmesi için kullandığı farklı yazılımlar olabilir. Örneğin döküm, metal, mobilya, gıda, kimya, basım sektörlerinde farklı yazılımlar kullanılmaktadır. İmalat yazılımları sektöre özel tasarlanmaktadır. ERP sistemleri ise yönetimsel açıdan (raporlama odaklı) tasarlandığı için daha genel yazılımlardır ve sektöre özgün verileri modellemekte yetersiz kalmaktadırlar. İmalat yazılımlarının ERP sistemleriyle bütünleştirilmesi ERP projelerinin'nin de başarı oranını artıracaktır. Bu sebeple metal sektörü için tasarlanan Lantek ve mobilya sektörü için tasarlanan Imos ile OptiPlanning yazılımlarıyla birlikte Gusto ERP yazılımı bütünleştirme açısından incelenmiştir. Yapılan analizde yazılımların özellikleri yerine ERP sistemine sağlayacağı veriler ve bu verilerin oluşturulma süreçleri üzerinde durulmuştur. ERP sisteminde ise ihtiyaç duyulan verilerin nereden toplanacağı ve nasıl tasarlanacağının belirlenmesi amacıyla analiz yapılmıştır.

5.2. Lantek

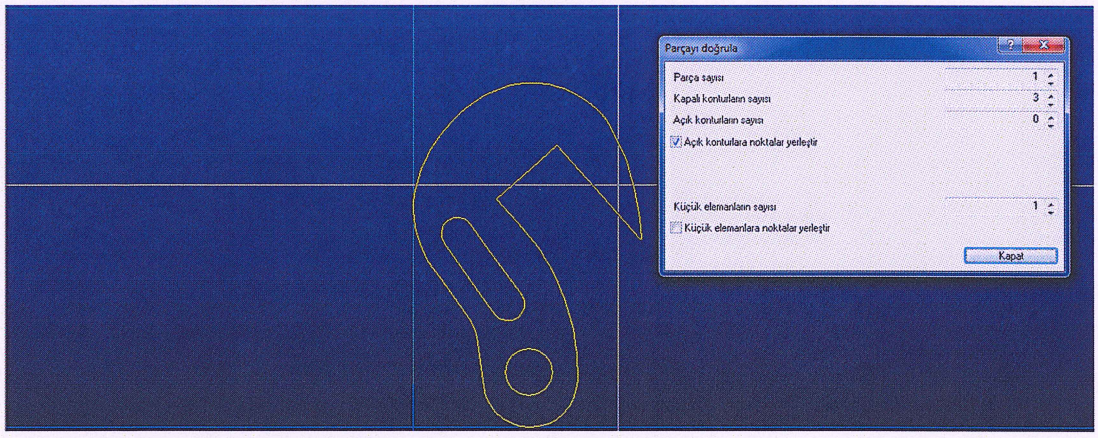
Lantek yazılımı metal sektörüne özel geliştirilmiş, hem çizim modülü hem de imalat modülü olan bir CAD/CAM yazılımıdır. Yazılım diğer CAD/CAM yazılımları gibi, standart olarak, DXF ve DWG formatlarını desteklemektedir. Yazılıma çizim yükleyebilmek için yeni bir çalışma sayfası oluşturmak gerekmektedir.

Şekil 5.1'de "Raşit" isimli çalışma görülmektedir. Çalışma sayfasında dosya biçimi tıklanır ve açılan pencereden dosya seçilerek resim yüklenir. Dosya yüklenirken çizimin hangi makinada işleneceği ve malzeme tipi seçilir.



Şekil 5.1. Lantek Çalışma Sayfası

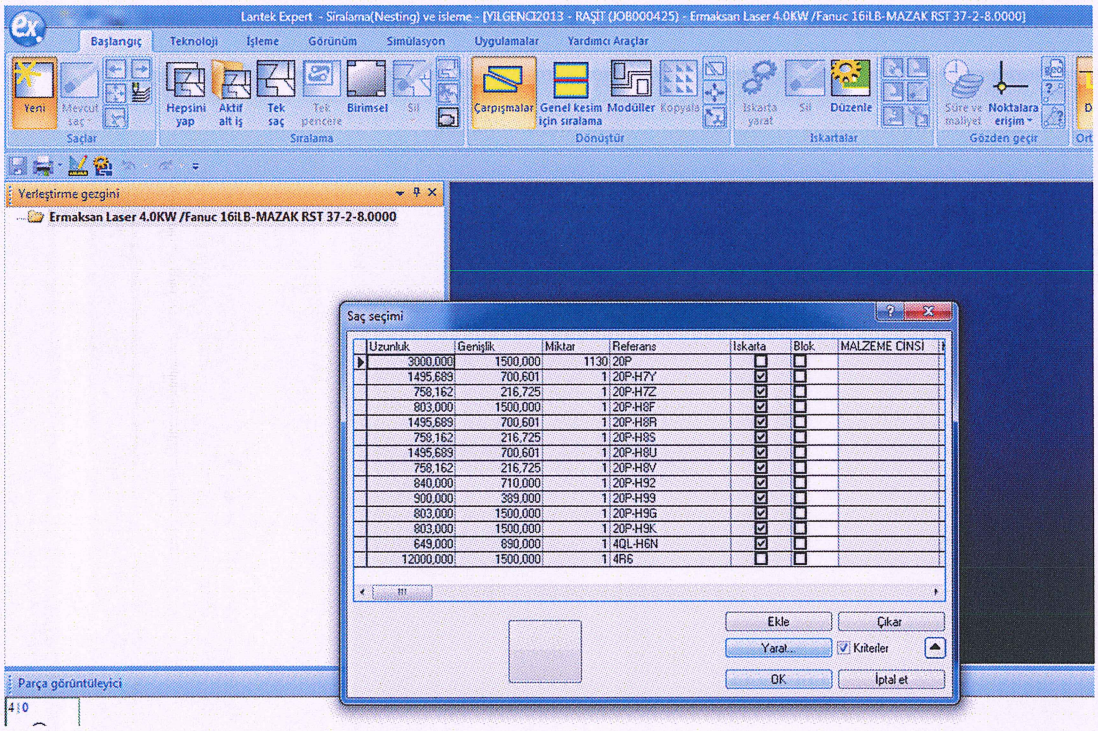
Lantek'in CAD modülü, çizim üzerinde 2 boyutlu (sketch) düzenleme yapmaya yetecek temel çizim elemanlarını içerir. Bu modülün özelliği, Şekil 5.2'de görüldüğü gibi, çizimleri kontrol ederek tam kapanmayan veya fazla çizilen çizgilerin tespit edebilmesi ve hataların düzeltilmesine imkan sağlamasıdır.



Şekil 5.2. Lantek ile Çizimin Kontrolü

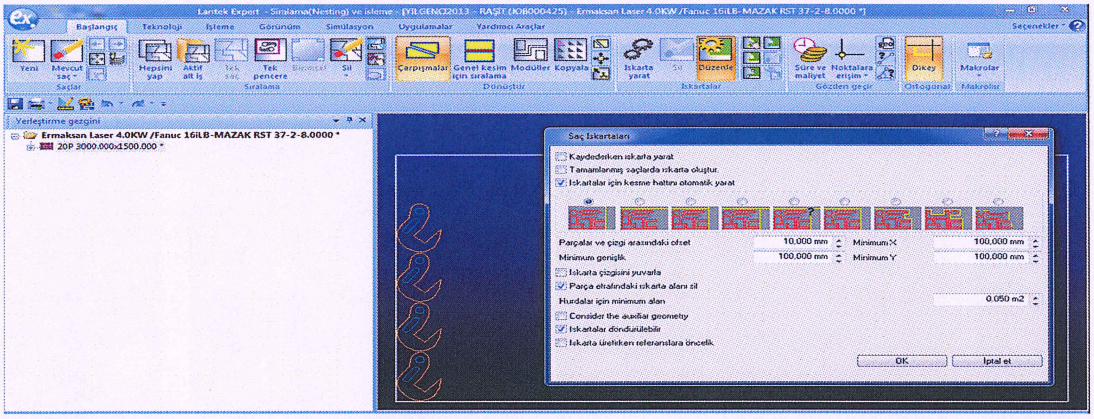
Çizim hatalarının giderilmesi parçanın plakalara düzgün yerleştirilmesi ve kesim sürelerinin doğru hesaplanabilmesi için son derece önemlidir. Çizim düzeltildikten sonra

CAM modülüne geçilir. Şekil 5.3'da görüldüğü gibi, CAM modülüne girşite çizimin hangi sactan üretileceği seçilir. Seçilen saclar hiç işlenmemiş yeni saclar olabileceği gibi ıskarta saclar da olabilir. Bu sebeple CAM yazılımı ERP yazılımının depo modülüyle bütünleşik çalışmalıdır.



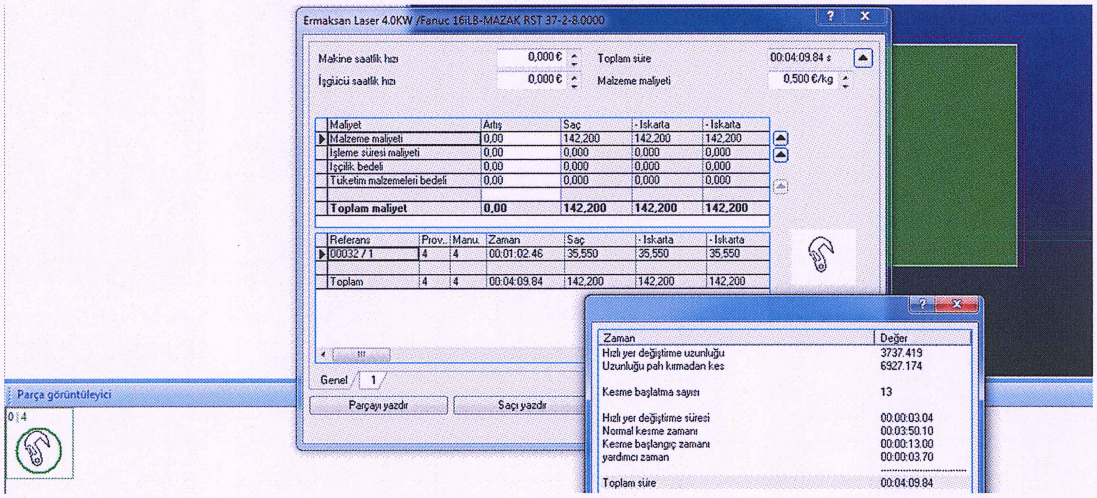
Şekil 5.3. Sac Seçimi

Sac seçildikten sonra, Şekil 5.4'te açılan pencereden parçanın saca yerleştirilmesi esnasında ve yerleştirme tamamlandığında kullanılacak parametreler seçilir. Lantek bu ayarlara göre yerleştirme işlemini yapar ve yapılan yerleştimeye göre üretim zamanını hesaplar. Yapılan yerleştirme, hesaplanan işlem süreleri ve işlem maliyeti kaydedilirken, kesim işlemi için de CNC dosyaları oluşturulur.



Şekil 5.4. Çizimin Saca Yerleştirilmesi

Yapılan yerleştirmeye bağlı olarak hesaplanan kesim zamanları Şekil 5.5'te görülmektedir. Aynı ekranda pencerede parça başına işlem süresi, işlemsiz geçen süre, işlem maliyeti, işçilik maliyeti ve malzeme maliyeti görülebileceği gibi hesaplanan parametrelerin toplamları gibi detay bilgiler de izlenebilir. Ayrıca yerleştirme sonucu ve kesim zamanı Lantek tarafından raporlanmaktadır. Örnek bir rapor EK-A'da verilmiştir.

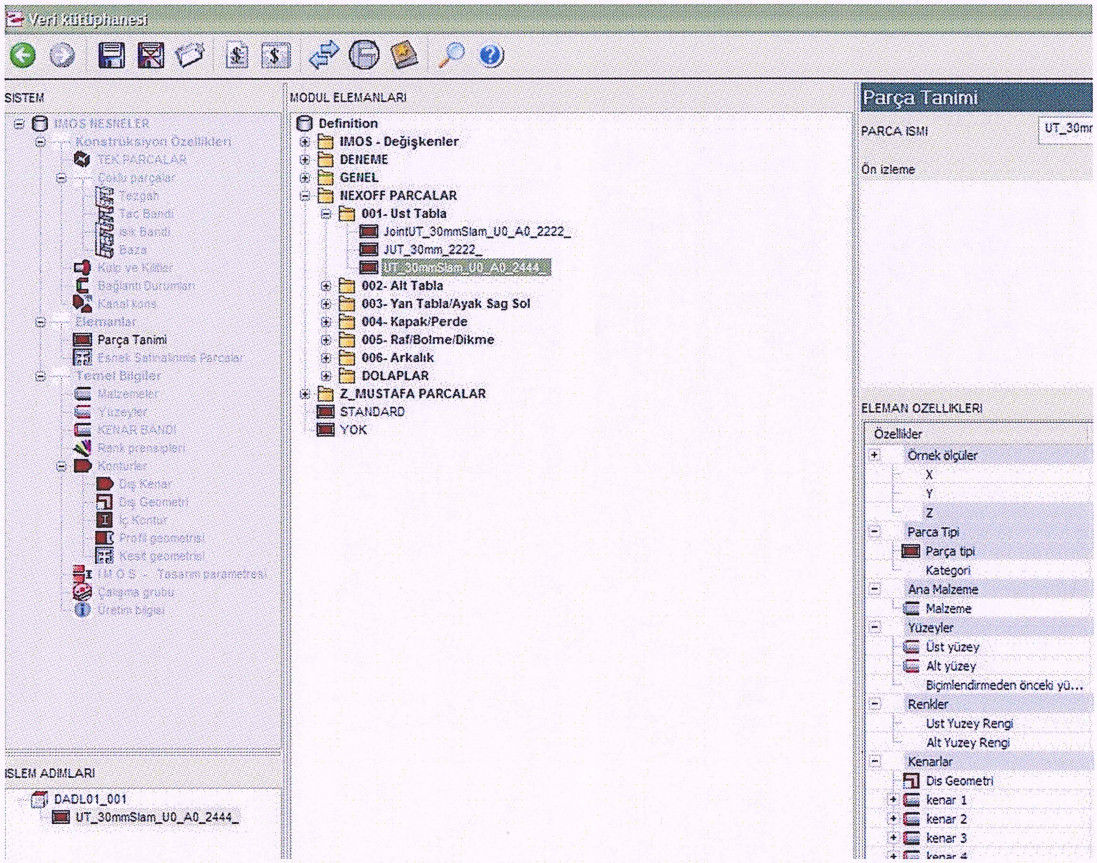


Şekil 5.5. Süre ve Maliyet Bilgileri

5.3. Imos

Imos mobilya sektörüne hitap eden özellikle dolap tasarımında çok kullanılan bir yazılımdır. Imos hem kapsamlı bir CAD hem de kapsamlı bir CAM modülüne sahiptir. CAD modülü ile mobilyaların tasarımı dinamik olarak yapılırken CAM modülü ile plaka optimizasyonu, işlem zamanları ve maliyeti hesaplanmakatadır. Imos'un CAD modülünün

en önemli özelliği ürünün parametrik olarak tasarlanabilmesidir. Böylelikle ürünün en, boy gibi bir parametresi değiştiğinde yeniden çizim yapmadan sistemin çizimi otomatik oluşturmasıdır. Ayrıca ürünün tüm bileşenleri ayrı ayrı çizilip birbirine bağlandığı için, CAD yazılımıyla ürün ağacı oluşturmaya imkan sağlamaktadır. Şekil 5.6'da görülen "Veri Kütüphanesi" ekranında, "Tek Parça", "Çoklu Parça", "Kulp ve Kilitler", "Bağlantı Durumları" ve "Kanal Kons" tanımlamaları yapılabilir.

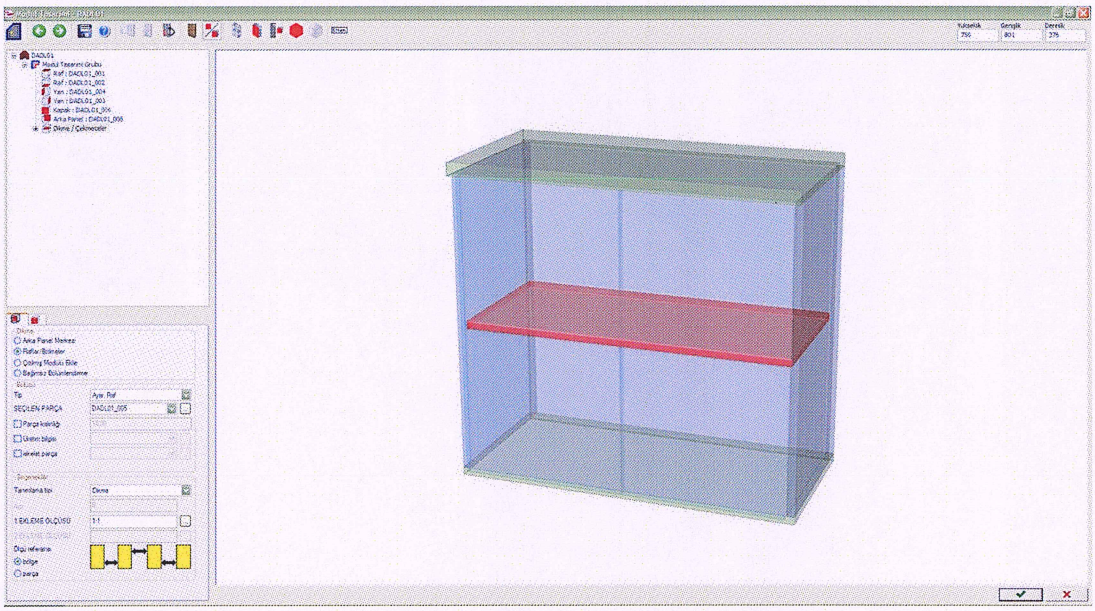


Şekil 5.6. Imos Nesneleri (Ürün Bileşenleri)

Tek parça, ürünü oluşturan yarı mamüllerin tanımlanmasında kullanılır. Eğer bir yarı mamul birden başka yarımamüllerden oluşuyorsa "Çoklu Parça" olarak tanımlanır. Yani bir yarı mamul başka yarı mamülleri içeriyorsa[10] "Çoklu Parça" tanımı ile seviyelendirme yapılabilir. Parçalar tanımlandıktan sonra "Modül Tasarımı" ekranından birleştirilerek mobilyayı oluştururlar.

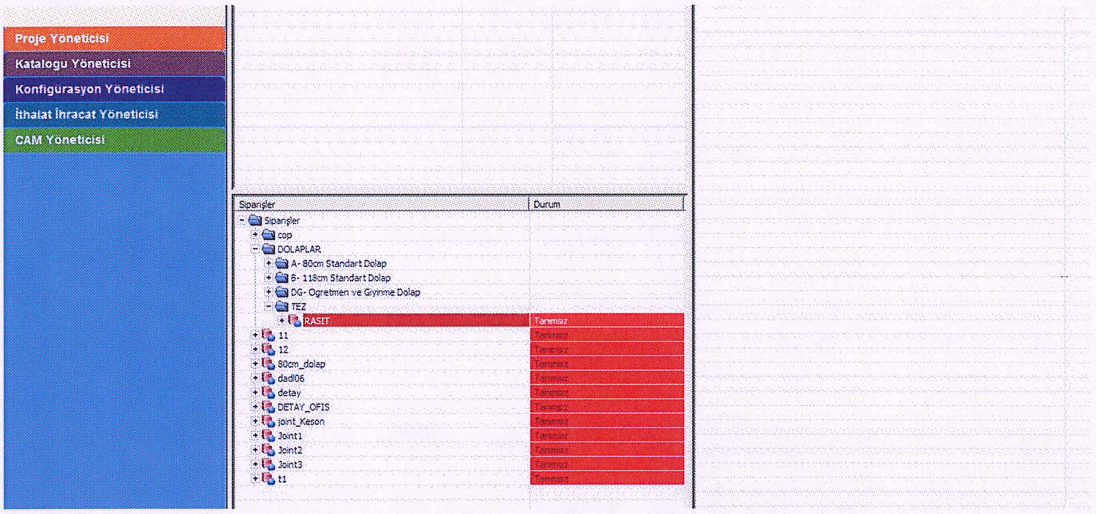
[10] Imos'ta çok seviyeli ürün ağaçları oluşturmak için çoklu parça kullanılır. Böyle bir ürün ağacının oluşturulabilmesi için, yarı mamuller önce "Tek Parça" olarak tanımlanmalıdır. Daha sonra, bir yarı mamülü oluşturan diğer yarı mamuller "Çoklu Parça" tanımı ile oluşturdukları yarımamule bağlanmalıdır.

Şekil 5.7'de "Modül Tasarımı" ekranında raf için "Ekleme Ölçüsü" parametresi (sol altta) 1:1 olarak atanmıştır. Bu parametre, dolapta sadece 1 raf kullanılacağı anlamına gelmektedir. Aynı şekilde (miktar gibi), parçaların en ve boyları da parametrelerle ayarlanabilmektedir. CAD modülünde oluşturulan bir ürünün CAM modülüne aktarılabilmesi için CAD modülünde sipariş tanımlanmalıdır.



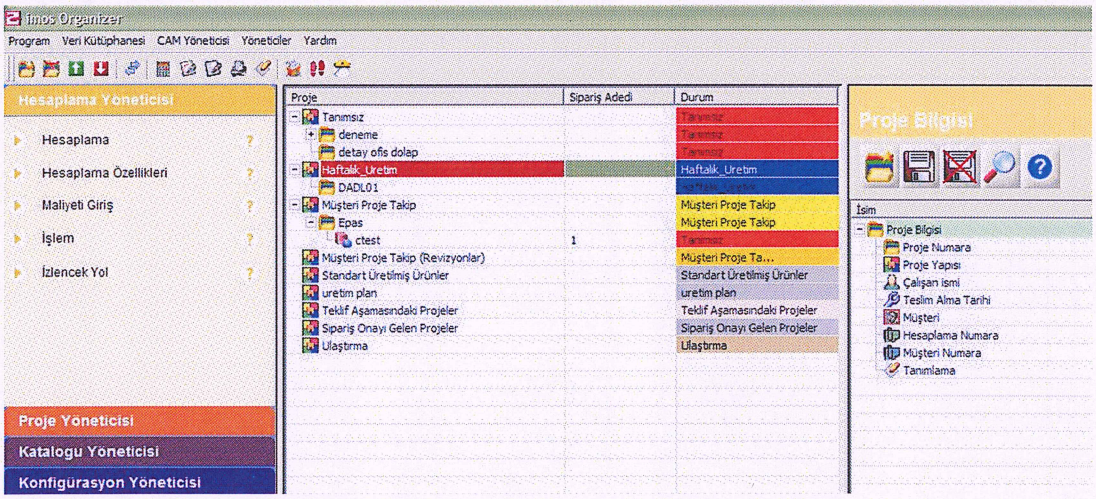
Şekil 5.7. Modül Tasarım Ekranı

Tanımlanan sipraişler, Şekil 5.8'de görüldüğü gibi CAM modülünde Hesaplama Yöneticisi'nde "Siparişler" listesinde görünmektedir.



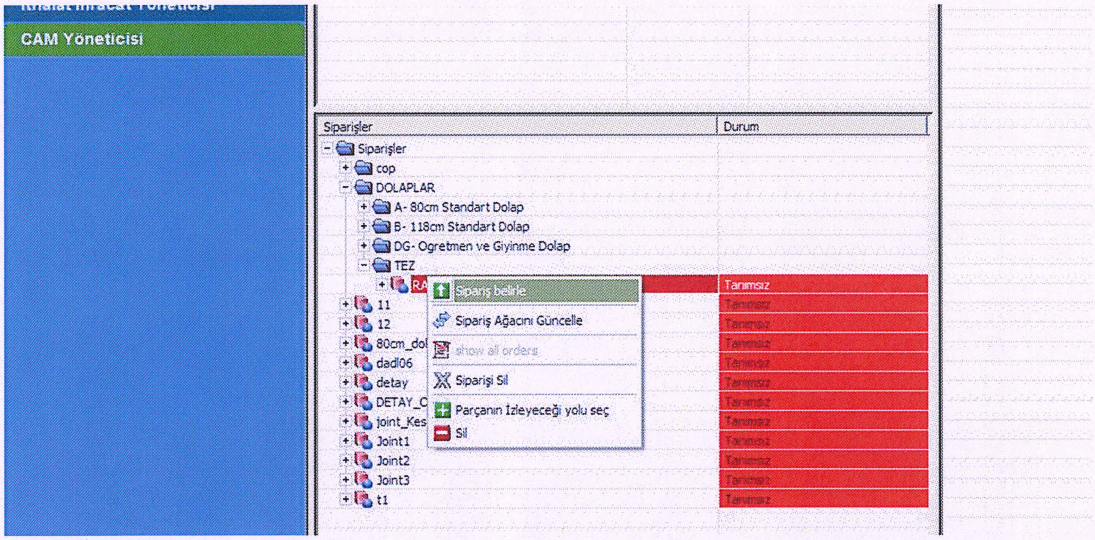
Şekil 5.8. Yeni Proje Oluşturma

Siparişin CAM'e eklenebilmesi için sipariş listesinin üzerinde yer alan, Şekil 5.9'daki, proje ekranından yeni proje tanımlanır. Ardından sipariş projeye eklenir.



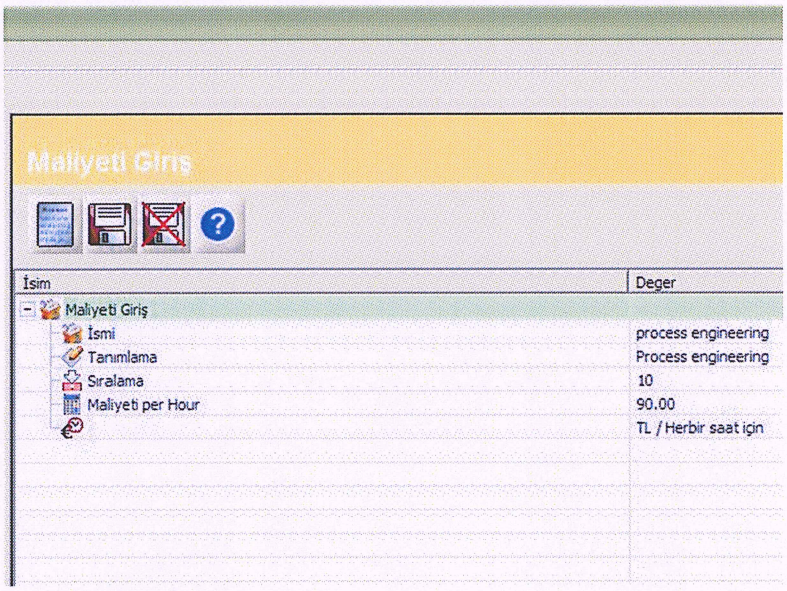
Şekil 5.9. Yeni Proje Tanımlama

Şekil 5.10'da görüldüğü üzere, siparişin projeye eklenebilmesi için siparişin üzerine sağ tıklanır ve açılan menüden Siparişi Belirle'ye tıklanır.



Şekil 5.10. Projeye Sipariş Atama

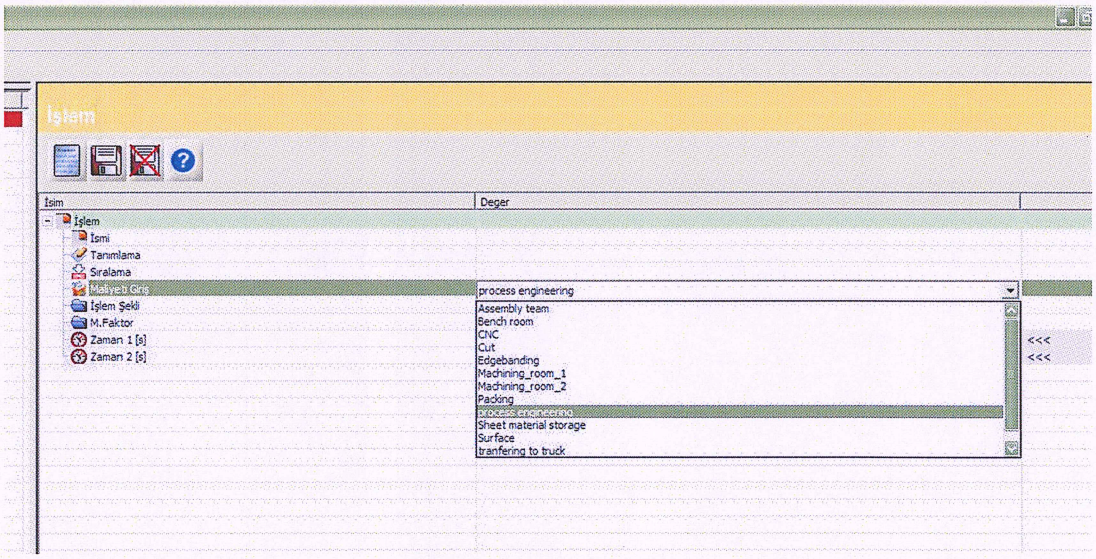
Daha sonra zaman ve maliyet bilgilerinin üretilebilmesi için iş merkezleri ve işlemler tanımlanmalıdır. İş merkezleri Şekil 5.11'deki ekrandan tanımlanmaktadır. Bu ekranda iş merkezinin maliyet hesaplamada kullanılacak birim zaman ve iş merkezinin birim zamandaki maliyeti girilerek iş merkezi tanımı yapılır.



Şekil 5.11. İş Merkezi Tanımlama

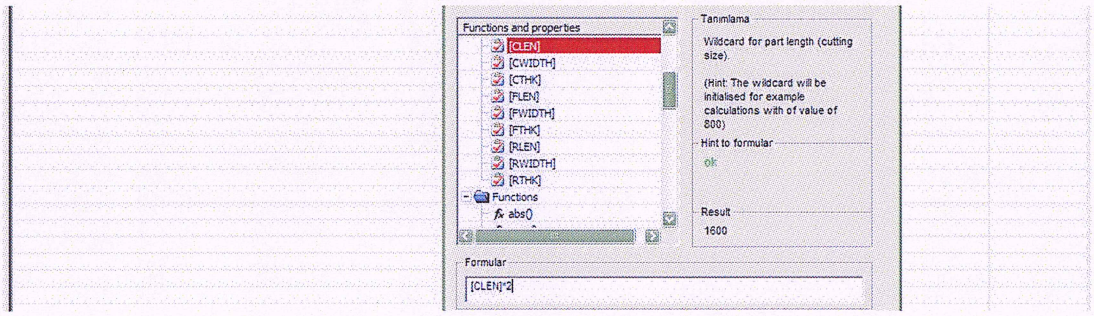
İş merkezleri tanımlandıktan sonra işlemler tanımlanıp iş merkezlerine bağlanacak ve ardından rotalar tanımlanacaktır. Son olarak da tanımlanan rotalar projeye atanacak ve rotalarda tanımlı olan işlemlere bağlı olarak zaman ve maliyet hesabı yapılacaktır.

İşlem tanımlarken işlem adı, iş merkezi ve saniye cinsinden işlem zamanı girilir. İşlem zamanı sabit bir süre olabileceği gibi, formül tanımlanıp dinamik olarak da türetilebilir. Böylelikle ürünün özellikleri değiştiğinde işlem zamanları otomatik olarak güncellenecektir. İşlem ekranı Şekil 5.12'de görülmektedir.



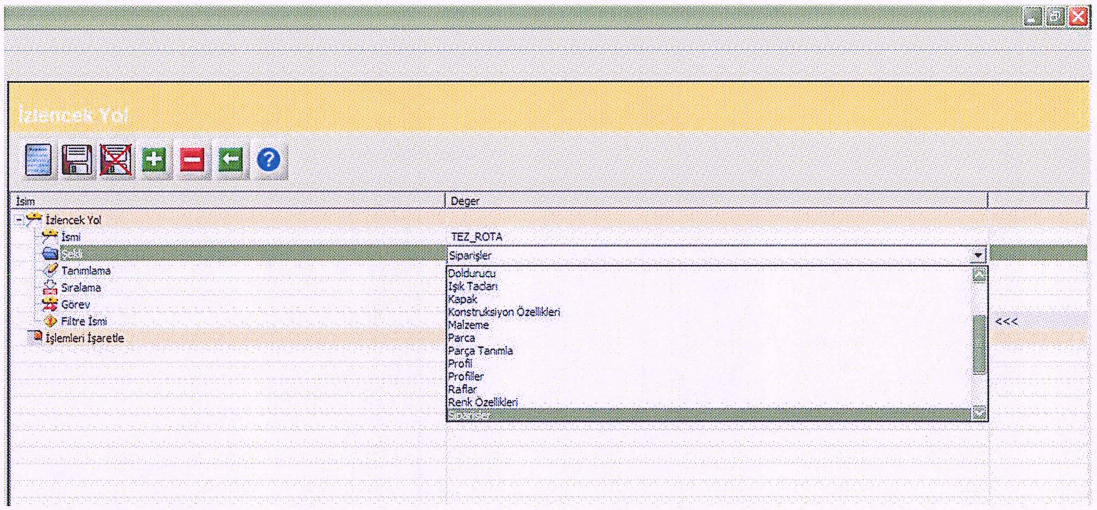
Şekil 5.12. İşlem Tanımlama

İşlem tanımlanırken Zaman 1 ve Zaman 2'nin karşısındaki "<<<" düğmelerine tıklanarak formül tanımlanabilir. Şekil 5.13'da görüldüğü gibi, formül tanımlarken, sistem tarafından sağlanan ve çizime bağlı olan en, boy gibi parametreler ve matematiksel fonksiyonlar kullanılabilir.



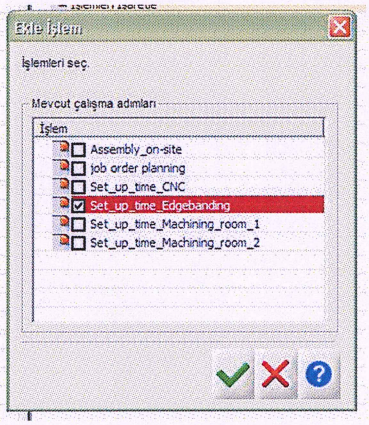
Şekil 5.13. Zaman Formülü Tanımlama

İşlemler tanımlandıktan sonra rota tanımlamaya geçilir. Şekil 5.14'te görüldüğü gibi, rota ismi ve ürüne uygulanacak işlemler eklenir. Dilenirse eklenen işlemlere (işlem tanımında zaman değeri veya formülü tanımlanmış olsa da) rotaya bağlı bir zaman formülü ya da zaman değeri tanımlanabilir.



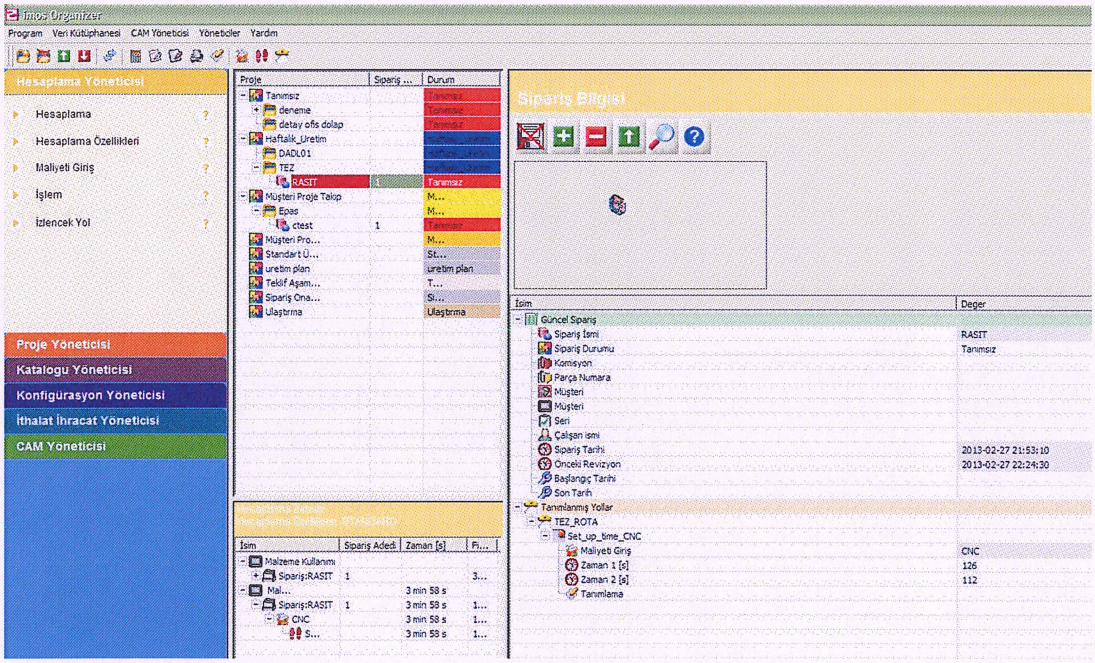
Şekil 5.14. Rota Tanımı

Rota tanımında işlem eklemek için, Şekil 5.15'te görülen Kaydet düğmesinin sağındaki "+" düğmesine tıklanır. Açılan pencereden işlemler seçilerek eklenir.



Şekil 5.15. İşlem Ekleme

Ardından, Şekil 5.16'da görüldüğü gibi proje ekranından sipariş seçilerek siparişe rota ataması yapılır. Siparişe sağ tıklanarak zaman ve maliyet hesaplama düğmeleriyle siparişin işlem süreleri ve maliyeti hesaplanır.

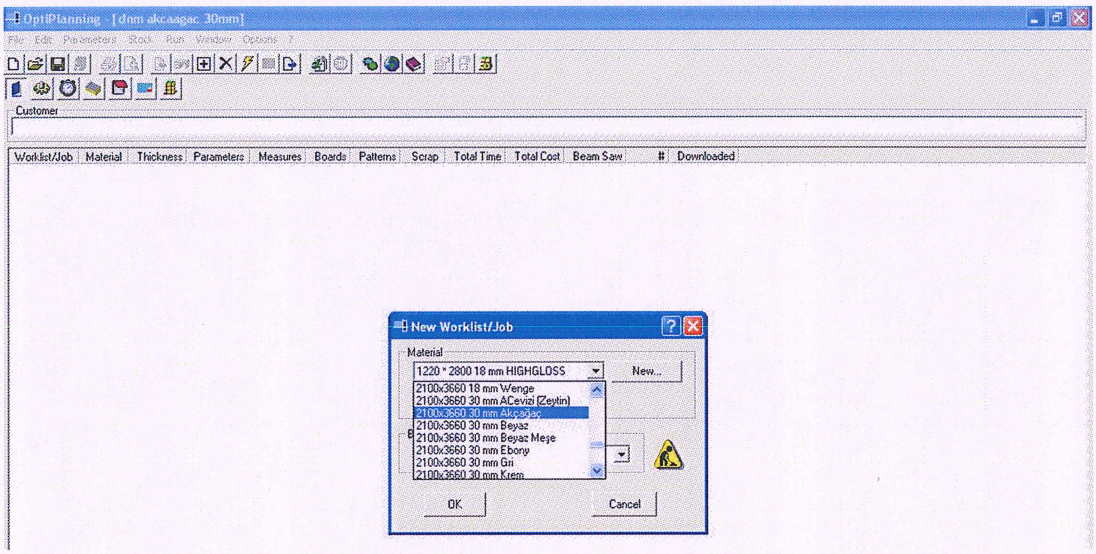


Şekil 5.16. Siparişe Rota Ekleme

5.4. OptiPlanning

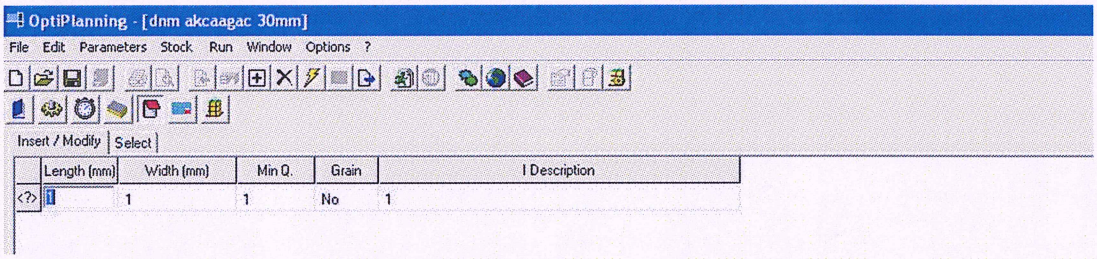
OptiPlanning kesilecek plakaların fire ve zaman açısından optimizasyonu için kullanılan bir yazılımdır. Yazılım Biesse firması tarafından üretilmiştir. Biesse'nin ürettiği Selco WNT – 600 ebatlama makinası ile bütünleşik olarak çalışmaktadır. Yazılım hangi ebatlama işleminin detaylarını, fire ve miktar bilgilerini XML formatında makine ile paylaşırken, makine da biten işleri ve bitiş zamanlarını XML formatında üretmektedir. XML dosyaları, hem işlemlerin sonunda oluşacak fire miktarlarının hem de işlem zamanlarının ERP sistemiyle paylaşılmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, makine ebatlama işlemine başlamak için yazılmın optimizasyon işlemi sonucunda ürettiği XML dosyasını kullanmaktadır.

Optimizasyon işlemine başlamadan, Şekil 5.17'de görüldüğü gibi, önce plaka seçimi yapmak gerekmektedir. Yazılım çok katlı kesimi de değerlendiridiği için plakanın sadece eni ve boyu değil, kalınlığını da kullanmaktadır.



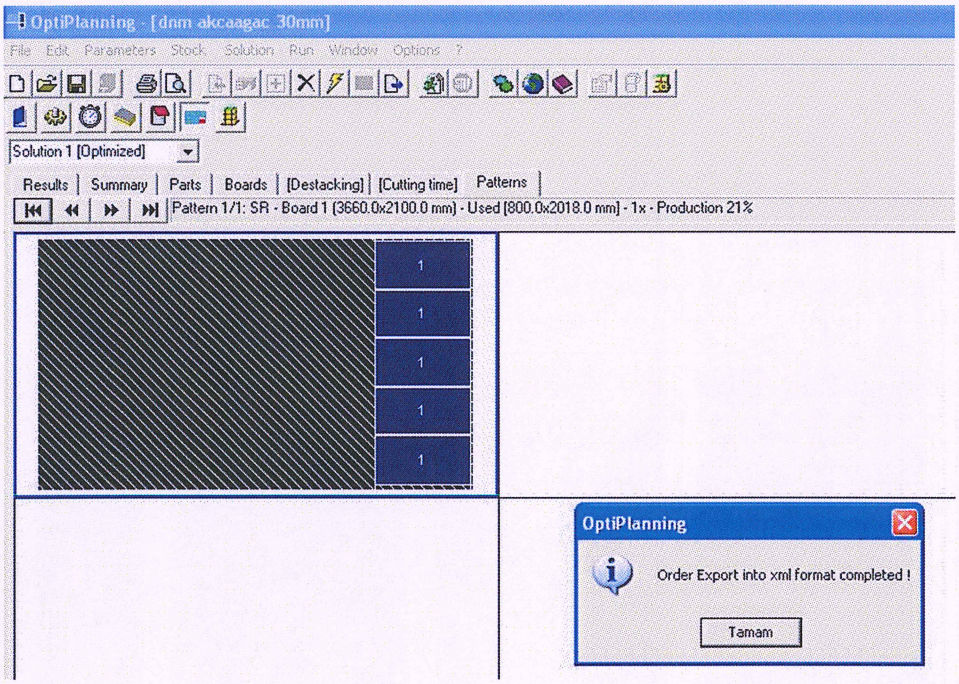
Şekil 5.17. Plaka Seçimi

Plaka seçiminden sonra kesilecek parçaların ebatları sistemde teker teker tanımlanmalıdır. Şekil 5.18'de tanımlanan bir parça görülmektedir. Tüm parçalar sistemde tanımlandıktan sonra optimizasyon ayarları yapılmaktadır. Optimizasyon ayarları optimizasyon algoritması seçimini ve seçilen algoritmaya bağlı parametreleri içerir. Kesimin nasıl yapılacağı ise optimizasyon algoritmasından bağımsız olarak seçilir.



Şekil 5.18. Parça Tanımı

Optimizasyon ayarları yapıldıktan sonra optimizasyon işlemine başlanır. Sonuç ekranı Şekil 5.19'da görülmektedir. Sistemin optimizasyon sonucu için oluşturduğu rapor EK B'de verilmiştir.



Şekil 5.19. Optimizasyon İşleminin Sonucu

5.5. Gusto

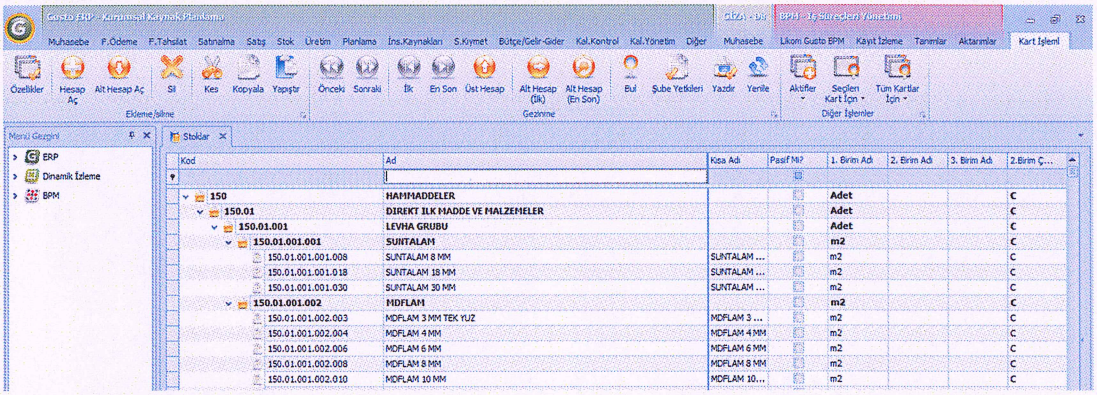
Gusto Likom firmasının ODTÜ Teknopark'ta geliştirdiği bir ERP yazılımıdır. Yazılımın öne çıkan özelliklerinden biri hem nesne tabanlı hem de çeşit (varyant) ürün ağaçlarının özelliklerini birlikte barındıran bir ürün ağacı yapısına sahip olmasıdır. Ürün ağaçlarına bağlı olarak ürün çeşitlerinin oluşturulabilmesi için stoklara özellik tanımlamak gerekmektedir. Ürün çeşitleri oluşturulurken ürün bileşenlerinin de özellikleri çeşide bağlı olarak değişecektir. Ürün bileşenlerinin özeliklerinin nasıl değişeceği, ürün ağaçlarında ürüne tanımlanan özellikler kullanılarak formülize edilmektedir. ERP'de ürün ağaçları ve gerekli diğer tanımlamalar yapıldıktan sonra satış, CRM, satınalma, üretim, stok kontrol, maliyet muhasebesi ve üretimle doğrudan ilişkili olmayan diğer süreçler yönetilebilecektir.

ERP yazılımlarında süreç sipariş, üretim talebi[11] ya da talep tahminleri başlar. Daha sonra pazarlamadan gelen bilgiler ışığında malzeme ihtiyaç planlaması yapılır. Malzeme ihtiyaç

[11] Üretim talebi ifadesi garanti kapsamında veya kalitesizlikten kaynaklanan, doğruda müşteri siparişi olmayan, üretimler için kullanılmıştır.

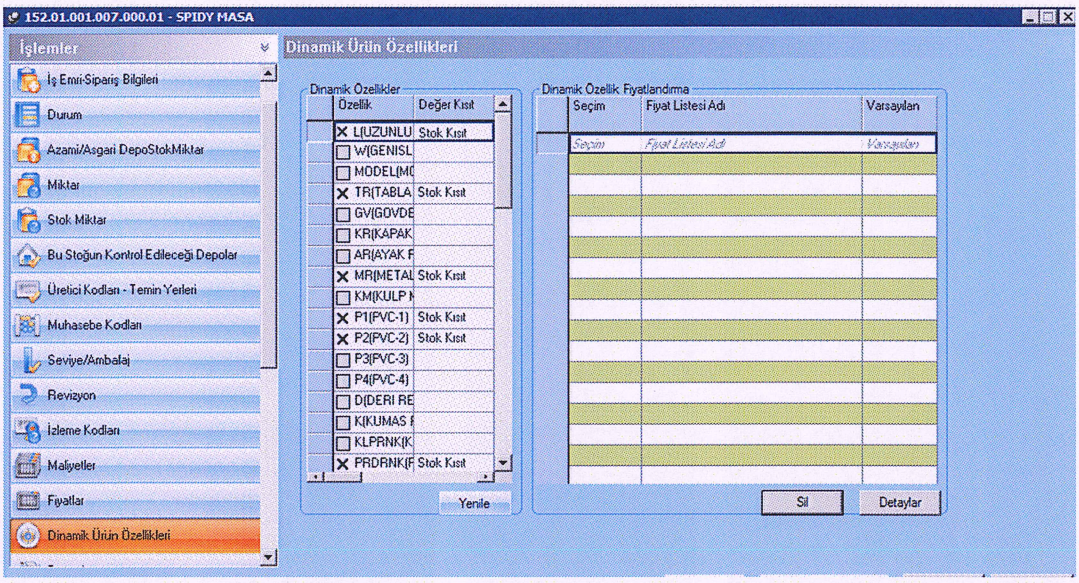
planlamanın çalıştırılmasıyla oluşacak satınalma talepleri için tedarik süreci başlar. Üretilecek ürünler için ise kapasite planlama ve çizelgeleme süreci başlar. Üretimine başlanan ürünler içinse takip süreci başlar. Üretimi gerçekleşen ürünler sevkiyat sürecine dahil olurlar. Sevkiyat sürecinde, üretime benzer şekilde, sevkiyat planlama ve takip süreçleri çalıştırılmaktadır. Sevkiyat planlama sürecinde hangi paketin hangi araca yükleneceği ve araçların rotalarının ne olacağı hesaplanır. Takip sürecinde ise üretim takip sürecinde kullanılan teknolojilerin aynısı veya benzerleri ile sürdürülür.

Süreçlerin yönetilebilmesi için, ERP sisteminde yapılacak temel tanımlamalar stok kartları, iş merkezleri, tezgahlar, çalışanlar, işlemler, rotalar ve ürün ağaçlarıdır. Ürün ağaçlarının dışındaki tanımlamalar ürün ağacı oluşturabilmek için kullanılacaktır. Ürün ağacını oluşturan en temel yapı stok kartlarıdır. MRP'nin temel taşlarından olan stok kartları Gusto'da stok menüsünden stok kartları düğmesiyle açılan stok ekranından yönetilir. Stok ekranı Şekil 5.20'de görülmektedir.



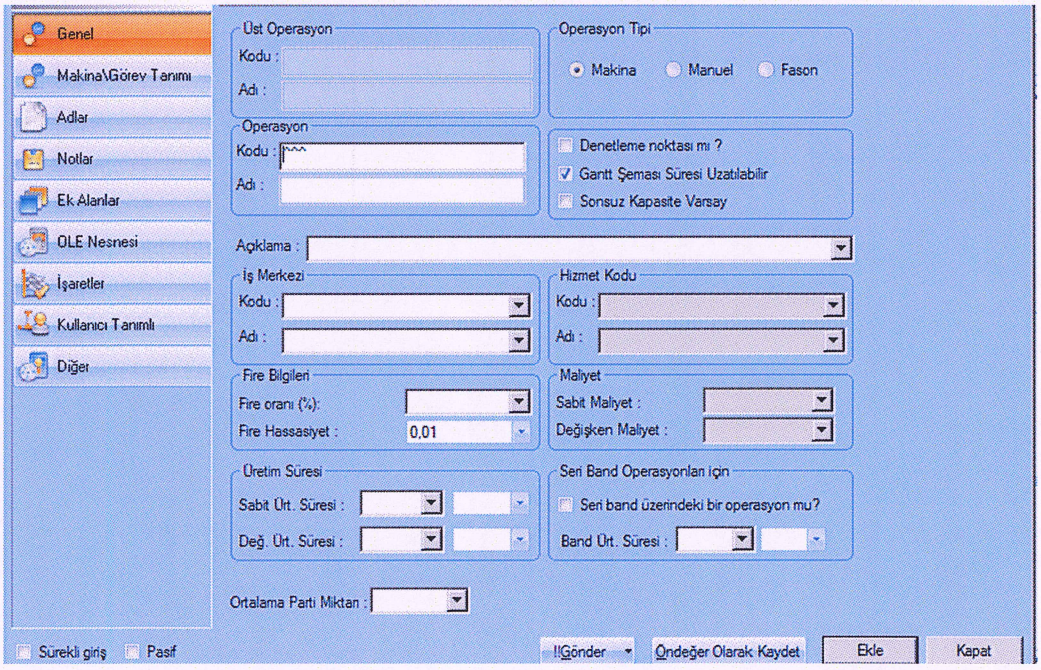
Şekil 5.20. Stok Ekranı

Stok kartı tanımlamak için gerekli olan minimum bilgiler stoğun adı, kodu ve miktar birimidir. Stok kartı tanımlanırken tedarikçiden asgari ve azami stok miktarlarına kadar çeşitli tanımlamalar yapılabilirken bu tanımlamaların yapılması zorunlu değildir. Fakat stoğun özellikleri ürün çeşitlerinin yönetilebilmesi için tanımlanmak zorundadır. Bunun için önce stok menüsündeki dinamik kod tanımından stoklara atanacak Şekil 5.21'deki pencereden özellikler tanımlanır daha sonra stok kartındaki "Dinamik Özellik Seçimi" penceresinden stoğun özellikleri seçilir.



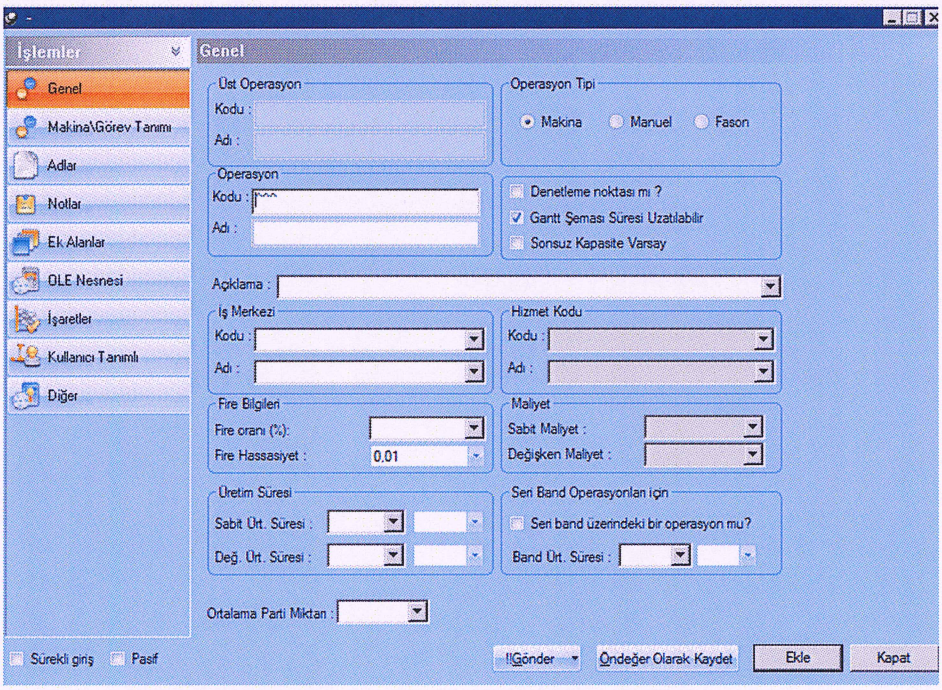
Şekil 5.21. Stok Dinamik Özellikleri

Ürün ağacı oluşturulurken ihtiyaç duyulan verilerden biri de iş merkezleridir. İş merkezlerin maliyet muhasebesinde kullanıldığı için sadece ad ve kod, iş merkezi tanımlamak için yetmemektedir. Bunun yanında gider yeri ve sabit kıymet bağlantıları gibi maliyet muhasebesi için kullanılacak tanımlamalar da yapılmalıdır. Şekil 5.22'de iş merkezi tanımlama ekranı görünmektedir.



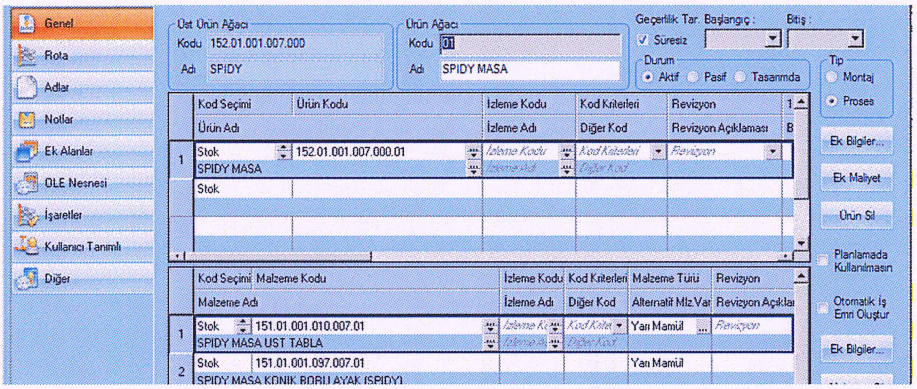
Şekil 5.22. İş Merkezi Tanımlama Ekranı

Tanımlanan iş merkezlerine bağlı olarak tezgah sınıfı ve tezgah kodları oluşturulmaktadır. Birbirinin alternatifi olacak tezgahlar aynı sınıf altında toplanacaktır. Tezgah sınıfı oluşturulurken tezgah sınıfının adı, kodu ve tezgah sınıfına bağlı olarak sabit ve değişken maliyetler tanımlanır. Tezgah tanımlarken, tezgahın adı ve kodunun yanında tezgah koduna bağlı sabit kıymetler, iş merkezi, tezgah sınıfı, günlük çalışma kapasitesi ve vardiyalar tanımlanır. Tezgahlar tanımlandıktan sonra işlem tanımına geçilir. İşlem tanımı yapabilmek için gerekli olan veriler işlemin adı, kodu, hazırlık zamanı ve işlem zamanı, işleme bağlanacak iş merkezi, tezgah ve işçilerdir. İşlem tanımlama ekranı Şekil 5.23'de görülmekredir. Bu ekranda yapılan tanımlamalar genel tanımlamalar olup, tanımlamaların tamamı bu ekranda yapılmak zorunda değildir. Çünkü işlem süresi gibi veriler, işlemler ürün ağacında tanımlanırken, ürün ağacına bağlı olarak değişen verilerdir. Bu veriler işleme girildiğinde, rota tanımı esnasında tüm ürün ağaçlarına aynı veriler kopyalanacaktır.



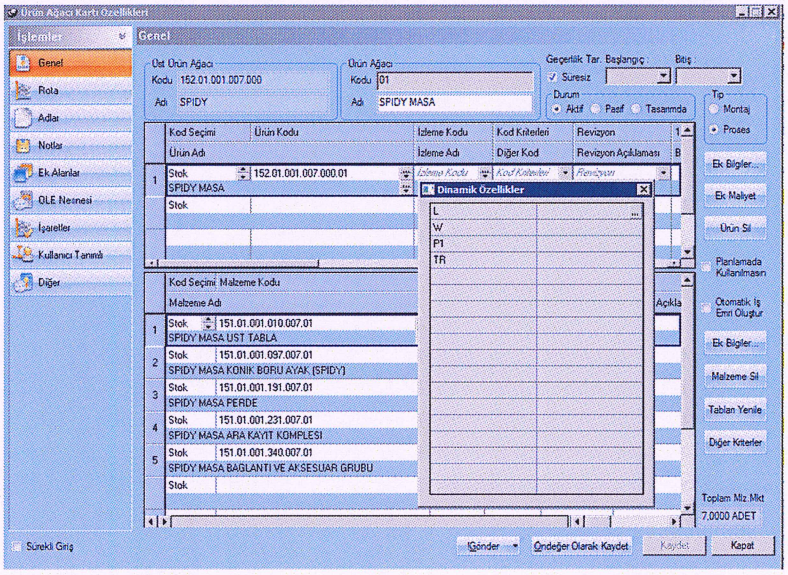
Şekil 5.23. İşlem Tanımlama Ekranı

İşlemler de tanımlandıktan sonra ürün ağaçlarının ihtiyaç duyduğu veriler oluşturulmuş olacaktır. Şekil 5.24'te "SPIDY MASA" için oluşturulmuş ürün ağaçları görülmektedir.



Şekil 5.24. Ürün Ağacı

Şekil 5.24'te görüldüğü gibi, ürün ağacı oluşturulurken stoklar ürün ve malzeme olarak tanımlanır. Ürünlerin depoya girişi ürün ağacında tanımlanan işlemlerin sonunda yapılır. Malzemeler ise işlemlerin başında depodan tüketilirler. Depo işlemleri sırasında sadece ürüne ve malzemeye değil, ürünlerin ve malzemelerin çeşitlerine de ihtiyaç duyulur. Çeşitlerin esnek olarak yönetilebilmesi için malzemelerin tüm özelliklerini kapsayan formüller tanımlamak gerekmektedir. Formül tanımlanırken önce malzeme seçimi yapılır. Şekil 5.25'te görüldüğü gibi seçilen malzemenin özellik ekranı açılır. Malzemeye stok kartında atanan özellikler bu ekranda görülmektedir. Özelliklerin yanındaki "…" düğmesine tıklandığında özellik için formülasyon penceresi açılır. Eğer miktar için formülasyon yapılacaksa malzeme miktarının yanındaki "…" düğmesi kullanılır.

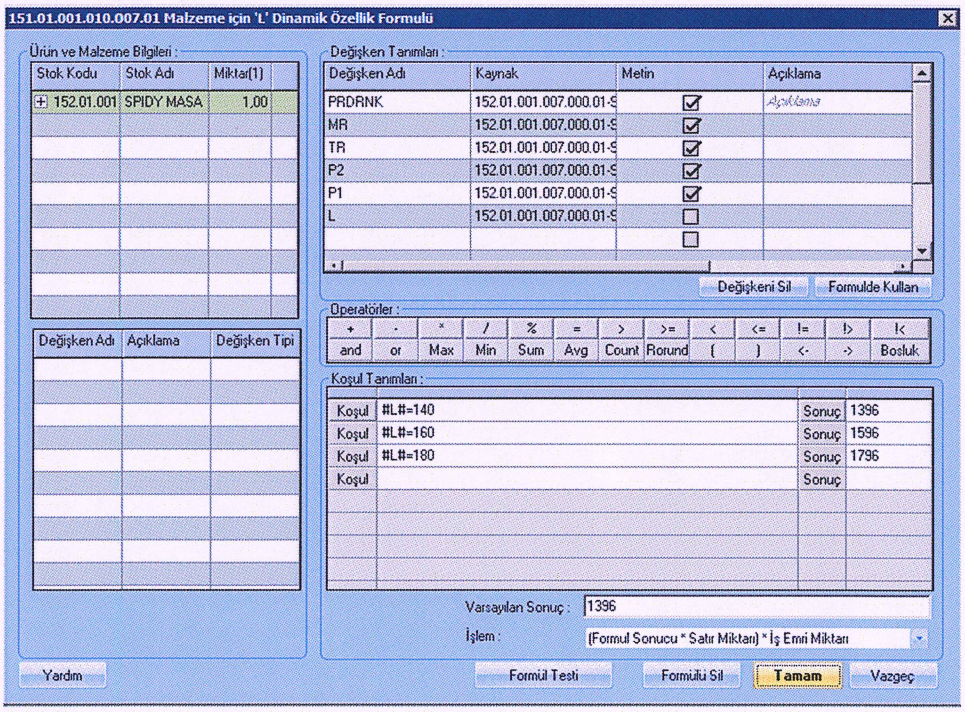


Şekil 5.25. Ürün Özellikleri Penceresi

Formülasyon penceresinde dört ana unsur vardır. Bunlar aşağıda verilmiştir;

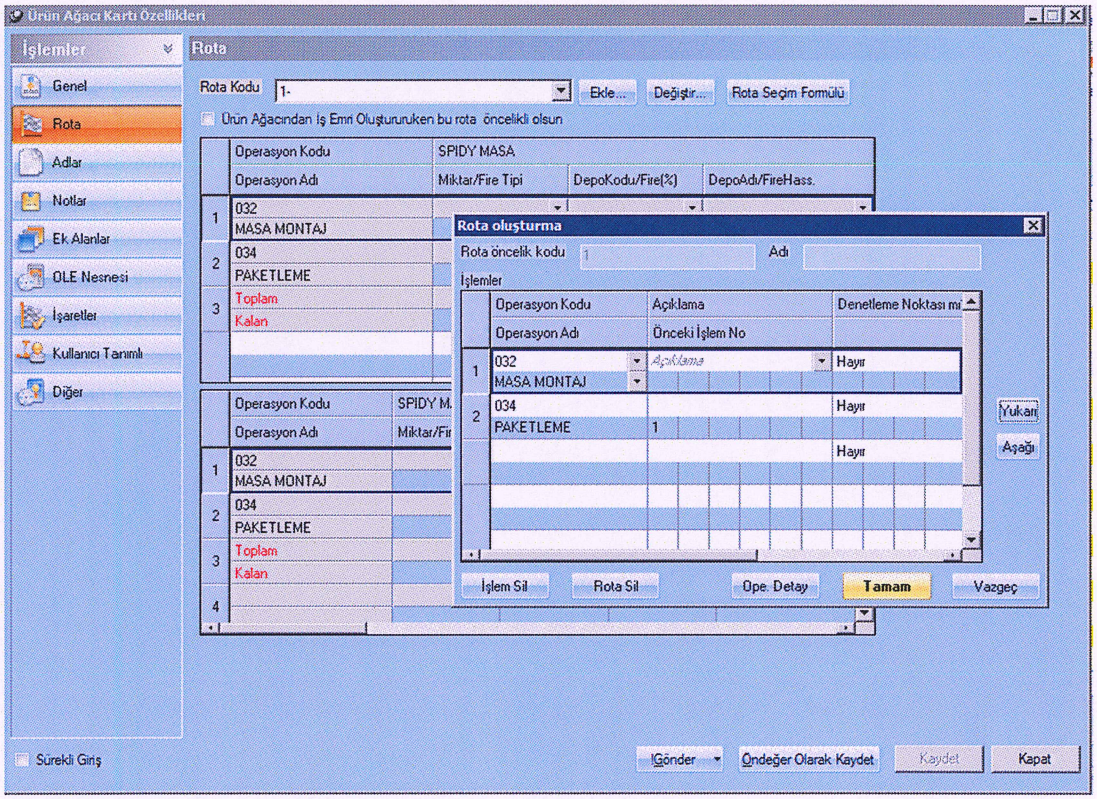
a. Kaynaklar.
b. Değişkenler.
c. Koşullar.
d. Varsayılan sonuç.

Kaynaklar formülasyon esnasında kullanılacak değerdir. Örneğin; sehpa'nın üst tablasının boyu, sehpanın boyuna eşittir. Yani sehapnın üst tablası için boy özelliğinin formülü oluşturulurken sehpanın boyu kullanılacaktır. Burada sehpanın boyu kaynaktır. Değişkenler ise kaynakları formülde temsil etmek için kullanılır. Eğer fomülte koşul tanımlanmak isteniyorsa Şekil 5.26'da görülen formülasyon sayfasında koşul bölümüne karşılaştırma ifadesi, sonuç bölümüneyse koşul gerçekleştiğinde özelliğe atanacak değer yazılır. Varsayılan sonuç ise sistemde hiç koşul tanımlanmadığında ya da koşulların hiç biri sağlanmadığında özelliğe atanacak değeri içererir.



Şekil 5.26. Formülasyon Ekranı

Formülasyon tamamlanınca ürün ağacında rota sekmesine geçip "Ekle" düğmesiyle rota tanımı yapılır. Öncelikle rota kodu yazılmalıdır. Rota adı zorunlu değildir.. Rota tanımlanırken işlemler sırayla seçilir. Seçilen her işlemin sıra numarası artan sayı şeklinde Şekil 5.27'de görülmektedir. Bir işlemden önce yapılması gereken işlemin sıra numarası "Önceki İşlem No" sütununa yazılır. "Önceki İşlem No" sütununda aynı değerlere sahip olan işlemler paralel başlayabilirler.



Şekil 5.27. Rota Sekmesi ve İşlem Seçimi

Rotaya eklenen işlemlerin işlem süreleri makine işçi ve diğer detaylarını tanımlamak için önce işlem seçilir. Daha sonra "Ope. Detay" düğmesine tıklanır. İşlem detayı işlem tanımlama ekranıyla aynıdır. Fakat işlem detayında tanımlanan veriler ürün ağacına bağlı olarak saklanmaktadır. Ürün ağaçları oluşturulduktan sonra, sistemde tanımlı siparişler için iş emirleri oluşturulabilir. Üretimi tamamlanan ürünler, sevk emri oluşturularak sevk edilebilir.

5.6. Sonuç

Yazılımların işlevleri genel olarak, kesim için optimizasyon yapmak, üretim sürelerini hesaplamak, malzeme bilgileri (en, boy, cins) sağlamak, ürünlerin dinamik olarak yönetimi, üretim maliyetlerinin hesaplanması, malzeme ihtiyaç planı, üretim planı ve sevkiyat planının yapılmasıdır. Bütün bu işlemler bir projeye ya da siparişe bağlı olarak yapılmaktadır. Uygulamada da takip, çoğunlukla proje ya da siparişe göre olmaktadır.

İmalat yazılımları işlevleri ve sağladıkları veriler itibariyle bütünlük oluşturmaktadırlar. Sadece bir yazılımın sağladığı raporlar yetersiz kaldığından, üretimin yönetilebilmesi için farklı yazılmlar birlikte kullanılmaktadır. Yazılımlar tarafından üretilen raporların tutarlı olması bu yazılımların bütünleştirilmesine bağlıdır. Çünkü bir yazılımın ürettiği bilgiler (çıktılar), diğer yazılımların kullandığı verilerdir (girdilerdir). Yazılımlar arasında bütünleştirme olmadığında, yazılımlar arasındaki veri tutarlı bir şekilde yönetilemezse üretilen raporlar paralel olmayacak birbirini tamamlamayacaktır. Bu da yönetimde eksikliklerin olmasına ya da üretimin yönetilememesine sebep olacaktır.

BÖLÜM 6. İMALAT YAZILIMLARI İÇİN BÜTÜNLEŞTİRME MODELİ

Üretimin ihtiyaçlarını karşılayacak esnek bir veri altyapısının oluşturulması ve sürdürülmesi zordur. Modellenecek her detayın, bilişim sistemlerinde veri ile temsil edilmesi gerektiği için, veri ihtiyaçları üretim sisteminin esnekliğine bağlı olarak artacaktır. Veri ihtiyaçlarının karşılanabilmesi ve ihtiyaç duyulan raporların üretilebilmesi için CAD/CAM, PDM ve ERP gibi çeşitli yazılımlar kullanılmaktadır. Fakat değişen müşteri istekleri ve gelişen esnek üretim teknolojileri üretim seçeneklerini arttıkça ve üretimin karmaşıklığı da artmaktadır. Buna bağlı olarak da imalat yazılımlarının ürettiği ve ihtiyaç duyduğu verinin miktarı artmaktadır. Dinamikleşen üretim ortamı bu sistemlerin de çalışmasını ve sürdürülebilmesini zorlaştırmaktadır.

6.1. Giriş

Üretimin yönetilebilmesi için kullanılan tüm sistemlerin ortak noktası üretimin sürdürülebilmesi için ihtiyaç duyulan raporları sağlamalarıdır. Bu sistemlerin ürettiği bilgiler, üretimin sürdürülmesinde bütün olarak kullanılmaktadır. Üretilen bilgiler birbirini tamamladığı için bütünleştirilmesi gereklidir. Örneğin; CAM yazılımları parçaların üretim zamanlarını hesaplayabilmektedir. ERP yazılımı ise planlamada parçaların üretim zamanlarına ihtiyaç duymaktadır. Dolayısıyla bu iki yazılımın bütünleşik çalışması ERP sistemine üretim zamanlarının sağlanması problemini ortadan kaldıracaktır.

Tüm veri ihtiyaçlarının karşılanması ve veri paylaşımı açısından ihtiyaç duyulan otomasyonun sağlanması için çeşitli sistemleri bütünleştirebilecek, veriyi biçimlendirip sunabilecek bir yapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple farklı veri kaynaklarını kullanarak, sistemler arasında bilişim paylaşımı yapabilecek bir arayüz tasarlanması

gerekmektedir. Fakat bütün yazılımların bütünleştirilmesi için bir yeni bir arayüz oluşturulması gereğinden fazla çaba sarfedilmesine sebep olacaktır. Bunun yerine, işletmenin fonksiyonlarının birçoğunu yöneten ERP sisteminin kullanılması; hem süreçler ve veriler arasındaki bağlantıların göz önünde bulundurulmasını, hem de bütünleştirmenin daha kolay ve etkili bir biçimde gerçekleşmesini sağlayacaktır. ERP sisteminin ana işlevi planlama ve raporlama olduğu için, ERP temelli bir bütünleştirme daha etkili raporların oluşturulmasını sağlayacaktır.

Üretim sistemlerinin ERP üzerinde bütünleştirilirken, ERP'ye aktarılacak ve ERP'den sağlanacak verilerin büyük bir kısmı ürün ağaçlarıyla doğrudan ya da dolaylı yoldan ilişkili olacaktır. Bütünleştirmenin etkili olabilmesi için, ERP sisteminde ürün ağaçlarının etkin bir biçimde çalışması gerekmektedir. Ürün ağaçlarının istenen verileri üretememesi, ürün ağaçlarıyla bağlantılı tüm verilerin eksik üretilmesine sebep olacaktır. Ayrıca ürün ağaçlarının yetersiz olması, diğer sistemlerden sağlanacak verilerin ERP sisteminde karşılık bulamamasına sebep olabilir. Bu durumun engellenenilmesi için bütünleştirme çalışmaları ürün ağacı odaklı gerçekleştirilmiştir.

6.2. Ürün Ağacı Odaklı Bütünleştirme

Ürün ve işlemlerdeki esnekliğin modellenmesinde kullanılan dinamik ürün ağaçları üründeki her olası değişimi veri olarak içeren veya içerebilen bir yapıda tasarlandığından yüksek miktarda veri içermektedir. Verilerin arasında bağantılar karmaşıktır ve tanımlanması uzun sürmektedir. Bu sebeple ürün ağaçlarında ihtiyaç duyulan verilerin başka sistemlerden sağlanması veya belirli kurallar dahilinde üretilmesi dinamik ürün ağaçlarının çalıştırılabilmesi için temel bir ihtiyaçtır. Örneğin; tezde örnek olarak verilen sehpa ürün ağacı 3 seviyeli 3 yarı mamul (2'si alternatif malzeme) 6 hammadde ve bir de üründen oluşmaktadır. Fakat sehpa üretiminde kullanılacak rota, alternatif makinalar, ürün özellikleri, yarı mamul ve hammadelerin ürün özelliklerine bağlı olarak oluşacak özellikeri, makina ve mazlemeye bağlı oluşacak üretim zamanları gibi veriler düşünüldüğünde, toplamda 10 kalem malzeme içeren sehpa için yaklaşık 200 veriden ve bu veriler arasındaki bağlantıdan söz etmek mümkündür. Yüksek miktardaki bu verinin bir kısmı sistematik bir yaklaşım ile oluşturulabilir. Örneğin sehpanın tabla rengi aslında üst

tablada kullanılan suntalamin rengi olduğu için, sehpanın tabla rengi özelliği de, sehpanın üst tablasının tabla rengi özelliği de aslında suntalamin rengidir. Dolayısıyla sehpadan üst tablaya, üst tabladan da suntalame tabla renginin aktarımı otomatikleştirilebilir. Bunun dışında, en, boy ve bazı ürün özellikleri CAD/CAM sisteminden sağlanabilir. Fakat ürün ağaçlarının ihtiyaç duyduğu tüm veriler sistematik biçimde oluşturulamayabilir. Ürün ağacı verilerinin bir kısmına elle müdahalede bulunmak zorunda kalınabilir. Bu durumda, elle oluşturulmuş verilerin de sisteme aktarılabilmesi gerekmektedir.

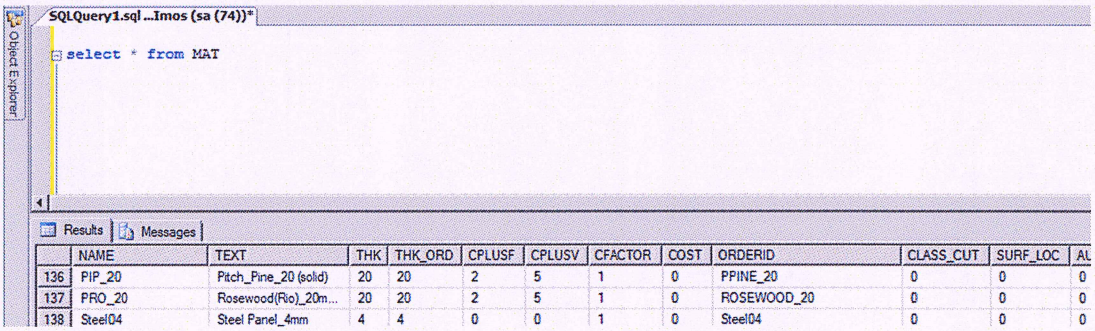
Veriler sisteme aktarılmaya başlandığında, veriler oluşturulurken yapılan mantık hataları ve verilerin ERP sistemindeki verilerle eşleşememesi hem aktarım hatalarına sebep olur hem de sistemin yanlış çalışmasına sebep olabilir. Bu durumu önlemek için aktarılacak veriler ara tablolara alınmakta ve verilerin doğruluğu kontrol edilmektedir. Hatalar tablolara uygulanan filtrelerle kontrol edilmektedir. Eğer aktarım uygun görülürse veriler aktarılmaktadır. Veri aktarımı yapılırken kontrol işleminin mutlaka yapılması ve verilerde hata olmadığından emin olunması gerekmektedir. Çünkü ERP sistemi çalışma esnasında çok fazla veri ile işlem yaptığı için verilerden kaynaklanan bir hatanın bulunması çok zor olabilir. Bu açıdan düşünüldüğünde hataların baştan giderilmesinin maliyeti daha düşük olacaktır. Veriler birbirine bağlı olduğu için, yanlış veriler kullanılarak üretilen verileri değiştirmek ya düzeltmek çok zor olabilir.

Aktarım yapılırken izlenecek yol kurulan bütünleşik yapının başarısını ve sürdürülebilirliliğini doğrudan etkileyecek faktörlerden biridir. Özellikle aktarılacak veriler arasında birbiriyle bağlantılı olanların aktarım sırasına dikkat edilmelidir. Tezde, dinamik bütünleştirmenin sağlanabilmesi için;

1. Stok kartlarının aktarımı,
2. Stok özelliklerinin belirlenmesi ve aktarımı,
3. Mamul, yarı mamul ve hammadde seviyelerinin belirlenmesi (Ürün ağacı aktarımı),
4. Ham madde özelliklerinin üst seviyelere atanması,
5. Ürünler için çeşitlerin üretilmesi,
6. Ürün ağacı formülasyonu,
7. Barkod için formüllerin oluşturulması adımları izlenmiştir.

6.3. Stok kartlarının aktarımı

Stok kartları bütünleştirmenin otomatik hale gelmesi, ERP sisteminde üretimden önce, alımların ve satışların yapılabilmesi için gereklidir. Mühendislik bölümünün üründe yaptığı değişiklikler CAD sisteminden CAM sistemine aktarılıp, CAM sisteminde tanımlandığı için CAM sistemine yeni bir stok girildiğinde stok kartı ERP sisteminde otomatik açılmalıdır. Stok kartları ERP sistemlerinde, detaylarına bağlı olarak, birden fazla tabloda tutulabilir, ama CAM sistemlerinde genellikle stokların bağlı olduğu başka tablolar yoktur. Örneğin Imos yazılımında malzemeler "MAT" tablosunda, Lantek yazılmında ise "PPRR_PPRR_00000100" tablosunda saklanmaktadır. Bu tablolar malzemelerin en, boy, renk ve kalınlık gibi fiziksel özelliklerini de içermektedirler. Şekil 6.1'de Imos programının "MAT" tablosundaki verilerin bir kısmı görülmektedir. Imos stok verilerini, stok kartı gibi genel bir yapı ile takip etmek yerine stokları gruplandırmıştır. Her grup ayrı tablolardan takip edilmektedir. Örneğin Ürün ağacını oluşturan yarı mamul ve mamuller ayrı bir tabloda, malzemeler ayrı bir tabloda ve aksesuarlar ayrı bir tabloda tutulmaktadır. Tüm bu tablolar birleştirilip tek bir tablo haline getirildiğinde tüm stokların verilerine ulaşılabilir. Ulaşılan verilerin otomatik olarak aktarılamadığı durumlarda ise, veriler ERP sisteminin (Gusto'nun) kendi aktarım sistemine kaynak olarak sağlanmaktadır. ERP sistemleri stok kartları gibi genel yapıların çeşitli kaynaklardan aktarımını genellikle desteklemektedir. Böylelikle, ERP'de stok kartı açma işlemi çok emek harcanmadan tamamlanmış olacaktır.



	NAME	TEXT	THK	THK_ORD	CPLUSF	CPLUSV	CFACTOR	COST	ORDERID	CLASS_CUT	SURF_LOC	AL
136	PIP_20	Pitch_Pine_20 (solid)	20	20	2	5	1	0	PPINE_20	0	0	0
137	PRO_20	Rosewood(Rio)_20m...	20	20	2	5	1	0	ROSEWOOD_20	0	0	0
138	Steel04	Steel Panel_4mm	4	4	0	0	1	0	Steel04	0	0	0

Şekil 6.1. Imos Yazılımı "MAT" Tablosu

6.4. Stok Özelliklerinin Aktarımı

Stokların özellikleri ise yazılımda tanımlanan ve tablolarda sütun olarak yer alan, verilerden açıklama alanlarından elde edilebilir. Açıklama alanları, Lantek'te malzemelerin tablosunda yer alırken, Imos'ta sadece ürün ve yarı mamullerin tablosundan kullanılabilir.

ERP'ye aktarılan stokların özellikleri ise tablolarda tanımlı olan sütunlardan ve açıklama alanlarına girilen verilerden elde edilebilir. Böylelikle, malzemenin stok kodu ve özelliklerinin yan yana listelemesiyle oluşturulacak bir görünüm (view) ya da Excel dosyasından aktarım gerçekleştirilebilir. Çalışmanın uygulamasının yapıldığı Nexoff firmasının ürün özellikleri için hazırladığı Excel dosyası Şekil 6.2'de görülmektedir.

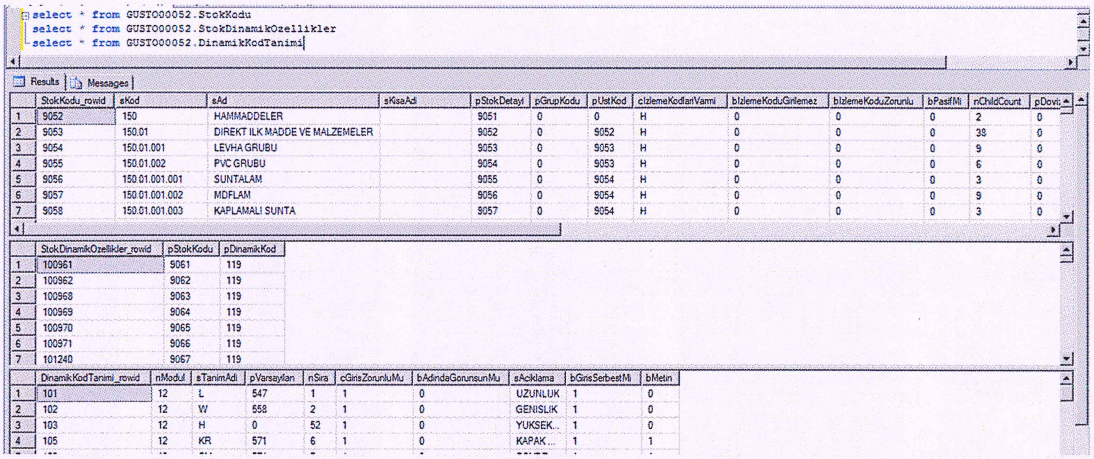
GURUP / PARCA ADI	URUN KODU / STOK KODU YENI KODLAR	DINAMIK OZELLIK												
		DINAMIK-1	DINAMIK-2	DINAMIK-3	DINAMIK-4	DINAMIK-5	DINAMIK-6	DINAMIK-7	DINAMIK-8	DINAMIK-9	DINAMIK-10	DINAMIK-11	DINAMIK-12	DI
MASA SOL ETAJERLI	152.01.001.057.002.01	L	W	TR	P1	PRDRNK	P2	GV	P3	KLPRNK	P4	D	KM	MR
UST TABLA KOMPLESI	151.01.001.011.057.01	L	W	TR	P1									
UST TABLA UST	151.02.001.031.057.01	L	W	TR										
SUNTALAM 18 MM	150.01.001.001.018													
UST TABLA ALT	151.02.001.014.057.01	L	W	TR										
SUNTALAM 30 MM	150.01.001.001.030													
52*1 MM PVC	150.01.002.003.052													
AYAK KOMPLESI SAG (SOL ETAJERLI)	151.01.001.084.057.01	L	W	AR	MR									
DIS KAPAMA	151.02.001.150.057.01	L	W	AR										
MDFLAM 4 MM	150.01.001.002.004													
IC KAPAMA	151.02.001.154.057.01	L	W	AR										
MDFLAM 4 MM	150.01.001.002.004													
AYAK KAFES PARCALARI (SOL ETAJERLI)	151.02.001.116.057.01	L	W	AR										
UST ALT MDF	151.03.001.143.057.01	L	W	AR										
MDFLAM 30 MM	150.01.001.002.030													
ORTA MDF	151.03.001.139.057.01	L	W	AR										
MDFLAM 30 MM	150.01.001.002.030													
ON UZUN MDF	151.03.001.137.057.01	L	W	AR										
MDFLAM 30 MM	150.01.001.002.030													
ARKA UZUN MDF	151.03.001.107.057.01	L	W	AR										
MDFLAM 30 MM	150.01.001.002.030													

Şekil 6.2. Malzemelerin Özellikleri

Şekildeki TR, P1 ve AR gibi kısaltmalar ERP sisteminde (Gusto) tanımlanmış olan ürün özellikleridir. Aynı liste Imos yazılımında açıklama alanlarına girilen özelliklerin isimleri sorgulanarak elde edilebilir. Fakat işletmede, Imos yazılımında yeterli veri olmayışı sebebiyle bu veriler Excel'de pratik bir biçimde düzenlenmiştir.

Özelliklerin aktarılacağı Gusto yazılımında stok kartları ile ürün özellikleri "StokDinamikOzellikler" tablosu üzerinden çoka çok ilişki ile bağlanmıştır. Şekil 6.3'te görüldüğü gibi "StokDinamikOzellikler" tablosu pStokKodu sütununda "StokKodu"

tablosuna ait birincil anahtarı, pDinamikKod sütununda da "DinamikKodTanimi" tablosunun birincil anahtarı saklanmaktadır.



```
select * from GUST000052.StokKodu
select * from GUST000052.StokDinamikOzellikler
select * from GUST000052.DinamikKodTanimi
```

Results | Messages

	StokKodu_rowid	sKod	sAd	sKisaAd	pStokDetayi	pGrupKodu	pUstKod	cIzlemeKodlariVarmi	bIzlemeKoduGirilemez	bIzlemeKoduZorunlu	bPasifMi	nChildCount	pDovi
1	9052	150	HAMMADDELER		9051	0	0	H	0	0	0	2	0
2	9053	150.01	DIREKT ILK MADDE VE MALZEMELER		9052	0	9052	H	0	0	0	38	0
3	9054	150.01.001	LEVHA GRUBU		9053	0	9053	H	0	0	0	9	0
4	9055	150.01.002	PVC GRUBU		9054	0	9053	H	0	0	0	6	0
5	9056	150.01.001.001	SUNTALAM		9055	0	9054	H	0	0	0	3	0
6	9057	150.01.001.002	MDFLAM		9056	0	9054	H	0	0	0	9	0
7	9058	150.01.001.003	KAPLAMALI SUNTA		9057	0	9054	H	0	0	0	3	0

	StokDinamikOzellikler_rowid	pStokKodu	pDinamikKod
1	100961	9061	119
2	100962	9062	119
3	100968	9063	119
4	100969	9064	119
5	100970	9065	119
6	100971	9066	119
7	101240	9067	119

	DinamikKodTanimi_rowid	nModul	sTanimAdi	pVarsayilan	nSira	cGirisZorunluMu	bAdindaGorunsunMu	sAciklama	bGirisSerbestMi	bMetin
1	101	12	L	547	1	1	0	UZUNLUK	1	0
2	102	12	W	558	2	1	0	GENISLIK	1	0
3	103	12	H	0	52	1	0	YUKSEK...	1	0
4	105	12	KR	571	6	1	0	KAPAK...	1	1

Şekil 6.3. Stok Kodları, Dinamik Özellikler ve Bağlantıları

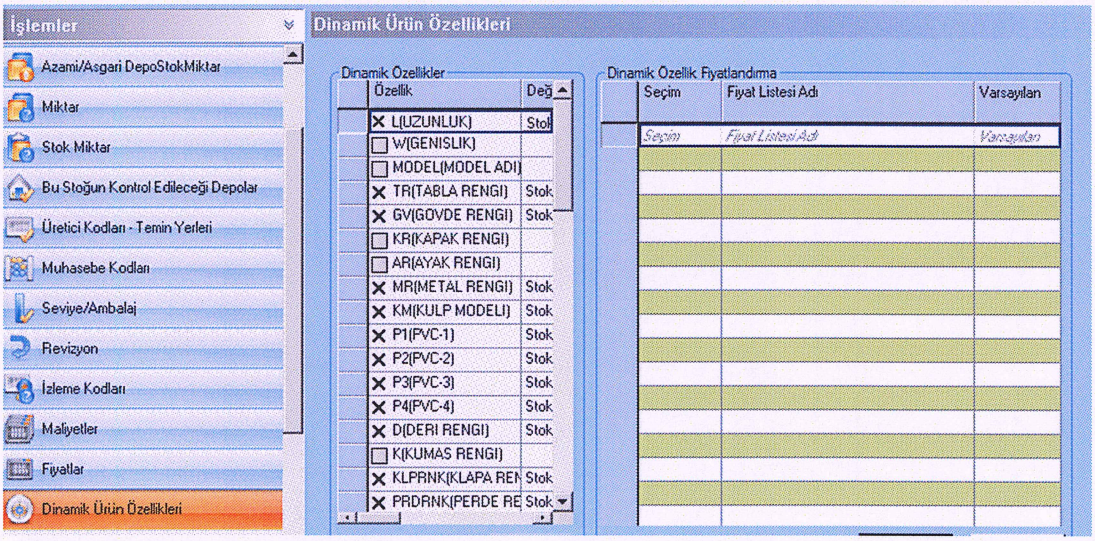
Dolayısıyla, stok kartlarına özellik atama işlemi "StokDinamikOzellikler" tablosuna ilgili stok kartının ve ilgili özellik tanımlarının birincil anahtar değerlerinin girilmesi ile gerçekleşmektedir.

Stok özellikleri seçilirken aşağıdaki adımlar takip edilir;

1. Stokları ve özelliklerini veri kaynağından oku ve T değişkenine aktar.
2. r=0
3. Stok kodu=$T_{r,0}$
4. c=1
5. Eğer $T_{r,c}$ boş değilse Özellik=$T_{r,c}$
6. Stok kodunun ve özelliğinin birincil anahtar değerleri ile r ve c indislerini geçici tabloya ekle.
7. c'yi bir artır.
8. Eğer c T matrisindeki sütun sayısından küçükse 5. adıma git.
9. Geçici tabloda stok kodu birincil anahtarı veya özellik birincil anahtarı boş olmayan (ERP'de karşılığı olmayan) kayıtları ERP sistemine ekle.

10. Geçici tabloda stok kodu birincil anahtarı veya özellik birincil anahtarı boş olan kayıtları listele.

Her ürün farklı sayıda özelliğe sahip olacağından, okunan veri kaynağında, stok kodunun yanında en çok özelliğe sahip ürünün özelliklerinin sayısı kadar sütun olacaktır. Bu sebeple, daha az özelliğe sahip ürünlerde özellik sayılarının arasındaki fark kadar boş sütun bulunmaktadır. Bu sebeple boş sütunlar değerlendirmeye alınmamaktadır. Veri olan sütunlardan okunan değerler ERP veri tabanı ile karşılaştırılıp geçici tabloya girilmektedir. Veri kaynağındaki bir verinin ERP'de olmaması verinin birincil anahtar değerinin boş gelmesine sebep olmaktadır. Bundan dolayı, geçici tabloda boş veri içermeyen satırlardaki birincil anahtarlar "StokDinamikOzellikler" tablosuna aktarılır. Aktarım esnasında eğer bir özellik daha önceden seçilmişse tekrar seçilmez. Aktarım tamamlandıktan sonra stok özellikleri ERP sisteminde seçilmiş olacaktır. Şekil 6.2'de özellikleri verilen masanın ERP sisteminde seçilen özellikleri Şekil 6.4'te görülmektedir.



Şekil 6.4. Seçilen Stok Özellikleri

Aktarılamayan stok özellikleri ise ayrıca listelenecektir. Böylelikle, eğer boş veri içeren satırlar varsa, satırlar ise r ve c indisleri ile takip edilerek hatalar giderilecek ve kalan veriler tekrar aktarım işlemine tabi tutulacaktır.

6.5. Ürün Ağaçlarının Aktarımı

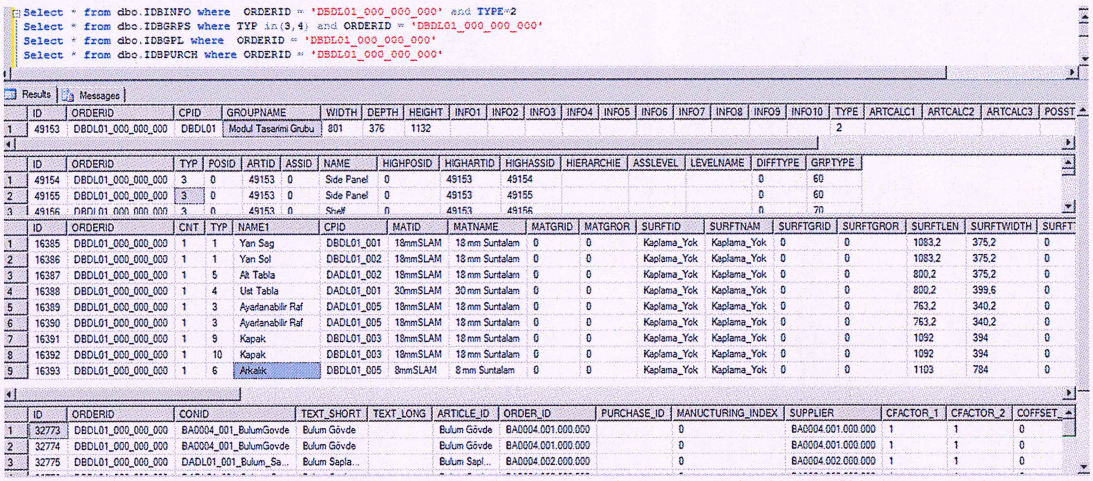
Ürün ağaçları ürünün yapısal modelini ortaya koyduğu için ürün ağaçlarındaki değişikliklerin ERP sistemine anlık olarak yansıtılması gerekmektedir. Ürünün üretimi ürün ağaçlarına göre yapılacağı için, değişikliklerin planlara yansıtılabilmesi ve sistemden doğru raporların alınabilmesi ürün ağaçlarının güncellenmesine bağlıdır. ERP sisteminin içinde, bağlantılı olduğu veriler sebebiyle, merkezi bir pozisyonda olan ürün ağaçları çevrimiçi çalışan ERP sisteminin en aktif bileşenlerinden biridir. Bu sebeple, ürün ağaçları sürekli güncel olması gereken yapılardan biridir. Ürün ağacındaki değişikliklerin ERP sistemine hızlıca yansıtılması için ürün ağaçlarının son hallerinin CAD sisteminden ERP sistemine çevrimiçi aktarım olması gerekmektedir. Fakat CAD sistemindeki ürün ağacı yapısı ile ERP sistemindeki ürün ağacı mantığı ve yapısı her zaman paralel olmayacağı için ERP'de oluşması istenen ürün ağacı CAD'deki ürün ağacından bire bir kopyalanamaz. Bu sebeple, CAD programından sağlanan ürün ağacının ERP sistemine istenen yapıda aktarılabilmesi için, önce CAD sisteminden sağlanan ürün ağacının kullanıcılar tarafından düzenlenip daha sonra aktarıma başlanması gerekmektedir.

Nexoff'ta kullanılan Imos programı ürün ağaçlarında kullanılan malzemeleri ürün, yarı mamul, malzeme, aksesuar ve bağlantı elemanları olmak üzere dört ayrı gruba ayırmaktadır. Malzeme grupları ayrı tablolarda tutulmakta ve çizime göre birbirlerine bağlanmaktadırlar. Imos'ta ürün tasarlanmadan önce ham maddeler ve en, boy, renk gibi hammadde özellikleri sisteme tanımlanmalıdır. Daha sonra yarı mamul, bağlantı ve aksesuar grubu çizim dosyaları Imos'a ayrı ayrı tanıtılır. Ardından ürün tanımlaması yapılır. Yarı mamuller diğer yarı mamullere ve tanımlanan ürüne bağlantı elemanları kullanarak bağlanır. Ürün tasarımını sonlandırmadan, yarı mamullere aksesuarlar da bağlanır ve ürün tasarımı sonlandırılır. Ürün tasarımı bittikten sonra ürün bileşenlerinin izleyeceği rotalar ve ürüne bağlı üretim zamanı türetmek için formüller tanımlanabilir. Imos programı da ürün çeşidi mantığıyla çalıştığı için, istenen ürünün özelliklerine bağlı olarak ürün bileşenlerinin özelliklerinin atanabilmesi için önce Imos içinde sipariş açılmalıdır. Sipariş açılırken, yazılım ürün özellikleri ile üretim zamanlarını hesaplar ve siparişle bağlantılı olarak veri tabanında "IDBINFO" tablosuna kaydeder. Bu tabloda tipi 2 olan kayıtlar ürüne ait kayıtlardır. Ürüne ait kayıtlardan ürünün birincil anahtar değeri elde

edildiğinde "IDBGRPS" tablosunda ürünün birincil anahtar değerine bağlı tipi 3 ve 4 olan kayıtlar listelenir. Bu kayıtlar ürünleri yarı mamullere ve yarı mamulleri de daha alt seviyedeki yarı mamullere bağlayan kayıtlardır. Listelenen kayıtların ürüne bağladığı yarı mamuller "IDBGPL" tablosunda saklanır. Bu tabloda yarı mamule ait en, boy, kalınlık, renk ve kullanıcının yapabileceği açıklamalar için alanlarla yarı mamulün üretiminde kullanılacak ham maddelere bağlantılar bulunur. Bu bağlantılardan ham maddelere ulaşıldığında, malzemelerin özellikleriyle birlikte, ürün ağacının tamamına ulaşılmış olur. Imos'tan ürün ağacını elde etmek için yapılacak işlemler aşağıdaki şekilde olacaktır;

1. Spiariş numarası seç
2. Sipariş numarasına bağlı ürünleri listele ve Ü dizisine aktar.
3. i=0
4. $Ü_i$'ye bağlı bağlantı satırlarını listele ve B dizisine aktar.
5. j=0
6. B_j'ye bağlı yarı mamulleri listele ve Y dizisine aktar.
7. k=0
8. Eğer Y_k'ya ait bağlantı satırı yoksa malzemeleri listele ve M dizisine aktar, eğer varsa A listesine ekle.
9. M dizisini ve Y_k'yı veri tabanında geçici tabloya aktar.
10. k'yı bir artır.
11. Eğer k Y'nin eleman sayısından küçükse 8. adıma git.
12. A listesini ve Y_k'yı geçici tabloya aktar.
13. Y dizisini temizle ve A dizisini Y dizisine aktar.
14. Eğer Y'nin eleman sayısı 0'dan büyükse 7. adıma git.
15. j'yi bir artır.
16. Eğer j B'nin eleman sayısından küçükse 6. adıma git.
17. i'yi bir artır
18. Eğer i Ü'nün eleman sayısından küçükse 4. adıma git.
19. Geçici tabloyu listele
20. Son

İşlemlerin yapılacağı tablolar örnek bir sipariş için filtrelenmiştir. Sorgu sırasına göre, şekil 6.5'te görülmektedir.



```
Select * from dbo.IDBINFO where ORDERID = 'DBDL01_000_000_000' and TYPE=2
Select * from dbo.IDBGRPS where TYP in(3,4) and ORDERID = 'DBDL01_000_000_000'
Select * from dbo.IDBGPL where ORDERID = 'DBDL01_000_000_000'
Select * from dbo.IDBPURCH where ORDERID = 'DBDL01_000_000_000'
```

Results | Messages

ID	ORDERID	CPID	GROUPNAME	WIDTH	DEPTH	HEIGHT	INFO1	INFO2	INFO3	INFO4	INFO5	INFO6	INFO7	INFO8	INFO9	INFO10	TYPE	ARTCALC1	ARTCALC2	ARTCALC3	POSST
1	49153	DBDL01_000_000_000	DBDL01	Modul Tasarımı Grubu	801	376	1132										2				

ID	ORDERID	TYP	POSID	ARTID	ASSID	NAME	HIGHPOSID	HIGHARTID	HIGHASSID	HIERARCHIE	ASSLEVEL	LEVELNAME	DIFFTYPE	GRPTYPE
1	49154	DBDL01_000_000_000	3	0	49153	0	Side Panel	0	49153	49154				0	60
2	49155	DBDL01_000_000_000	3	0	49153	0	Side Panel	0	49153	49155				0	60
3	49156	DBDL01_000_000_000	3	0	49153	0	Shelf	0	49153	49156				0	70

ID	ORDERID	CNT	TYP	NAME1	CPID	MATID	MATNAME	MATGRID	MATGROR	SURFTID	SURFTNAM	SURFTGRID	SURFTGROR	SURFTLEN	SURFTWIDTH	SURFT
1	16385	DBDL01_000_000_000	1	1	Yan Sag	DBDL01_001	18mmSLAM	18 mm Suntalam	0	0	Kaplama_Yok	Kaplama_Yok	0	0	1083,2	375,2	0
2	16386	DBDL01_000_000_000	1	1	Yan Sol	DBDL01_002	18mmSLAM	18 mm Suntalam	0	0	Kaplama_Yok	Kaplama_Yok	0	0	1083,2	375,2	0
3	16387	DBDL01_000_000_000	1	5	Alt Tabla	DADL01_002	18mmSLAM	18 mm Suntalam	0	0	Kaplama_Yok	Kaplama_Yok	0	0	800,2	375,2	0
4	16388	DBDL01_000_000_000	1	4	Ust Tabla	DADL01_001	30mmSLAM	30 mm Suntalam	0	0	Kaplama_Yok	Kaplama_Yok	0	0	800,2	399,6	0
5	16389	DBDL01_000_000_000	1	3	Ayarlanabilir Raf	DADL01_005	18mmSLAM	18 mm Suntalam	0	0	Kaplama_Yok	Kaplama_Yok	0	0	763,2	340,2	0
6	16390	DBDL01_000_000_000	1	3	Ayarlanabilir Raf	DADL01_005	18mmSLAM	18 mm Suntalam	0	0	Kaplama_Yok	Kaplama_Yok	0	0	763,2	340,2	0
7	16391	DBDL01_000_000_000	1	9	Kapak	DBDL01_003	18mmSLAM	18 mm Suntalam	0	0	Kaplama_Yok	Kaplama_Yok	0	0	1092	394	0
8	16392	DBDL01_000_000_000	1	10	Kapak	DBDL01_003	18mmSLAM	18 mm Suntalam	0	0	Kaplama_Yok	Kaplama_Yok	0	0	1092	394	0
9	16393	DBDL01_000_000_000	1	6	Arkalık	DBDL01_005	8mmSLAM	8 mm Suntalam	0	0	Kaplama_Yok	Kaplama_Yok	0	0	1103	784	0

ID	ORDERID	CONID	TEXT_SHORT	TEXT_LONG	ARTICLE_ID	ORDER_ID	PURCHASE_ID	MANUCTURING_INDEX	SUPPLIER	CFACTOR_1	CFACTOR_2	COFFSET_
1	32773	DBDL01_000_000_000	BA0004_001_BulumGovde	Bulum Gövde		Bulum Gövde	BA0004.001.000.000		0	BA0004.001.000.000	1	1	0
2	32774	DBDL01_000_000_000	BA0004_001_BulumGovde	Bulum Gövde		Bulum Gövde	BA0004.001.000.000		0	BA0004.001.000.000	1	1	0
3	32775	DBDL01_000_000_000	DADL01_001_Bulum_Sa...	Bulum Sapla...		Bulum Sapl...	BA0004.002.000.000		0	BA0004.002.000.000	1	1	0

Şekil 6.5. Imos Ürün Ağacı Tabloları

Ürün ağacı verileri bu tablolardan, malzeme özellikleriyle birlikte, geçici tabloya aktarıldığında Şekil 6.6'da görülen Excel dosyasındaki ürün ağacı tabloları oluşur. Oluşan bu Excel tabloları el ile değiştirilebilir ya da Imos'ta olmayan ürün ağaçları için yeni Excel dosyaları oluşturulabilir.

GURUP / PARCA ADI	URUN KODU / STOK KODU YENI KODLAR	GUSTOYA GORE BIRIMLE	KESIM LISTESI 220			220			KESIM LISTESI 240			240			KESIM LISTESI 260		
			BOY	EN	MIKTA	BOY	EN	MIKTA	BOY	EN	MIKTA	BOY	EN	MIKTA	BOY	EN	MIKTA
MASA SOL ETAJERLI	152.01.001.057.002.01	ADET				2580	1294	1				2706	1294	1			
UST TABLA KOMPLESI	151.01.001.011.057.01	ADET						1						1			
UST TABLA UST	151.02.001.031.057.01	ADET						1						1			
SUNTALAM 18 MM	150.01.001.001.018	M2	2250	1050	1	2198	998	1	2450	1050	1	2398	998	1	2650	1050	1
UST TABLA ALT	151.02.001.014.057.01	ADET						1						1			
SUNTALAM 30 MM	150.01.001.001.030	M2	2250	1050	1	2198	998	1	2450	1050	1	2398	998	1	2650	1050	1
5241 MM PVC	150.01.002.003.052	M				6983		1				6383		1			
AYAK KOMPLESI SAG (SOL ETAJERLI)	151.01.001.084.057.01	ADET						1						1			
DIS KAPAMA	151.02.001.150.057.01	ADET						1						1			
MDFLAM 4 MM	150.01.001.002.004	M2	1040	660	1	985	625	1	1040	660	1	985	625	1	1040	660	1
IC KAPAMA	151.02.001.154.057.01	ADET						1						1			
MDFLAM 4 MM	150.01.001.002.004	M2	1040	660	1	989	625	1	1040	660	1	989	625	1	1040	660	1
AYAK KAFES PARCALARI (SOL ETAJERLI)	151.02.001.116.057.01	ADET						1						1			
UST ALT MDF	151.03.001.143.057.01	ADET						2						2			
MDFLAM 30 MM	150.01.001.002.030	M2	950	875	0,5	940	283	1	950	875	0,5	940	283	1	950	875	0,5
ORTA MDF	151.03.001.139.057.01	ADET						1						1			
MDFLAM 30 MM	150.01.001.002.030	M2	950	875	0	880	282	1	950	875	0	880	282	1	950	875	0
ON UZUN MDF	151.03.001.137.057.01	ADET						1						1			
MDFLAM 30 MM	150.01.001.002.030	M2	950	875	0	80	565	1	950	875	0	80	565	1	950	875	0
ARKA UZUN MDF	151.03.001.107.057.01	ADET						1						1			

Şekil 6.6. Ürün Ağacı Dosyaları

Düzenlenen ve oluşturulan tüm Excel dosyaları veritabanında başka bir dosyada bütünleştirilerek ERP sisteminin ihtiyaç duyduğu aktarım dosyası, Şekil 6.7'de görüldüğü gibi ERP sisteminin aktarım yapabileceği biçimde hazırlanmış olur.

```
/****** Script for SelectTopNRows command from SSMS  ******/
SELECT [dosya],[s1], [s2], [s3], [s4], [s5], [s6], [s7], [s8], [ust], [sKod], [esKod], [concept], [sAd], [sev] [seviye], [birim], [en], [boy],
[miktar]  FROM [Gusto].[dbo].[agac] where concept<>'' order by dosya,ord,id
```

Results | Messages

	dosya	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	ust	sKod	esKod	concept	sAd	seviye	birim	en	boy	miktar
1...	MASA.xls	1								NULL	152.01.001.057.001.01		TROPIC	MASA SAG ETAJERLI	152	ADET	1294	2500	1
1...	MASA.xls		2							152.01.001.057.001.01	151.01.001.011.057.01		TROPIC	UST TABLA KOMPLESI	151	ADET			1
1...	MASA.xls			3						151.01.001.011.057.01	151.02.001.031.057.01		TROPIC	UST TABLA UST	151	ADET			1
1...	MASA.xls				4					151.02.001.031.057.01	150.01.001.001.018		TROPIC	SUNTALAM 18 MM	150	M2	998	2198	1
1...	MASA.xls			3						151.01.001.011.057.01	151.02.001.014.057.01		TROPIC	UST TABLA ALT	151	ADET			1
1...	MASA.xls				4					151.02.001.014.057.01	150.01.001.001.030		TROPIC	SUNTALAM 30 MM	150	M2	998	2198	1
1...	MASA.xls			3						151.01.001.011.057.01	150.01.002.003.052		TROPIC	52*1 MM PVC	150	M		5983	1
1...	MASA.xls		2							152.01.001.057.001.01	151.01.001.084.057.02		TROPIC	AYAK KOMPLESI SOL (SAG E...	151	ADET			1
1...	MASA.xls			3						151.01.001.084.057.02	151.02.001.150.057.01		TROPIC	DIS KAPAMA	151	ADET			1
1...	MASA.xls				4					151.02.001.150.057.01	150.01.001.002.004		TROPIC	MDFLAM 4 MM	150	M2	625	985	1
1...	MASA.xls			3						151.01.001.084.057.02	151.02.001.154.057.01		TROPIC	IC KAPAMA	151	ADET			1
1...	MASA.xls				4					151.02.001.154.057.01	150.01.001.002.004		TROPIC	MDFLAM 4 MM	150	M2	625	989	1
1...	MASA.xls			3						151.01.001.084.057.02	151.02.001.116.057.02		TROPIC	AYAK KAFES PARCALARI (S...	151	ADET			1
1...	MASA.xls				4					151.02.001.116.057.02	151.03.001.143.057.01		TROPIC	UST ALT MDF	151	ADET			2
1...	MASA.xls					5				151.03.001.143.057.01	150.01.001.002.030		TROPIC	MDFLAM 30 MM	150	M2	283	940	1
1...	MASA.xls				4					151.02.001.116.057.02	151.03.001.139.057.01		TROPIC	ORTA MDF	151	ADET			1
1...	MASA.xls					5				151.03.001.139.057.01	150.01.001.002.030		TROPIC	MDFLAM 30 MM	150	M2	262	880	1
1...	MASA.xls				4					151.02.001.116.057.02	151.03.001.137.057.01		TROPIC	ON UZUN MDF	151	ADET			1
1...	MASA.xls					5				151.03.001.137.057.01	150.01.001.002.030		TROPIC	MDFLAM 30 MM	150	M2	565	80	1
1...	MASA.xls				4					151.02.001.116.057.02	151.03.001.107.057.01		TROPIC	ARKA UZUN MDF	151	ADET			1
1...	MASA.xls					5				151.03.001.107.057.01	150.01.001.002.030		TROPIC	MDFLAM 30 MM	150	M2	565	55	1
1	MASA.xls				4					151.02.001.116.057.02	151.03.001.136.057.01		TROPIC	ON KISA MDF	151	ADET			2

Şekil 6.7. Bütünleştirilen Ürün Ağacı Dosyaları

Veri tabanında bütünleştirilen bu veriler aktarım işleminden sonra ERP sistemindeki ürün ağaçlarıyla karşılaştırılır ve aktarımda bir eksiklik olup olmadığı anlaşılır. Bütünleştirilen verilerin doğruluğu ise verilerin satır sayısının CAD sistemi ile uyuşup uyuşmadığı kontrol edilerek anlaşılır.

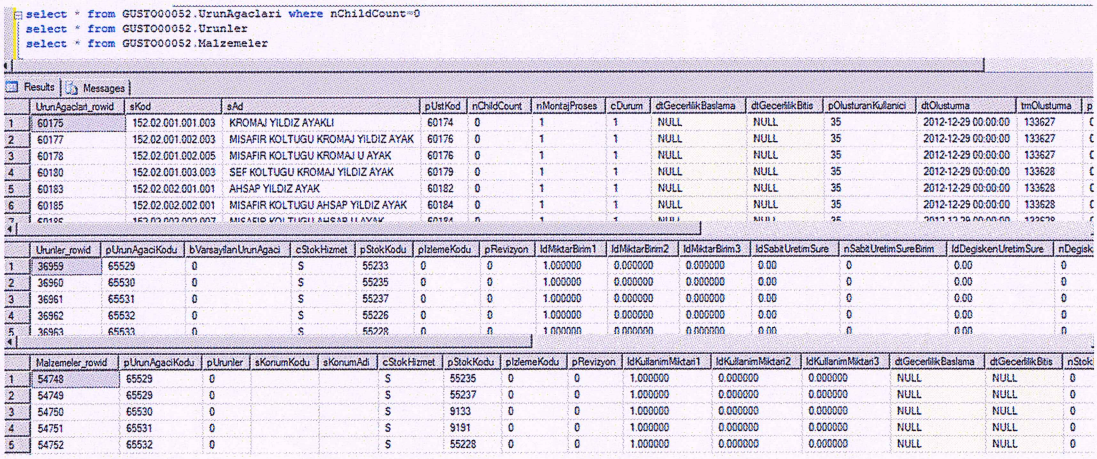
6.6. Ham Madde Özelliklerinin Üst Seviyelere Atanması

Ürünler özelliklerini, ürünün üretilmesinde kullanılan hammaddelerden aldıkları için müşterinin sipariş esnasında belirttiği ürün özellikleri ürünlerde kullanılan ham maddelerin özellikleri olduğu için ürünlerin özellikleri de hammaddelerin özelliklerinden çok daha farklı olmayacaktır. Çünkü ürüne atanacak özellikler, en alt seviyede, hammaddelerin özelliklerini belirleyecektir. Bu sebeple, ürünün tüm bileşenlerinin özelliklerinin tanımlanıp aktarılması yerine, sadece hammaddelerin özellikleri tanımlanıp, özellikler daha üst seviyedeki bileşenlere otomatik aktarılabilir. Fakat bu yapıda ürün bileşenlerinin benzer özelliklere sahip hammaddelerden oluşmaması gerekir. Örneğin; bir üründe suntalam içeren birden fazla bileşen varsa ürüne atanacak suntalam renginin hangi bileşene ait olduğu belli olmayacaktır. Bu bileşenler birbirlerinden farklı renklerde olabilecekleri için sadece bir suntalam rengi yetersiz olacaktır. Ürüne her bileşen için bir suntalam rengi atansa, rengi aynı olan bileşenler için fazladan seçim yapmak zorunda kalınacaktır. Bu sebeple üst seviyelere özellik aktarımı yapıldıktan sonra bileşenlere aktarılan tüm özellikler

kontrol edilip elle düzeltilmelidir. Eğer 2. adımdaki stok özelliklerinin aktarılması esnasında ürünün tüm bileşenlerinin özellikleri tanımlanmışsa bu aşamaya gerek yoktur.

Ürün özellikleri üründen hammaddeye doğru aktarılacağı için, bir ürün bileşenine atanacak özellikler bileşenin bir alt seviyesindeki tüm malzemelerin özellikleri olmalıdır. Ürün bileşenlerinin seviyeleri de ürün ağaçlarından anlaşılabileceği için, bu aşamanın çalışabilmesi için ürün ağaçlarının aktarılmış olmasına bağlıdır. ERP sisteminin ürün ağaçları, ürünler, malzemeler ve bu iki yapıyı birbirine bağlamaya yarayan ürün ağaçlarından oluşmaktadır.

Şekil 6.8'de görüldüğü gibi, ürün ağacının kodu, adı ve diğer bilgilerinin yanı sıra, ürün kodu ve malzeme kodu girilen iki bölümü vardır. Bu bölümlerde üretilecek ürünlerin stok kartları ile ürünün üretilmesinde kullanılacak malzemelerin stok kartları seçilmektedir. Ürün ağaçları seviyelendirilirken ürün ağacının malzemeler tablosundaki stoklar ürün ağacının ürünler tablosunda aranır. Eğer malzemelerde bulunan bir stok ürünler tablosunda yoksa o malzeme ham maddedir. Eğer varsa, o stok yarı mamuldür. Aynı işlem bulunan stoğun ürün ağacında tekrarlanır. Hammadde özellikleri ürüne atanacağı için seviyeler hammaddeden ürüne doğru aranacaktır.



```
select * from GUST000052.UrunAgaclari where nChildCount=0
select * from GUST000052.Urunler
select * from GUST000052.Malzemeler
```

Results | Messages

	UrunAgaclari_rowid	sKod	sAd	pUstKod	nChildCount	nMontajProses	cDurum	dtGecerlilikBaslama	dtGecerlilikBitis	pOlusturanKullanici	dtOlusturma	tmOlusturma
1	60175	152.02.001.001.003	KROMAJ YILDIZ AYAKLI	60174	0	1	1	NULL	NULL	35	2012-12-29 00:00:00	133627
2	60177	152.02.001.002.003	MISAFIR KOLTUGU KROMAJ YILDIZ AYAK	60176	0	1	1	NULL	NULL	35	2012-12-29 00:00:00	133627
3	60178	152.02.001.002.005	MISAFIR KOLTUGU KROMAJ U AYAK	60176	0	1	1	NULL	NULL	35	2012-12-29 00:00:00	133627
4	60180	152.02.001.003.003	SEF KOLTUGU KROMAJ YILDIZ AYAK	60179	0	1	1	NULL	NULL	35	2012-12-29 00:00:00	133628
5	60183	152.02.002.001.001	AHSAP YILDIZ AYAK	60182	0	1	1	NULL	NULL	35	2012-12-29 00:00:00	133628
6	60185	152.02.002.002.001	MISAFIR KOLTUGU AHSAP YILDIZ AYAK	60184	0	1	1	NULL	NULL	35	2012-12-29 00:00:00	133628

	Urunler_rowid	pUrunAgaciKodu	bVareaylanUrunAgaci	cStokHizmet	pStokKodu	pIzlemeKodu	pRevizyon	fdMiktarBirim1	fdMiktarBirim2	fdMiktarBirim3	fdSabitUretimSure	nSabitUretimSureBirim	fdDegiskenUretimSure	nDegisk
1	36959	65529	0	S	55233	0	0	1.000000	0.000000	0.000000	0.00	0	0.00	0
2	36960	65530	0	S	55235	0	0	1.000000	0.000000	0.000000	0.00	0	0.00	0
3	36961	65531	0	S	55237	0	0	1.000000	0.000000	0.000000	0.00	0	0.00	0
4	36962	65532	0	S	55226	0	0	1.000000	0.000000	0.000000	0.00	0	0.00	0
5	36963	65533	0	S	55228	0	0	1.000000	0.000000	0.000000	0.00	0	0.00	0

	Malzemeler_rowid	pUrunAgaciKodu	pUrunler	sKonumKodu	sKonumAdi	cStokHizmet	pStokKodu	pIzlemeKodu	pRevizyon	fdKullanimMiktari1	fdKullanimMiktari2	fdKullanimMiktari3	dtGecerlilikBaslama	dtGecerlilikBitis	nStok
1	54748	65529	0			S	55235	0	0	1.000000	0.000000	0.000000	NULL	NULL	0
2	54749	65529	0			S	55237	0	0	1.000000	0.000000	0.000000	NULL	NULL	0
3	54750	65530	0			S	9133	0	0	1.000000	0.000000	0.000000	NULL	NULL	0
4	54751	65531	0			S	9191	0	0	1.000000	0.000000	0.000000	NULL	NULL	0
5	54752	65532	0			S	55228	0	0	1.000000	0.000000	0.000000	NULL	NULL	0

Şekil 6.8. ERP Sisteminde Ürün Ağacı Tabloları

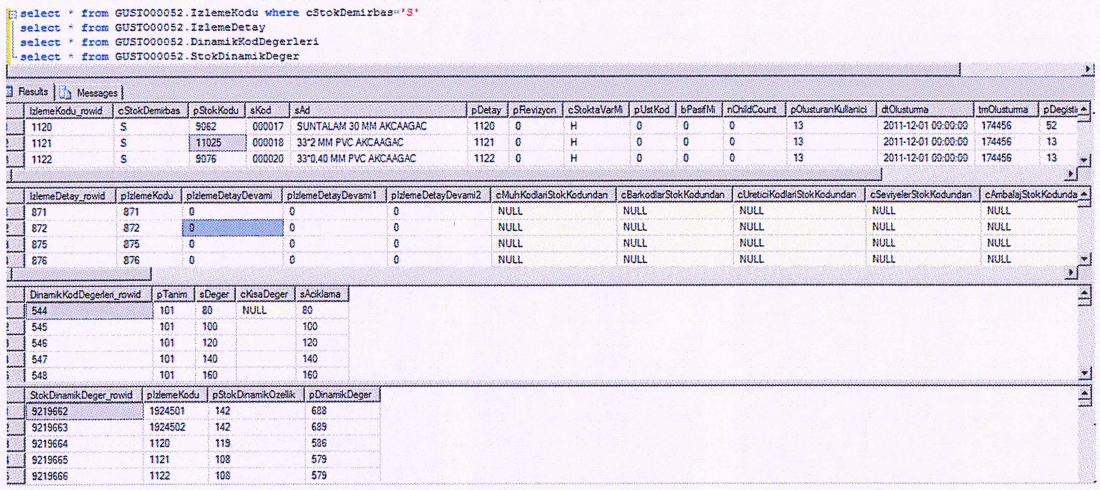
ERP sisteminde hammadde özelliklerinin üst seviyelere atanma işlemi aşağıdaki şekilde gerçekleşir;

1. Ürünler tablosunda stok kaydı bulunmayan, fakat malzemeler tablosunda bulunan ürün ağaçlarının listele ve M dizisine aktar.
2. i=0
3. Ürün ağacınıa bağlı ürünler tablosundaki ürünü Ü değişkenine aktar.
4. Mi'nin özelliklerini listele ve O dizisine aktar.
5. j=0
6. Eğer her hammaddeni özelliği ürüne ayrıca eklenecekse Oj ve Mi'ye bağlı olarak atanacak özelliği türet ve özelliği G geçici değişkenine ata.
7. Değilse Oj'yi G geçici değişkenine ata.
8. G değişkenindeki özelliği Ü'ye ata.
9. j'yi bir artır.
10. Eğer j O dizisinin eleman sayısından küçükse 6. adıma git.
11. i'yi bir artır.
12. Eğer i M dizisinin eleman sayısından küçükse 3. adıma git.

6.7. Ürünler için Çeşitlerin Üretimi

ERP sistemi siparişi açılan her ürünün ya da ürün bileşeninin alt seviyeleri için çeşitlleri otomatik türetmektedir. Fakat siparişi açılan ürün veya ürün bileşenlerinin çeşitleri otomatik türetmektedir. Fakat siparişi açılan ürün veya ürün bileşenlerinin çeşitleri kullanıcı tarafından seçilmesi gerekmektedir. Ürün çeşitlerinin kullanıcı tarafından türetilmesi hem iş yükü oluşturmakta hem de kullanıcının yapabileceği bir hata ürünün yanlış üretilmesine sebep olacaktır. Bunun önüne geçilebilmesi için katalogdaki ürünlerin çeşitleri otomatik türetilmiştir.

ERP sisteminde türetilen çeşitler, Şekil 6.9'da görülen "IzlemeKodu", "IzlemeDetay", "DinamikKodDeğerleri" ve "StokDinamikDeger" tabloları ile Şekil 6.3'te görülen "StokKodu" ve "StokDinamikOzellikler" tabloları kullanılmaktadır. Çeşitler stok kartlarına bağlı türetileceği için "StokKodu" tablosundan çeşit türetilecek stoğun birincil anahtar değeri sağlanır. Bu değer kullanılarak "StokDinamikOzellikler" tablosundan ürünün özellikleri (birincil anahtar değerleri) elde edilir.



```
select * from GUSTO00052.IzlemeKodu where cStokDemirbas='S'
select * from GUSTO00052.IzlemeDetay
select * from GUSTO00052.DinamikKodDegerleri
select * from GUSTO00052.StokDinamikDeger
```

Results | Messages

IzlemeKodu_rowid	cStokDemirbas	pStokKodu	sKod	sAd	pDetay	pRevizyon	cStoktaVarMi	pUstKod	bPasifMi	nChildCount	pOlusturanKullanici	dtOlusturma	tmOlusturma	pDegisti
1120	S	9062	000017	SUNTALAM 30 MM AKCAAGAC	1120	0	H	0	0	0	13	2011-12-01 00:00:00	174456	52
1121	S	11025	000018	33*2 MM PVC AKCAAGAC	1121	0	H	0	0	0	13	2011-12-01 00:00:00	174456	13
1122	S	9076	000020	33*0,40 MM PVC AKCAAGAC	1122	0	H	0	0	0	13	2011-12-01 00:00:00	174456	13

IzlemeDetay_rowid	pIzlemeKodu	pIzlemeDetayDevami	pIzlemeDetayDevami1	pIzlemeDetayDevami2	cMuhKodlariStokKodundan	cBarkodlarStokKodundan	cUreticiKodlariStokKodundan	cSeviyelerStokKodundan	cAmbalajStokKodunda
871	871	0	0	0	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
872	872	0	0	0	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
875	875	0	0	0	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
876	876	0	0	0	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

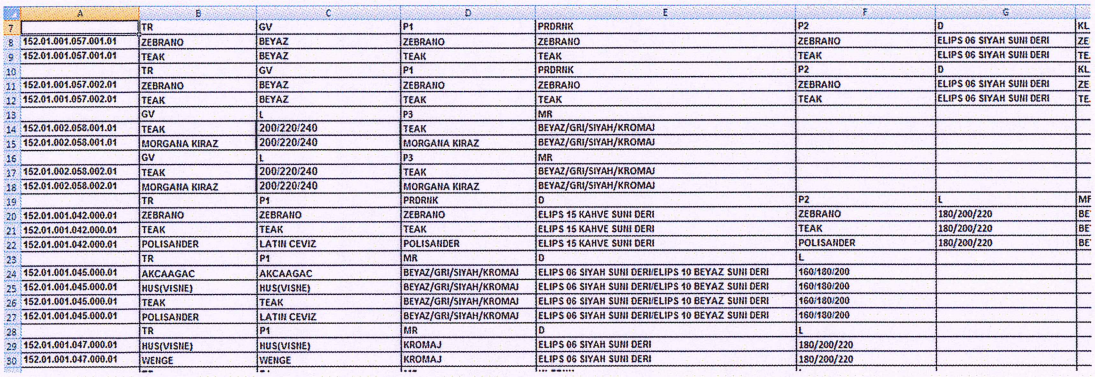
DinamikKodDegerleri_rowid	pTanim	sDeger	cKisaDeger	sAciklama
544	101	80	NULL	80
545	101	100		100
546	101	120		120
547	101	140		140
548	101	160		160

StokDinamikDeger_rowid	pIzlemeKodu	pStokDinamikOzellik	pDinamikDeger
9219662	1924501	142	688
9219663	1924502	142	689
9219664	1120	119	586
9219665	1121	108	579
9219666	1122	108	579

Şekil 6.9. Çeşit Türetiminde İhtiyaç Duyulan Tablolar

Türetilen çeşitler "IzlemeKodu" tablosuna kaydedilir. "IzlemeKodu" tablosunda oluşturulan kayda bağlı olarak "IzlemeDetay" tablosuna, "IzlemeDetay" tablosuna bağlı olarak da "IzlemeDetayDevam" tablosuna bir kayıt açılır. Daha sonra ürün özellikleri, "IzlemeKodu" ve "DinamikKodDegerleri" tablolarına bağlı olarak "StokDinamikDeger" tablosuna girilir. "DinamikKodDeğerleri" tablosunda ürüne atanan özellikler yer almaktadır.

Çeşit türetilirken ihtiyaç duyulan stok kodu ve ürün özelliklerinin sağlanabilmesi için Şekil 6.10'da görülen dosya tasarlanmıştır. Dosyada ilk sütunda stok kodu yer almaktadır. Stok kodunun olmadığı satırlarda ürüne atanan özellikler, stok kodlarının olduğu satırlarda bu özelliklerin değerleri yer almaktadır. Aktarım dosyası hazırlanırken tekrarlanan verilerin zaman kaybına yol açmaması için, bir sütunda (bir özelliğin) birden fazla değerinin yer alabilmesi sağlanmıştır. Şekil 6.10'ae "152.01.002.058.001.01" kodlu ürünün "L" (boy) ve "MR" (metal rengi) özelliklerinin aldığı değerler "/" sembolü ile ayrılarak sütunlara birden fazla değer girilebilmiştir. Aktarım esnasında sütunlardaki değerlerin kartezyen çarpımları oluşturulmaktadır. Dolayısıyla bu ürünün için girilen iki satırdan " 1 x 3 x 1 x 4 + 1 x 3 x 1 x 4 = 24" tane çeşit türetilmektedir.



	A	B	C	D	E	F	G	
7		TR	GV	P1	PRDRNK	P2	D	KL
8	152.01.001.057.001.01	ZEBRANO	BEYAZ	ZEBRANO	ZEBRANO	ZEBRANO	ELIPS 06 SIYAH SUNI DERI	ZE
9	152.01.001.057.001.01	TEAK	BEYAZ	TEAK	TEAK	TEAK	ELIPS 06 SIYAH SUNI DERI	TE
10		TR	GV	P1	PRDRNK	P2	D	KL
11	152.01.001.057.002.01	ZEBRANO	BEYAZ	ZEBRANO	ZEBRANO	ZEBRANO	ELIPS 06 SIYAH SUNI DERI	ZE
12	152.01.001.057.002.01	TEAK	BEYAZ	TEAK	TEAK	TEAK	ELIPS 06 SIYAH SUNI DERI	TE
13		GV	L	P3	MR			
14	152.01.002.058.001.01	TEAK	200/220/240	TEAK	BEYAZ/GRI/SIYAH/KROMAJ			
15	152.01.002.058.001.01	MORGANA KIRAZ	200/220/240	MORGANA KIRAZ	BEYAZ/GRI/SIYAH/KROMAJ			
16		GV	L	P3	MR			
17	152.01.002.058.002.01	TEAK	200/220/240	TEAK	BEYAZ/GRI/SIYAH/KROMAJ			
18	152.01.002.058.002.01	MORGANA KIRAZ	200/220/240	MORGANA KIRAZ	BEYAZ/GRI/SIYAH/KROMAJ			
19		TR	P1	PRDRNK	D	P2	L	MF
20	152.01.001.042.000.01	ZEBRANO	ZEBRANO	ZEBRANO	ELIPS 15 KAHVE SUNI DERI	ZEBRANO	180/200/220	BE
21	152.01.001.042.000.01	TEAK	TEAK	TEAK	ELIPS 15 KAHVE SUNI DERI	TEAK	180/200/220	BE
22	152.01.001.042.000.01	POLISANDER	LATIN CEVIZ	POLISANDER	ELIPS 15 KAHVE SUNI DERI	POLISANDER	180/200/220	BE
23		TR	P1	MR	D	L		
24	152.01.001.045.000.01	AKCAAGAC	AKCAAGAC	BEYAZ/GRI/SIYAH/KROMAJ	ELIPS 06 SIYAH SUNI DERI/ELIPS 10 BEYAZ SUNI DERI	160/180/200		
25	152.01.001.045.000.01	HUS(VISNE)	HUS(VISNE)	BEYAZ/GRI/SIYAH/KROMAJ	ELIPS 06 SIYAH SUNI DERI/ELIPS 10 BEYAZ SUNI DERI	160/180/200		
26	152.01.001.045.000.01	TEAK	TEAK	BEYAZ/GRI/SIYAH/KROMAJ	ELIPS 06 SIYAH SUNI DERI/ELIPS 10 BEYAZ SUNI DERI	160/180/200		
27	152.01.001.045.000.01	POLISANDER	LATIN CEVIZ	BEYAZ/GRI/SIYAH/KROMAJ	ELIPS 06 SIYAH SUNI DERI/ELIPS 10 BEYAZ SUNI DERI	160/180/200		
28		TR	P1	MR	D	L		
29	152.01.001.047.000.01	HUS(VISNE)	HUS(VISNE)	KROMAJ	ELIPS 06 SIYAH SUNI DERI	180/200/220		
30	152.01.001.047.000.01	WENGE	WENGE	KROMAJ	ELIPS 06 SIYAH SUNI DERI	180/200/220		

Şekil 6.10. Çeşit Aktarım Dosyası

Çeşit aktarım dosyasındaki veriler geçici tabloya aktarılırken önce aynı satırdaki verilerin kartezyen çarpımları oluşturulacaktır. Aktarım dosyasındaki verilerin (stok kodları hariç), ERP sistemindeki çeşit yapısına uygun olması için, transpozesi alınıp geçici tabloya aktarım başlatılacaktır. Geçici tabloya aktarım esnasında stok kodları ürün özellikleri ve değerleri ERP sistemindeki verilerle karşılaştırılıp, ERP sistemindeki verilerle eşleşmeyen veriler tespit edilecektir. Şekil 6.11'de geçici tablodaki değerler görülmektedir.

```
select * from dbo.dinamikDeger order by pIzlemeKodu
```

Results | Messages

	id	pStokKodu	pIzlemeKodu	pDinamikKod	sDeger	xDeger
16	259044	53008	1_1	i101	550	NULL
17	259045	53008	1_1	113	A	KOTON KAHVE
18	259046	53008	1_1	i113	977	NULL
19	259047	53008	1_1	108	A	KOTON KAHVE
20	259048	53008	1_1	i108	1465	NULL
21	259049	53008	1_1	126	6	ANTRASIT
22	259050	53008	1_1	i126	1141	NULL
23	259051	53008	1_1	109	6	ANTRASIT
24	259052	53008	1_1	i109	719	NULL
25	259053	53008	1_1	117	6	ANTRASIT
26	259054	53008	1_1	i117	1476	NULL
27	259055	53008	1_1	111	E	COLLECTION 12 SIYAH SUNI DERI
28	259056	53008	1_1	i111	626	NULL
29	263779	53138	101_0	101	T	40
30	263780	53138	101_0	i101	710	NULL
31	263781	53138	101_0	113	C	TEAK
32	263782	53138	101_0	i113	708	NULL
33	263783	53138	101_0	108	C	TEAK
34	263784	53138	101_0	i108	1239	NULL
35	263785	53138	101_0	106	C	TEAK
36	263786	53138	101_0	i106	924	NULL

Şekil 6.11. Geçici Çeşit Aktarım Tablosu

"pStokKodu" sütunu aktarım dosyasındaki stok kodunun "StokKodu" tablosundaki birincil anahtar değeridir. "pIzlemeKodu" sütunundaki 101_0 değerinde 101 aktarım tablosunun 102. satırı 0 ise satırda yapılan kartezyen çarpımın ilk elemanını temsil etmektedir. Geçici tabloda pDinamikKod, sDeger veya pStokKodu sütunlarında "NULL" değer içeren satırlar ERP sistemi ile eşleşmeyen verileri gösterir. Bu verilerin aktarım dosyasındaki konumu da "pIzlemeKodu" sütunu yardımıyla tespit edilebilmektedir. Geçici tablodaki verilerin ERP sistemindeki verilerle eşleştiği anlaşıldıktan sonra ürün çeşitlerinin türetilmesine başlanır. Fakat türetilen çeşitler veri tabanına kaydedilmez, sadece türetilen çeşitler kullanıcıya raporlanır. Bu adım çeşit türetme işleminin sonucunun görülebilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Türetilecek çeşitler kullanıcı tarafından onaylandıktan sonra veri tabanına kaydedilir ve çeşit türetme işlemi sonlandırılır. ERP sisteminde çeşit oluşturulabilmesi için aşağıdaki adımlar uygulanır;

1. Ürün spesifikasyonlarını veri kaynağından oku.
2. Spesifikasyon dosyasından okunan ürünler için indeks i=1.
3. i spesifikasyon dosyasından okunan ürün sayısına küçük eşitse i. ürünü seç (P_i) değilse 21. adıma git.
4. Spesifikasyon dosyasına girilmeyen ürün özelliği varsa veri tabanından seç yoksa 6. adıma git.
5. Okunan spesifikasyonlarla (S_i) spesifikasyon dosyasında olmayan ürün özelliklerinin olası değerlerinin (N_i) kartezyen çarpımını (varyant spesifikasyonlarını) oluştur. ($VS_i=S_i$ X N_i) 7. adıma git.
6. VS_i'ye S_i'yi ata. ($VS_i=S_i$).
7. Bir ürüne ait spesifikasyonların indeksi k=1.
8. k VS_i'ye atanan spesifikasyon sayısına küçük eşitse VS_i'den k. spesifikasyonu seç ($VS_{i,k}$) değilse 20. adıma git.
9. Varyant spesifikasyonlarının ($VS_{i,k}$) tüm özelliklerini A'ya ve değerlerini AV'ye ata.
10. Varyant spesifikasyonlarının değerlerinin veya özelliklerinin indeksi l=1.
11. Geçici çeşit kodunu oluştur. (i.toString()+"_"+k.toString())
12. P_l'nin ERP veritabanındaki karşılığını bul (P_l'nin "StokKodu" tablosundaki birincil anahtar değerini bul).

13. A_l'nin ERP veritabanındaki karşılığını bul ("DinamikKodTanimi" tablosundaki birincil anahtar değerini bul).
14. AV_l'nin ERP veritabanındaki karşılığını bul ("StokDinamikDeger" tablosundaki birincil anahtar değerini bul).
15. Geçici kodu ve bulunan birincil anahtar değerlerini geçici tabloya (TT) gir.
16. Eğer l AV'nin eleman sayısına küçük eşitse l'yi 1 artır ve 11. adıma git.
17. k'yı bir artır.
8. adıma git
18. i'yi bir artır
19. 3.adıma git
20. TT'deki NULL değerler içeren satırların Geçici kodlarını listele. Eğer NULL değer varsa geçici tabloyu temizle ve 1. adıma dön.
21. TT'deki verileri geçici koda göre sırala.
22. TT'nin satır indisi m=1
23. TT'nin satırları TT_m için geçici kod değişmediği sürece sartırları TR sanal tablosuna ekle ve m'yi TR'ye eklenen satır sayısı kadar artır.
24. TR'ye eklenen satırlar için varyant kodunu ve adını oluştur.
25. Varant kodlarını adlarını ve ürün spesifikasyonlarını sanal tablolara gir.
26. m TT'nin satır sayısından büyük değilse 24. adıma git.
27. Sanal tabloları ekrana yazdır.
28. Kullanıcı onaylarsa sanal tabloları veri tabanına kaydet.
29. Son.

6.8. Ürün Ağacı Formülasyonu

ERP sistemlerinde iş emri, malzeme ihtiyaç planı ve barkod raporları yarı mamul ve hammadde seviyesinde veriye ihtiyaç duymaktadır. Bu raporların ve benzer diğer raporların alınabilmesi ihtiyaç duyulan verilerin oluşturulmasına bağlıdır. Çeşit ürün ağaçlarının çalıştığı bir ERP sisteminde ihtiyaç duyulan veriler otomatik oluşturulacağı için, verilerin oluşturulma biçimi ERP sisteminde modellenmelidir. İhtiyaç duyulan bu modeller çeşit ürün ağaçlarına bağlı formülasyon yapısıyla kurulmaktadır. Çeşitleri türetilen ürünler için sipariş açıldığında, ürünün bileşenleri ve bileşenlerin özellikleri

sipariş açılırken seçilen çeşide bağlı olarak değişecektir. Bu tam olarak değişimin modellenebilmesi için ürün ağacının tüm bileşenlerinin tüm özelliklerinin ve ürün ağacındaki miktarlarının bileşenin bir üst seviyesindeki malzemenin özelliklerine göre değişiminin formülize edilmesi gerekir. Fakat ürün ağacının tüm bileşenlerinin tüm özellikleri ve üründe koşula bağlı olarak oluşacak durumlar düşünüldüğünde oluşturulacak formüllerin sayısı çok olacaktır. Bu sebeple, ERP sisteminin içinde otomasyona en çok ihtiyaç duyulan süreç ürün ağacı formüllerinin oluşturulmasıdır.

Formülasyon süreci, üst seviyedeki bir ürün özelliğinin daha alt seviyelere aktarılması veya üst seviyedeki bir özelliğin değerine bağlı olarak alt seviyedeki bileşenin özelliğinin nasıl değişeceğinin modellenmesi şeklinde olacaktır. Birçok parça ve özellik için genel bir formül veya sistematik oluşturulabilecek formüllere ihtiyaç duyulurken bazı ürün bileşenleri sadece kendine has formüllere ihtiyaç duyabilir. Örneğin; renk ya da model gibi metin ifadeler genellikle bir alt seviyeye aynen iletilir. Dolayısıyla, bir üst seviyeden bir alt seviyeye aynen aktarılacak özellikler otomasyonla açılabilir. Bunun dışında, stok kartında herhangi bir veriye bağlı olarak belirli bir bağıntıyla hesaplanabilen özellikler de otomasyonla açılabilir. Örneğin; birimi m^2 gibi bir alan ölçü birimi olan stok kartlarının miktarları alan hesabıyla ortaya çıkarken m gibi bir uzunluk ölçü birimi ise çevre formülüyle hesaplanabilir. Fakat sabit bir çevre formülü kullanmak yanlış sonuçlara sebep olabilir. Oval bir parçanın çevresi dikdörtgenin çevresi gibi hesaplanamayacağı için oval parçalarda ayrı, dörtgen parçalarda ayrı uygulanmalıdır. Bu formüller oluşturulurken formülün kullanılacağı tüm parametreler ürün özellikleri üzerinden sağlanamayacağından, bazı parametrler, çizime bağlı olarak, CAD veritabanından elde edilebilir. Ayrıca, ürün özeliklerine bağlı bir denkleme dönüştürülemeyen malzeme özelliklerinin alacağı değerler de doğrudan CAD veritabanından aktarılabilir. Fakat aynı ürünün farklı çeşitlerinde ilgili özelliklerin değerleri değişiyorsa, bu özelliklere bir üst seviyedeki malzemenin özelliklerine göre koşul tanımlanmalıdır. Örneğin; sehpanın ayak klapasının alanı sadece sehpanın boyu ile orantılı olarak değişmez. Çünkü sehpanın boyu değişince yüksekliği de değişmektedir. Sehpanın yüksekliği ürün özelliklerinde bulunmadığı için kullanılmayacağı varsayılırsa ayak klapasının alanı "eğer sehpanın boyu 120 ise X cm^2, 90 ise Y cm^2" olarak formülize edilebilir. Ayrıca bazı özellikler de başka özelliklere bağlı olarak değişmektedir. Örneğin; sehpanın metal rengi, tabla rengi akçaağaç ise beyaz, wenge ise siyah olacaktır.

Formüller otomasyonla oluşturulduktan sonra formül oluşturulmayan ürün özellikleri listelenir ve el ile formül açma işlemi başlar. Bu işlem tamamlandığında ürün ağacı formülasyonu bitmiş olur ve ürün ağaçları çalıştırılmaya hazır hale gelir.

ERP sisteminde formüller ürün ağaçlarının "Malzemeler" tablosuna ve malzeme özelliklerine bağlı olarak oluşturulur. Şekil 6.12'de görülen "UretimFormulTanimi" tablosu "pNesne" sütunu ile "Malzemeler" tablosuna, "pUrunAgaci" sütunu ile "UrunAgaclari" tablosuna ve "pKaynakSatiri" tablosu ile malzemenin özelliklerine bağlıdır. Eğer bir formülde koşula bağlı bir durum varsa "UretimFormulKosullari" tablosunda "UretimFormulTanimi" tablosuna "pUretimFormul" sutunu ile bağlı kosullar tanımlanabilir. "UretimFormulTanimi" tablosunda "sDeger" ve "UretimFormulKosullari" tablosunda "sKosul" sürynlarında iki "#" işareti arasında özellik isimleri yer almaktadır. Bu isimler formüllerde kullanılmak üzere tanımlanmış değişkenlerin isimleridir.

```
select * from GUSTO00052.UretimFormulDegisken
select * from GUSTO00052.UretimFormulTanimi
select * from GUSTO00052.UretimFormulKosullari
```

Results | Messages

	UretimFormulDegisken_rowid	pUrunAgaci	sDegiskenAdi	bMetin	nKaynakTuru	pKaynakSatiri	pNesne	pUrunMalzeme	sKaynak	sSqlAlias
1	124749	65529	L	0	2	101	55233	36959	152.01.021.082.000.01-ELIPS SEYYAR SUMEN 120CM->L	(select CAST (sDeger AS float) #L# from GUSTO(
2	124750	65529	W	0	2	102	55233	36959	152.01.021.082.000.01-ELIPS SEYYAR SUMEN 120CM->W	(select CAST (sDeger AS float) #W# from GUSTO
3	124751	65529	D	1	2	111	55233	36959	152.01.021.082.000.01-ELIPS SEYYAR SUMEN 120CM->D	(select sDeger #D# from GUSTO00052.DinamikK
4	124752	65529	MR	1	2	117	55233	36959	152.01.021.082.000.01-ELIPS SEYYAR SUMEN 120CM->MR	(select sDeger #MR# from GUSTO00052.Dinamik
5	124753	65530	L	0	2	101	55235	36960	151.01.021.321.082.01-ELIPS SUMEN SACI->L	(select CAST (sDeger AS float) #L# from GUSTO(
6	124754	65530	W	0	2	102	55235	36960	151.01.021.321.082.01-ELIPS SUMEN SACI->W	(select CAST (sDeger AS float) #W# from GUSTO
7	124755	65530	MR	1	2	117	55235	36960	151.01.021.321.082.01-ELIPS SUMEN SACI->MR	(select sDeger #MR# from GUSTO00052.Dinamik
8	124756	65531	L	0	2	101	55237	36961	151.01.021.322.082.01-ELIPS SUMEN DOSEME->L	(select CAST (sDeger AS float) #L# from GUSTO(

	UretimFormulTanimi_rowid	pUrunAgaci	pNesne	nNesneTuru	sFormulAdi	nEtkiTuru	pEtkiNesnesi	sFormul	sFormulSonuc	sVarsayilanSonuc	sAciklama	nIslemTuru
1	654518	65529	54748	1		1	117			#MR#		0
2	654519	65529	54749	1		1	111			#D#		0
3	654520	65530	54750	1		1	117			#MR#		0
4	654521	65531	54751	1		1	111			#D#		0
5	654522	65532	54752	1		1	117			#MR#		0
6	654523	65532	54753	1		1	111			#D#		0
7	654524	65533	54754	1		1	117			#MR#		0
8	654525	65534	54755	1		1	111			#D#		0

	UretimFormulKosullari_rowid	pUretimFormul	sKosul	sSonuc
1	218422	654129	#SUMENLI#='SUMENLI' and #L#>180	2
2	218423	654129	#SUMENLI#='SUMENLI' and #L#>150	3
3	218424	654129	#SUMENLI#='SUMENLI' and #P2#='...	4

Şekil 6.12. Değişken, Formül ve Koşul Tabloları

ERP sisteminin formül yapısı ürün özelliklerinin değişken olarak tanımlanıp da formülde kullanılabileceği şekilde tasarlanmıştır. Bu sebeple "Urunler" tablosunda yeralan tüm kayıtlara atanan özellikler için değişken tanımları otomatik oluşturulmuştur. "UretimFormulDegisken" tablosunda "sDegisken" adı sütununda tanımlanmaktadır. Aynı tabloda "sKaynak" sütununda değişkenin hangi malzemenin hangi özelliğine ait olduğu görülmektedir. Sütunlardaki verilerden anlaşıldığı üzere değişken adları ile özellik adları

aynıdır. Bunun sebebi hem formüsayona elle müdaheleyi kolaylaştırmak, hem de otomatik formülasyon stok özelliklerine bağlı oluşturulacağı için değişken adlarının listelenen stok özelliklerinin adları ile aynı olmasıdır.

Ürün ağacı formülasyonu, ERP sisteminin formülasyon yapısı da göz önünde bulundurulduğunda otomatik formül oluşturma çalışması aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilmiş olacaktır;

1. Ürün ağacı formülasyonunda kullanılacak ürün özellikleri için ihtiyaç duyulan değişkenlerin tanımlanması.
2. Ürün ağacında bir üst seviye ile bir alt seviye arasında doğrudan aktarılacak parça ve ürün özelliklerinin aktarımı için formullerin oluşturulması.
3. Belirli bir bağıntıya göre üretilecek formüller için kuralların ve formüllerin tanımlanması.
4. Elle açılması gereken formüllerin (otomatik oluşturulamayan formüllerin) oluşturulması.

İlk olarak, değişkenlerin tanımlanması aşağıdaki sekilde gerçekleştirilmiştir[12];

1. Ürünleri ("Urunler" tablosunda) listele ve U dizisine aktar.
2. i=0
3. U_i'ye iat özellikleri listele ve O disisine aktar.
4. j=0
5. Ürünün her bir özelliği için değişken tanımla (U_i'yi, O_j'yi ve bunlara bağlı olarak hesaplanacak "sKaynak" ve "sDegisken" sütunlarının değerlerini "UretimFormulDegisken" tablosuna aktar).
6. j'yi bir artır.
7. Eğer j, O dizisinin eleman sayısından küçükse 5. adıma git.
8. i'yi bir artır.
9. Eğer i, U dizisinin eleman sayısından küçükse 3. adıma git.

[12] Bu adım Gusto ERP programı için zorunlu olarak gerçekleştirilmelidir. Fakat sistemde zaten tanımlı olan ürün özellikleri için bir de değişken tanımlamak veri tekrarına sebep olmaktadır.

10. Son.

İkinci adımda, ürün ağaçlarında bir üst seviyedeki bileşenin değerini bir alt seviyeye aktarırken aşağıdaki işlemler yapılmıştır;

1. Urunler tablosundaki malzemeleri listele ve U dizisine aktar.
2. i=0
3. U_i'ye bağlı olan malzemeleri listele ve M dizisine aktar.
4. j=0
5. M_j'ye ait özelliklerden ürünün özellekleri içinde bulunanları listele ve O dizisine aktar.
6. k=0
7. Malzemenin özelliği, ürünün özelliğine eşit olacak şekilde atama yap (O_k ürün ve malzemede ortak olduğundan formülasyonda sadece O_k'yı kullanmak yeterlidir).
8. k'yı bir artır.
9. Eğer k, O dizisinin eleman sayısından küçükse 7. adıma git.
10. j'yi bir artır.
11. Eğer j, M dizisinin eleman sayısından küçükse 5. adıma git.
12. i'yi bir artır.
13. Eğer i, U dizisinin eleman sayısından küçükse 3. adıma git.
14. Son.

Yedinci sıradaki atama işlemi "UretimFormulTanimi" tablosuna "pNesne" sütununa malzeme birincil anahtarını, "pUrunAgaci" sütununa U_i'nin bağlı olduğu ürün ağacının birincil anahtarını, "pEtkiNesnesi" sütununa O_k özelliğinin birincil anahtar değerini "sVarsayilanSonuc" sütununa O_k özelliğinin adını iki tane "#" işareti arasında ekleyerek gerçekleşir.

Ardından belirli bir bağıntıya göre oluşturulacak formüller sisteme aktarılacaktır. Bu aşama 2. aşama ile benzerdir. Ayrıldığı noktalar ise özellik seçimi esnasında kriter tanımlanmış özelliklerin seçilmesi ve formül olarak özellik adının değil kritere bağlı tanımlanan formülün kullanılmasıdır. Burada formül bir fonksiyon olabileceği gibi sabit

bir değer de olabilir. Bu aşamanın bir farkı da sadece formüllerin değil koşulların da ERP sisteminde tanımlanmasıdır. Bu aşamada, formüller aşağıdaki işlemler gerçekleştirilerek oluşturulacaktır;

1. Urunler tablosundaki malzemeleri listele ve U dizisine aktar.
2. i=0
3. U_i dizinin bağlı olduğu ürün ağacına bağlı olan malzemeleri listele ve M dizisine aktar.
4. j=0
5. M_j'ye ait özelliklerden akratım kriterinde yer alanları listele ve O dizisine aktar.
6. k=0
7. Tanımlanan kritere bağlı olarak formül oluştur[13].
8. Eğer kriterlere koşul tanımlanmışsa eklenen formülün birincil anahtar değerini al.
9. Formülün birincil anahtar değerine bağlı olarak
10. k'yı bir artır.
11. Eğer k, O dizisinin eleman sayısından küçükse 7. adıma git.
12. j'yi bir artır.
13. Eğer j, M dizisinin eleman sayısından küçükse 5. adıma git.
14. i'yi bir artır.
15. Eğer i, U dizisinin eleman sayısından küçükse 3. adıma git.
16. Son.

Son aşamada ise, Şekil 6.13'te ürün ağacında formül tanımlanmayan bileşenler ve özellikleri listelenmektedir.

[13] Üçüncü aşamanın yedinci adımında, ikinci aşamanın yedinci adımından farklı olarak "sVarsayilan" sütununa O_k yerine tanımlanan parametrelere bağlı olarak tanımlanan formül eklenir.

	A	B	C	D	E
1	UrunKodu	UrunAdi	sKod	sAd	sTanimAdi
2	151.01.003.494.042.01	DERODI A CEKMECE KOMPLESI ORTA ALT	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	GV
3	151.01.003.497.042.01	DERODI A CEKMECE KOMPLESI UST (TEK KILITLI)	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	GV
4	151.01.003.494.042.01	DERODI A CEKMECE KOMPLESI ORTA ALT	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P2
5	151.01.003.497.042.01	DERODI A CEKMECE KOMPLESI UST (TEK KILITLI)	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P2
6	151.01.002.494.028.01	MASTERG CEKMECE KOMPLESI ORTA ALT	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P1
7	151.01.002.497.028.01	MASTERG CEKMECE KOMPLESI UST (TEK KILITLI)	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P1
8	151.01.003.491.021.01	BRIDO CEKMECE KOMPLESI ALT	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P1
9	151.01.003.493.021.01	BRIDO CEKMECE KOMPLESI ORTA	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P1
10	151.01.003.493.066.01	INFO BASE CEKMECE KOMPLESI ORTA (SAG KESON)	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P1
11	151.01.003.493.066.02	INFO BASE CEKMECE KOMPLESI ORTA (SOL KESON)	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P1
12	151.01.003.494.001.01	MATRIX CEKMECE KOMPLESI ORTA ALT	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P1
13	151.01.003.494.002.01	PRATO AW BW CEKMECE KOMPLESI ORTA ALT	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P1
14	151.01.003.494.006.01	PILEG CEKMECE KOMPLESI ORTA ALT	151.02.003.623.001.01	MATRIX CEKMECE KASASI UZUN PARCA	P1

Şekil 6.13. Formül Tanımlanmamış Malzeme Özellikleri

Elle oluşturulacak formüller listelenen malzeme özelliklerinin "sTanimAdi" sütununun sağına formül sütunu ve koşul sütunu eklenerek aktarılabilir. Aktarıma önce koşul alanı boş olan formüllerden başlanır. Koşul alanı boş olan formüller "UretimFormulTanimi", dolu olan formüller ise "UretimFormulTanimi" tablosundaki bir kayda bağlı olarak "UretimFormulKosullari" tablosuna kaydedilir. Bu sebeple önce koşul değerleri boş olan satırlar aktarılmalıdır. Kullanıcı tarafında oluşturulan formüller aşağıdaki şekilde akşarılacaktır;

1. Aktarım dosyasını oku.
2. Okunan değerleri koşul alanları boş olanlar önce listelenecek şekilde sırala ve D tablosuna yükle.
3. i=0
4. $D_{i,UrunKodu}$ ile malzeme ürün ağacı birincil anahtarını bul.
5. "Malzemeler" tablosunda ürün ağacı birincil anahtarına verilerden stok kodu $D_{i,sKod}$ olan satırın birincil anahtar değerini al.
6. Eğer koşul doluysa anahtar değerleri ve $D_{i,sTanimAdi}$'nı kullanarak formülü bul. Bulunan formüle bağlı olarak koşul ekle.
7. Eğer koşul dosyası boşsa anahtar değerleri ve $D_{i,sTanimAdi}$'nı kullanarak formül ekle.
8. i'yi bir atır.
9. Eğer i D'nin eleman sayısından küçükse 4. adıma git.

6.9. Barkod için Formüllerin Oluşturulması

Ürün çeşitleri ürün ağacı formülasyonuna bağlı olarak türetülirken, türetilecek çeşide bağlı tüm veriler de dinamik olarak türetilebilmelidir. Bir çeşidin barkodu veya bir çeşidin bileşenlerinin gireceği paketler gibi, çeşide bağlı olan tüm verilerin karşılanabilmesi ürün ağacı formülasyonlarının ihtiyaç duyulan her veri için yapılabilmesine bağlıdır. Bu sebeple barkodlar için de ürün ağacı formülasyonuna benzer bir yapı geliştirilmiştir. Formülasyonla barkodun sabit kısmı türetilmekte ve sonuna artan sayı eklenmektedir. Şekil 6.14'te görülen "Bar_Paketler" tablosunda sistemde tanımlı paketler yer almaktadır. "Bar_Formul" ve "Bar_Kosul" tabloları ürün ağacındaki formül ve koşul tablolarına benzemektedir. Yalnız sonuç olarak paket numarası verirler. "Bar_Barkodlar" tablosu ise üretilen barkodların ve barkodlara verilern artan sayının son değerinin saklandığı tablodur.

```
select * from dbo.Bar_Paketler
select * from dbo.Bar_Formul
select * from dbo.Bar_Kosul
select * from dbo.Bar_Barkodlar
```

Results | Messages

	PaketId	PaketAdi	PaketKodu	en	boy	hacim	agirlik	yukseklik
1	1	1/4	001	1120	1670	0,15	31	80
2	2	1/5	002	1120	2070	0,185472	40	80
3	3	2/4	003	610	1380	0,07	17	80
4	4	2/5	004	610	1770	0,086376	21	80

	FormulId	pStokKodu	pUrunAgaci	Paket
1	1	49036	65559	1
2	2	49009	65559	3
3	3	49068	65559	3
4	4	49083	65559	3

	KosulId	pFormulId	Kosul	Paket	Dosya	Sayfa
1	1	1	L=160	1	\\192.168.1.200\ERPProje\ERP IMPLEMANTASYON DOSY...	Base$
2	2	1	L=200	2	\\192.168.1.200\ERPProje\ERP IMPLEMANTASYON DOSY...	Base$
3	3	2	L=160	3	\\192.168.1.200\ERPProje\ERP IMPLEMANTASYON DOSY...	Base$
4	4	2	L=200	4	\\192.168.1.200\ERPProje\ERP IMPLEMANTASYON DOSY...	Base$
5	5	3	L=160	3	\\192.168.1.200\ERPProje\ERP IMPLEMANTASYON DOSY...	Base$

	BarkodId	BarkodSabit	SonDeger
1	1	499	30
2	2	501	6
3	3	273	40
4	4	251	25
5	5	440	6

Şekil 6.14. Barkod Tabloları

Bu tablolara aktarım yapabilmek için Şekil 6.15'teki veri biçimi tasarlanmıştır. Pakete giren her malzemenin paket numarası ve ürün için kullanılan toplam paket sayısı malzemenin karşısına yazılmıştır. Paketin en, boy, yükseklik, hacim ve ağırlık bilgileri ise bir seferliğine yazılmaktadır. Aynı pakete giren malzemelerin karşısına sadece paket sayısı ve paket numarası yazılmaktadır. Akatarıma başlandığında okunan paket verileri veritabanında sorgulanıp aynı özelliklerde bir paket olup olmadığı kontrol edileir. Paket varsa seçilir yoksa belirtilen özelliklerde yeni bir paket oluşturulur. Daha sonra üretilecek ürüne bağlı olarak "Eğer ürünün boyu X ise paket Y'dir" şeklinde formüller oluşturulur ve veri tabanına kaydedilir. Kayıt ürün ağacı ve malzemeye bağlı olarak gerçekleştirilir.

KONSEPT	GURUP / PARCA ADI	MAMUL YARIMAMUL HAMMADDE	URUN KODU / STOK KODU YENI KODLAR	GUSTOYA GORE BIRIMLER	PAKET 140 cm							PAKET 160 cm					
					aket sayı	paket no	paketboy	en	yükseklik	hacim	ağırlık	aket sayı	paket no	paketboy	en	yükseklik	hacim
EXALIN	MASA (SOL MASA)	152	152.01.001.012.002.01	ADET													
EXALIN	UST TABLA (SOL MASA)	151	151.01.001.010.012.02	ADET	1	1	1490	1180	160	0,28	41	1	1	1690	1180	160	0,319072
EXALIN	SUNTALAM 30 MM	150	150.01.001.001.030	M2													
EXALIN	33*2 MM PVC	150	150.01.002.004.033	M													
EXALIN	33*2 MM PVC	150	150.01.002.004.033	M													
EXALIN	33*2 MM PVC	150	150.01.002.004.033	M													
EXALIN	33*0,40 MM PVC	150	150.01.002.001.033	M													
EXALIN	33*0,40 MM PVC	150	150.01.002.001.033	M													
EXALIN	METAL AYAK	151	151.01.001.100.001.01	ADET	1	1						1	1				
EXALIN	AYAK ALT SACI	151	151.02.001.086.001.01	ADET													
EXALIN	2*1250*2500 MM HRP SAC	150	150.01.008.001.012.20	M2													
EXALIN	ALTIGEN SOMUN M8*13*13	150	150.01.004.071.001	ADET													
EXALIN	AYAK UST TABLA BAGLANTI SACI	151	151.02.001.141.001.01	ADET													
EXALIN	3*1250*2500 MM HRP SAC	150	150.01.008.001.012.30	M2													
EXALIN	AYAK IC KAPAMA SACI	151	151.02.001.111.001.01	ADET													
EXALIN	1*1250*2500 MM HRP SAC	150	150.01.008.001.012.10	M2													
EXALIN	AYAK DIS KAPAMA SACI	151	151.02.001.101.001.01	ADET													
EXALIN	1*1250*2500 MM HRP SAC	150	150.01.008.001.012.10	M2													
EXALIN	AYAK BORUSU	151	151.02.001.095.001.01	ADET													
EXALIN	BORU Ø 38*1,2 MM	150	150.01.009.012.038	M													
EXALIN	3*1250*2500 MM HRP SAC	150	150.01.008.001.012.30	M2													
EXALIN	TRANSMISYON	151	151.02.001.180.001.01	ADET													

Şekil 6.15. Barkod Verileri

Barkod türetme işlemi, ürün bileşenlerinin çeşitleri iş emri açılırken yapıldığı için, iş emirleri açıldıktan sonra gerçekleştirilir. Barkod türetmek için öncelikle barkod türetilecek siparişlere ait iş emirleri ve malzemeler listelenir. Listelenen iş emirlerine bağlı ürün ağacı ve malzemeler aracılığıyla paket formüllerine erişilir. Formüllere bağlı olarak paketler üretilir ve iş emrindeki malzemelere bağlanır. Barkod oluşturulurken paket kodu, malzeme kodu, işlem kodu, ürün kodu, sabit bir değer ve artan sayı kullanılabilir. Sabit değer ve iş emrine bağlı bilgiler birleştirilerek barkodun sabit kısmı üretilir. Üretilen sabit kısım Şekil 6.14'teki "Bar_Barkodlar" tablosundan sorgulanır. Eğer tabloda bir kayıt bulunamazsa üretilen değer tabloya girilir ve "SonDeger" 1 olarak atanır. Bu barkoddan üretildikçe son değer birer artacaktır. Böylelikle barkodun hem sabit kısmı hem de artan sayı kısmı oluşturulmuş olacaktır. Süreç paket formülasyonu ve barkod üretimi olmak üzere iki aşamada tamamlanmaktadır. Paket formülasyonu için aşağıdaki adımlar izlenmektedir;

1. Malzemelerin ve paketlerin listelenir.
2. Paketler veri tabanından sorgulanır.
3. Eğer paket tanımlanmışsa veritabanından ürün ağacına ve malzemeye bağlı formül tanımı sorgulanır.
4. Eğer formül tanımlanmamışsa formül tanımımlanır, tanımlanmışsa seçilir.
5. Seçilen veya tanımlanan formüle ve ürün özelliklerine bağlı olarak koşul üretilir ve veritabanına kaydedilir.

Barkod üretimi içinse aşağıdaki adımlar izlenir;

1. Siparişe bağlı olan iş emirlerinin ve iş emirlerine bağlı olan malzemelerin listelenir.
2. Listelenen malzemeler paketlere göre gruplanarak paket içerikleri oluşturulur.
3. İhtiyaca göre barkod oluşturulur[14].
4. Her bir paket için paket kodu ve iş emirlerine bağlı siparişin kodu kullanılarak paket barkodu oluşturulur.
5. İş emri numarası ve işlem kodu ve malzeme kodu ile üretimin takibi için barkod oluşturulur.
6. Ürün kodu ve artan sayı ile ürün için barkod oluturuşur.
7. Oluşturulan barkod veritabanından sorgulanır eğer yoksa kaydedilir.
8. Eğer barkod veritabanında varsa ve artan sayı kullanılmışsa, "SonDeğer" bir artırılır.
9. Oluşturulan barkodlar kullanım amaçlarına göre ilgili tablolara kaydedilirler[15].

6.10. Sistemin Test Edilmesi

Aktarım sisteminin mevcut ürünler dışındaki ürünlerde nasıl çalışacağının görülebilmesi için genetik algoritmalar kullanılarak yeni ürün ağaçları tasarlanmıştır. Mobilya gibi modüler ürünlerin bileşenleri farklı özellikleriyle, aynı ürüne farklı fonksiyonlar

---

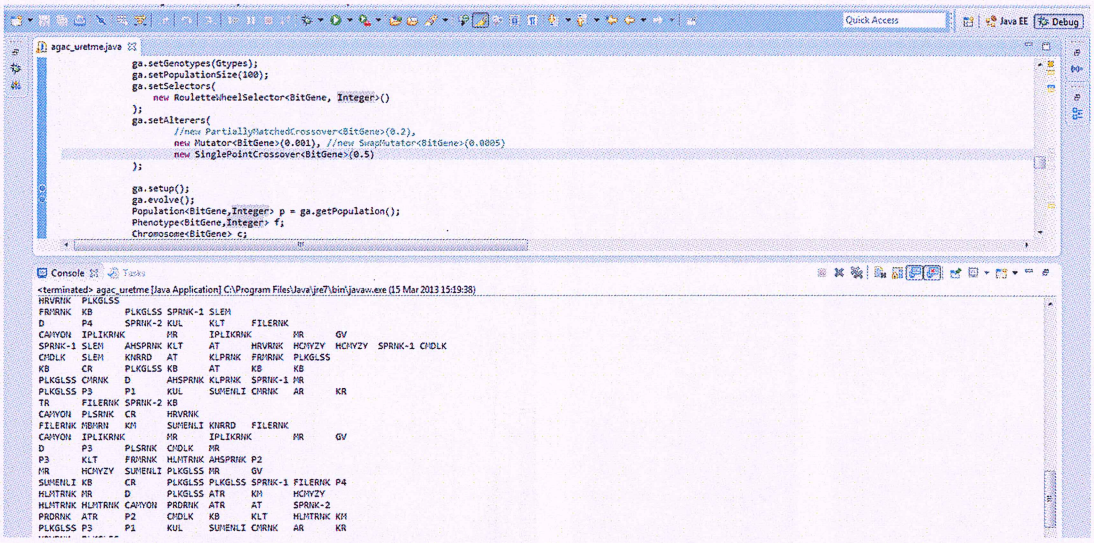
[14] Barkod oluşturma işlemi sadece tezde verildiği gibi 3 farklı biçimde değil çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir.

[15] Barkodlara bağlı çalışacak süreçlerde ihtiyaç duyulan verilere ulaşılabilmesi için barkodların ilişkili oldukları verilere bağlı olarak kaydedilmesi gerekmektedir. Örneğin ürün barkodu ilgili sipariş satırı ile ilişkilendirilip kaydedildiğinde bu barkodla ilgili siparişe, sipariş üzerinden de üretim verilerine ulaşılabilir.

kazandırılar. Bir mobilyanın genetik algoritma ile tasarlanabilmesi için, tasarlanacak ürünlerle mevcut ürünler arasındaki benzer modüller arasındaki benzerliklerin en iyilenmesi gerekmektedir [66]. Kreng ve Lee ürün tasarımını 4 aşamada gerçekleştirmişlerdir. Birinci aşamada parçalar arasında bir ilişki matrisi oluşturulmuştur. İkinci aşamada tasarım gereksinimleri belirlenmiş, üçüncü aşamada ise doğrusal olmayan programlama ile amaç fonksiyonu oluşturulmuştur. Son aşamada da amaç fonksiyonu genetik algoritma ile kullanılıp en iyi ya da en iyiye yakın çözümler aranmıştır.

Test sürecinde dinamik bir masa tasarlanıp aktarıldığı için parçalar arası ilişkilerin çıkarılmasına gerek duyulmamıştır. Masanın bileşenleri olarak üst tabla, perde ve ayak üretilmiştir. Sistemde ise üst tabla kompleleri, üst tablanın ön arka sağ ve sol parçaları gibi çeşitli ürün bileşenleri bulunmaktadır. Bu bileşenlerin tüm özellikleri üst tablanın özeliklerini oluşturmak üzere kullanılmıştır. Perdelerde ve ayaklarda tablalrın aksine az sayıda bileşen bulunmaktadır. Perde ve ayaklar metal de olabilmektedir. Fakat metal bileşenler gözardı edilmiştir. Ahşap, metal ve cam malzemelerden oluşan bir masanın 100 tane çeşidi genetik algoritmalar kullanılarak üretilmiştir.

Genetik algoritma aracı olarak Jenetics kütüphanesinin 1.0.1 sürümü java dilinde kullanılmıştır. İkili kromozomlar tek nokta çaprazlaması ile çaprazlanmıştır. Çaprazlamalar rulet tekeri seçimi ile gerçekleştirilmiş. Çaprazlamalar esnasında, mutasyon oranı azaldıkça benzer bireylerin sayısının arttığı görülmüştür. Mutasyon oranı farklı değerlerde denenmiştir. Amaç fonksiyonu sağlanırken çeşitliliğin de konunması için %1 mutasyon oranı uygun görülmüştür. Amaç fonksiyonu ise çocoğun sahip olduğu özelliklerle, evebeynlerin özelliklerinden aynı olanların sayısını en iyilecek şekilde tasarlanmıştır. Böylelikle, üretilecek yeni bileşenlerin kendi grubundaki bireylere bezemesi beklenmektedir. Örneğin; masının perdesi herhangi bir perdeye benzerken üst tablaya benzememesi istenmektedir. Tasarlanan amaç fonksiyonu ve belirlenen parametlerle üretilen ürün özellikleri Şekil 6.16'da görülmektedir.



Şekil 6.16. Genetik Algoritma Uygulaması

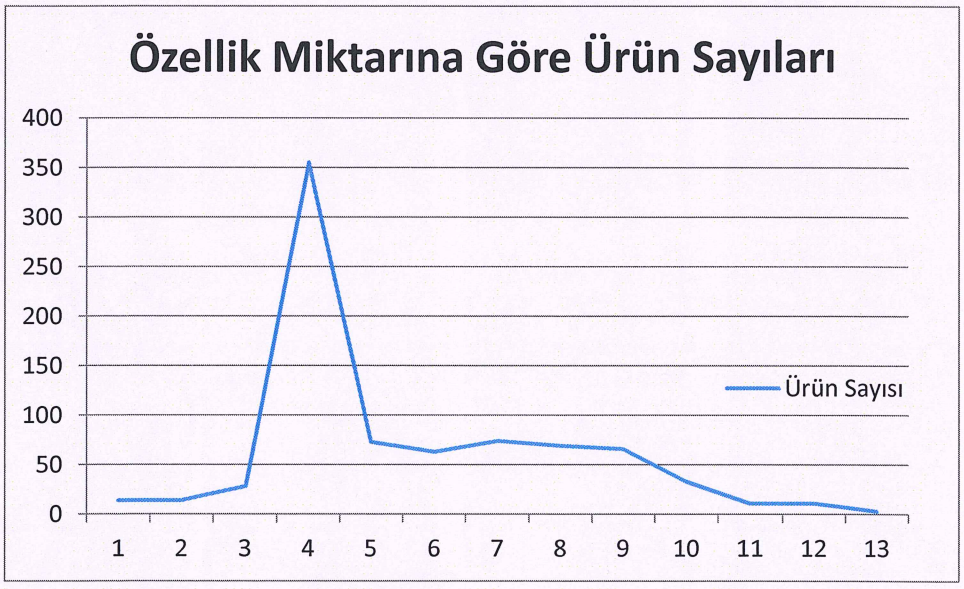
Özelliklerin üretimi esnasında ürünün her bir bileşeni için 100 birey üretilerek oluşturulan popülasyon için Jenetics aracının ürettiği istatistikler Tablo 6.1'de görülmektedir. Popülasyonun ortalama uygunluk değerleri düşünüldüğünde, üretilen bireylerin evebeylerden farklılaştığı görülmektedir. Çünkü sistemde masanın ortalama özellik sayısı 7 ve sapması 2,846'dır. Üretilen popülasyonda ortalama 3.94 ve sapma 0.16 olarak gerçekleşmiştir. Türetilen bu 100 masa sisteme aktarılmış ve masalar için 14 ürün ağacı oluşturulmuştur.

Tablo 6.1. Popülasyon Analizi

Malzeme	**Uygunluk değeri**					**Popülasyon Yaşı**	
	En İyi	**En Kötü**	**Ortalama**	**Sapma**	**Hata**	**Ortalama**	**Sapma**
Masa	5	1	3.94	0.16	0.39	3.91	15.01
Üst Tabla	4	1	2.91	0.14	0.29	4.23	14.48
Perde	5	0	2.8	0.34	0.28	3.6	8.34
Ayak	3	1	1.95	0.07	0.195	3.44	7.58

BÖLÜM 7. SONUÇ

Üretimdeki esneklik arttıkça üretim yönetim sistemlerinin sürdürülebilmesi için ihtiyaç duyulan veri miktarı artmaktadır. Yüksek miktarda veriye ihtiyaç duyan esnek bir ürün ağacının CAD ve CAM bütünleştirmesi olmadan sürdürülmesi zordur. Bu sebeple, CAD ve CAM sistemleriyle ERP sisteminin arasında bilişim paylaşımı yedi aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu aşamaların sonucunda, Özlem Çelik firmasının ürün ağaçları Gusto programına aktarılmıştr. Aktarım sonucunda 8573 ürün çeşidi için 814 ürün ağacı oluşturulmuştur. Ürün çeşistlerinin modellenebilmesi için ürün başına ortalama beş özellik tanımlanmıştır. Şekil 7.1'de görüldüğü gibi bir ürüne ortalama beş özellik atanmışken, beşin altında özelliğe sahip olan ürün sayısı çoktur.

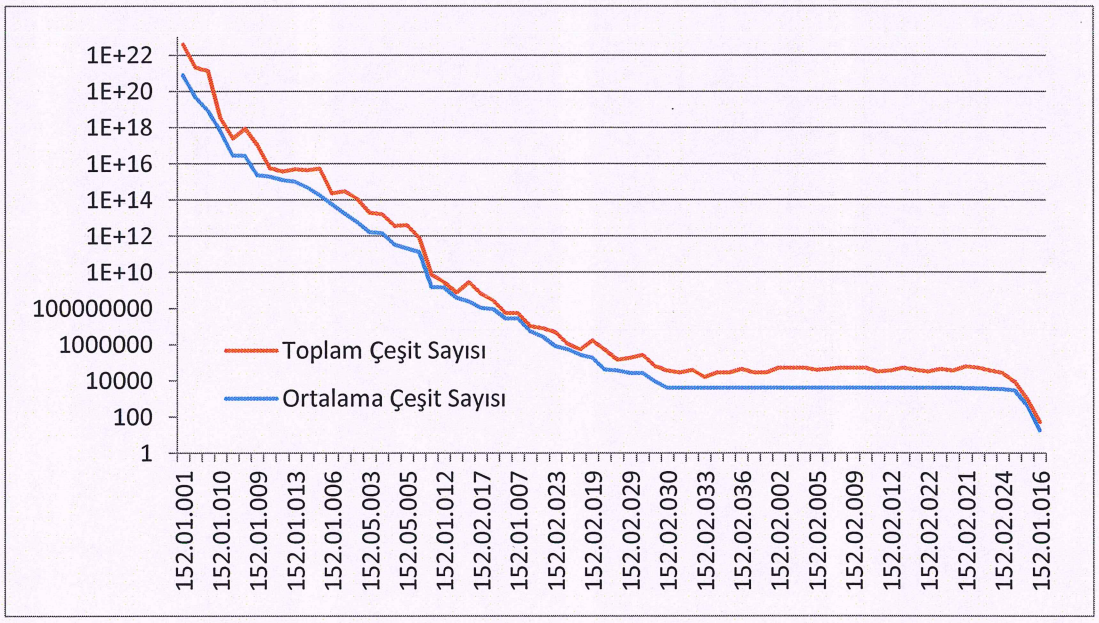


Şekil 7.1. Özellik Miktarına Göre Ürün Sayıları

Özellik sayısının artması ürünün muhtemel çeşitlerinin sayısını üstel olarak artırmaktadır. Örneğin Şekil 7.2'de görüldüğü gibi, sistemde en çok $4.19x10^{22}$ tane çeşit

oluşturulabilecekken bunun $1x10^{22}$'den fazlası masalarda (152.01.001 grubunda) görülmektedir. Masalara atanan özellik sayısı diğer ürünlerden fazladır. Ürün başına türetilecek ortalama çeşit sayısı, bu durumun göstergelerinden biridir.

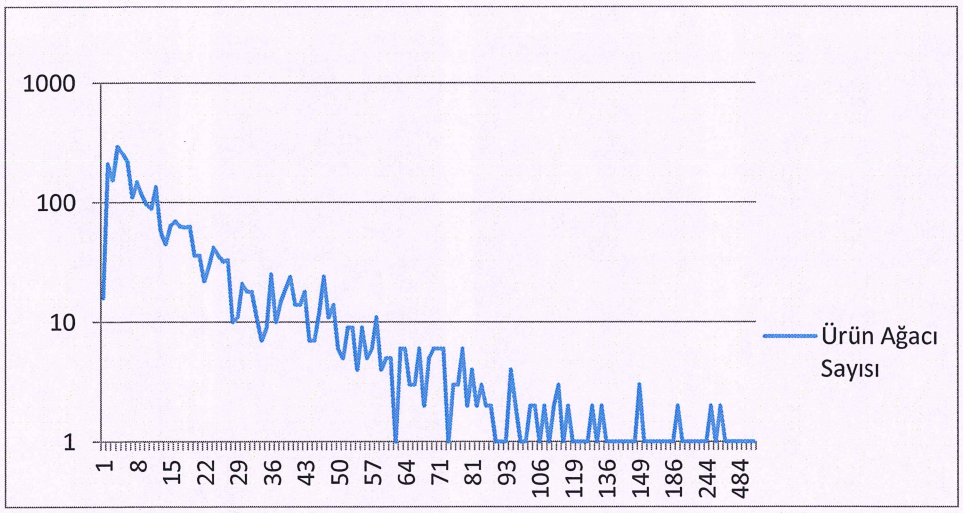
Tüm ürünler veya muhtemel çeşit sayısı fazla olan ürünlerin çeşitlerini bilgisayar sistemlerinin türetmesi zor olduğundan, ürün özellikleriyle alakalı veriler CAD/CAM sistemlerinden aktarılmıştır. Ayrıca kullanılmayan çeşitler veri tabanında gereksiz alan kaplayacağı için bilişim kapasitesinin de verimsiz kullanılmasına sebep olacaktır.



Şekil 7.2. Oluşturlabilecek Çeşit Sayıları

Çeşit türetme işleminin sadece CAD/CAM sistemine bağlı kalmaması için de ürün ağaçlarında formülasyon yapılmıştır. Her bir özelliğin modellenebilmesi amacıyla, her özelliğe en az bir tane formül atanmıştır. Mevcut ürünler 61935 formül ile modellenebilmiştir. Oluşturlan formül miktarına göre ürün ağacı sayıları Şekil 7.3'te verilmiştir. Şekle göre oluşturulan formül sayısı arttıkça ürün ağacı sayısı azalan bir eğilim izlemektedir.

Aktarılan ürün ağaçalarıyla iş emirleri açılabilecek ve MRP çalıştırılabitecektir. Fakat üretimi tamamlanan ürünler hangi paketlerde sevkedilecek, toplam kaç paket sevkedilecek ve paketlerin niceliklerinin raporlanabilmesi için ürün ağaçlarıyla birlikte, ürün bileşenleri için paket bilgileri de türetilmelidir. Bu paketlerin dinamik olarak seçilebilmesi için 3345 tane formül oluşturulmuştur. Formülasyonun oluşturulabilmesi için, sisteme 556 tane paket tanımlanmıştır.



Şekil 7.3. Formül Miktarına Göre Ürün Ağacı Sayıları

Yapılan aktarımların sonucunda hem ürün ağaçları ERP sistemi tarafından türetilebilir hale gelmiş hem de yeni ürünlerin CAD/CAM sisteminden ERP sistemine aktarılması sağlanmıştır. Ürün özelliklerinin ERP sistemine aktarılması üretim raporlarının ihtiyaç duyulan detayda olmasını sağlamıştır. Örneğin ebatlama işlemine girecek yarı mamüllerin en ve boy bilgileri sistem tarafından sağlanmıştır. Ayrıca üretim raporları ürünlerin ve yarı mamüllerin tüm özelliklerini içerecek şekilde güncellenmiştir. Bunun sonucunda ürün daha açık olarak ifade edilmiş, yanlış anlaşılmalardan veya bilgi eksikliklerinden kaynaklanan karışıklıklar giderilmiştir. Örneğin; ebatlanacak tüm parçaların en, boy bilgilerinin dinamik ürün ağacı verilerine bağlı olarak elde edildiği ebatlama listesi EK C'de, ürünün tüm özelliklerinin ve paket içeriklerinin ürün çeşitleri ve dinamik barkod sistemine bağlı olarak elde edildiği barkod raporu EK D'de verilmiştir.

Veri aktarımının bir faydası da ürün ağaçlarının tasarlanmasında ve oluşturulmasında geçirilen zamanın en aza indirlmesi olmuştur. Bu konuda planlanan 280 adam*saat'lik danışmanlığa gerek kalmamıştır. Ayrıca firmada teknik ofis bölümünde ürün ağaçları düzenlendikten sonra ERP sistemine aktarılması için fazladan personel çalıştırılmasına gerek kalmamıştır. Ürün ağacı oluşturma zamanının kısalmasına karşın 61935 formülün %27'si el ile tanımlanmıştır. Eksikliğin sebebi ortak malzemelerin özelliklerinin farklı ürünlerde, ürünün farklı özelliklerinin dikkate alınarak değiştirilmesidir. Bu eksiklik ürün verilerinin tamamının CAD sisteminden aktarımıyla giderilebilir. Üründe yapılan değişiklikler CAD verileri oluşturulmadan ERP sistemine aktarılamaz. Aktarımın zamanında yapılamamsı MRP'nin zamanında çalıştırılamamasına sebep olur. Ürün ağacı formülasyonu, üründe değişiklik olduğunda da MRP'nin çalıştırılabilmesini sağlamaktadır. Fakat hem formülasyonun bir kısmının el ile açılma zorunluluğu hem de sistemin dinamik olarak oluşturduğu veri miktarının artması sistemin kontrolünü zorlaştırmaktadır. Gelecek çalışmada bu zorluğun giderilmesi için önerilen model iyileştirilecektir.

KAYNAKLAR

[1] P. T. WHELAN, «An information model for a cam data base to support flexible manufacture of printed circuit boards,» IEEE Transactıons On Components, Hybrıds, And Manufacturıng Technology, cilt 15, no. 3, pp. 306-310, 1992.

[2] H. L. LEE, K. C. SO VE C. S. TANG, «The value of information sharing in a two-level supply chain,» Management Science, cilt 46, no. 5, p. 626–643, 2000.

[3] Z. HUA VE P. HE, «Process flexibility under bill of material constraints: part I – an effective measuring approach,» International Journal of Production Research, cilt 48, no. 3, p. 745–761, 2010.

[4] L.-C. WANG VE S.-K. LIN, «A multi-agent based agile manufacturing planning and control system,» Computers & Industrial Engineering, cilt 57, p. 620–640, 2009.

[5] J. G. CAMPOS VE M. HARDWICK, «A traceability information model for CNC manufacturing,» Computer-Aided Design, cilt 38, p. 540–551, 2006.

[6] J. WIRANDI VE A. LAUBER, «Uncertainty and traceable calibration – how modern measurement concepts improve product quality in process industry,» Measurement, cilt 39, p. 612–620, 2006.

[7] X. WANG, D. Lİ, C. O'BRIEN VE Y. LI, «A production planning model to reduce risk and improve operations management,» Int. J. Production Economics, cilt 124, p. 463–474, 2010.

[8] A. S. SOHAL, «Computerised parts traceability: an implementation case study,» Technovation, cilt 17(10), pp. 583-591 , 1997.

[9] S. BAÏNA VE H. P. G. MOREL, «New paradigms for a product oriented modelling: Case study for traceability,» Computers in Industry, cilt 60, p. 172–183, 2009.

[10] M. OUERTANİ, S. BAÏNA VE G. M. L. GZARA, «Traceability and management of dispersed product knowledge during design and manufacturing,» Computer-Aided Design, cilt 43, pp. 546-562, 2011.

[11] Y. YUSOF VE K. CASE, «Design of a STEP compliant system for turning operations,» Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, cilt 26, p. 753–758, 2010 .

[12] M. PUTZ VE T. LANGER, «Determination of extended availability and productivity for assembly systems using existing data base,» CIRP Annals, cilt 61, pp. 17-20, 2012.

[13] J. C. LEE VE M. D. MYERS, «Dominant actors, political agendas, and strategic shifts over time: a critical ethnography of an enterprise systems implementation,» Journal of Strategic Information Systems, cilt 13, p. 355–374, 2004.

[14] B. J. HICKS, S. J. CULLEY, C. A. MCMAHON VE P. POWELL, «Understanding information systems infrastructure in engineering SMEs: A case study,» Journal of Engineering and Technology Management, no. 27, pp. 52-73, 2010.

[15] F. BSHARAH VE M. LESS, «Requirements and strategies for the retention of automotive product data,» Computer-Aided Design , cilt 32, p. 145–158, 2000.

[16] D. E. CULLER VE W. BURD, «A framework for extending computer aided process planning to include business activities and computer aided design and manufacturing (CAD/CAM) data retrieval,» Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, cilt 23, p. 339–350, 2007.

[17] R. YILMAZ, Faaliyete dayalı maliyetleme temelinde kurumsal kaynak planlama sisteminin geliştirilmesi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü,Yayınlanmamış Doktora Tezi., 2009.

[18] G. Q. HUANG, Y. F. ZHANG VE P. Y. JIANG, «RFID-based wireless manufacturing for walking-worker assembly islands with fixed-position layouts,» Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, cilt 23, p. 469–477, 2007.

[19] D. N. SORMAZ, J. ARUMUGAM, R. S. HARIHARA, C. PATEL VE N. NEERUKONDA, «Integration of product design, process planning, scheduling, and FMS control using XML data representation,» Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, cilt 26, p. 583–595, 2010.

[20] R. MAULL, D. HUGHES VE J. BENNETT, «The role of the bill - of - materials as a CAD/CAPM interface and the key importance of engineering change control,» COMPUTING & CONTROL ENGINEERING JOURNAL, pp. 63-70, 1992.

[21] NIST-FIPS184, «NIST Information Technology Laboratory,» 21.12.1993. [Çevrimiçi]. Available: www.itl.nist.gov/fipspubs/idef1x.doc. [10.12.2012].

[22] NIST-FIPS183, «NIST Information Technology Laboratory,» 21.12.1993. [Çevrimiçi]. Available: www.itl.nist.gov/fipspubs/idef02.doc. [10.12.2012].

[23] W3C, «XML Essentials - W3C,» 2012. [Çevrimiçi]. Available: http://www.w3.org/standards/xml/core. [25.12.2012].

[24] S.-C. HAW VE C.-S. LEE, «Data storage practices and query processing in XML databases: A survey,» Knowledge-Based Systems, cilt 24, pp. 1317-1340, 2011.

[25] E. PARDEDE, J. W. RAHAYU VE D. TANIAR, «XML data update management in XML-enabled database,» Journal of Computer and System Sciences, cilt 74, p. 170–195, 2008.

[26] T.-K. CHANG VE G.-H. HWANG, «The design and implementation of an application program interface for securing XML documents,» The Journal of Systems and Software, cilt 80, p. 1362–1374, 2007.

[27] M. REZAYAT, «The enterprise-web portal for life-cycle support,» Computer-Aided Design, cilt 32, pp. 85-96, 2000.

[28] S. P. GAYIALIS VE I. P. TATSIOPOULOS, «Design of an IT-driven decision support system for vehicle routing and scheduling,» European Journal of Operational Research, cilt 152, p. 382–398, 2004.

[29] H. A. AKKERMANS, P. BOGERD, E. YÜCESAN VE L. N. V. WASSENHOVE, «The impact of ERP on supply chain management: Exploratory findings from a European Delphi study,» European Journal of Operational Research, cilt 146, p. 284–301, 2003.

[30] A. SKOOGH, T. PERERA VE B. JOHANSSON, «Input data management in simulation – Industrial practices and future trends,» Simulation Modelling Practice and Theory, cilt 29, p. 181–192, 2012.

[31] B. S. D. UGARTE, A. HAJJİ, R. PELLERIN VE A. ARTIBA, «Development and integration of a reactive real-time decision support system in the aluminum industry,» Engineering Applications of Artificial Intelligence, cilt 22, p. 897–905, 2009.

[32] N. ROBERTSON VE T. PERERA, «Automated data collection for simulation?,» Simulation Practice and Theory, cilt 9, p. 349–364, 2002.

[33] M. T. WYNN, C. OUYANG, A. H. T. HOFSTEDE VE C. J. FİDGE, «Data and process requirements for product recall coordination,» Computers in Industry, cilt 62, pp. 776-786, 2011.

[34] M. A. RODR'IGUEZ VE A. VECCHİETTI, «Enterprise optimization for solving an assignment and trim-loss non-convex problem,» Computers and Chemical Engineering, cilt 32, p. 2812–2822, 2008.

[35] R. MALHOTRA VE C. TEMPONI, «Critical decisions for ERP integration: Small business issues,» International Journal of Information Management, cilt 30, p. 28–37, 2010.

[36] P.-L. POON VE Y. T. YU, «Investigating ERP systems procurement practice: Hong Kong and Australian experiences,» Information and Software Technology, cilt 52, p. 1011–1022, 2010.

[37] C. BERCHET VE G. HABCHI, «The implementation and deployment of an ERP system:An industrial case study,» Computers in Industry, cilt 56, p. 588–605, 2005.

[38] S.-W. CHIEN VE S.-M. TSAUR, «Investigating the success of ERP systems: Case studies in three Taiwanese high-tech industries,» Computers in Industry, cilt 58, p. 783–793, 2007.

[39] P. IFINEDO, «Examining the influences of external expertise and in-house computer/IT knowledge on ERP system success,» The Journal of Systems and Software, cilt 84, p. 2065– 2078, 2011.

[40] T. ÖRS, Kurumal kaynak planlama sistemlerinde iç kontol uygulanabilirliği, Sakarya: Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2012.

[41] C. A. L. K. R. R. F. V. W. A. HOLSAPPLE, «Elektronik ticaret: Yeni iş fırsat yapı taşları,» Organizasyon Bilgisayar Elektronik Ticaret Dergisi., 1996.

[42] T. H. DAVENPORT, J. G.HARRIS VE S. CANTRELL, «Enterprise systems and onoing process change,» Vol.10, No.1, pp. 16-26, 2004.

[43] G. KEÇEK VE E. YILDIRIM, «Kurumsal kaynak planlama (ERP) sisteminin analitik hiyerarşi süreci (ahp) ile seçimi: Otomotiv sektöründe bir uygulama,» Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, pp. Cilt:15, Sayı:1, 2010.

[44] A. ŞENER, «İşletme kaynakları planlamasına giriş,» Ekonomi ve İş Dünyası, p. 1, 2009 .

[45] O. TORKUL VE İ. CEDİMOĞLU, «İşletme kaynakları planlaması,» Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi:2, p. 2, 1999.

[46] S. KÖMÜRCÜ, Matbaa işletmelerinde ERP (Enterprise Resource Planning) yazılımlarının kullanımı ve işletmeye sağladığı avantajlarının değerlendirilmesi, 2009.

[47] E. DÜZAKIN VE S. SEVİNÇ, «Kurum kaynak planlaması (ERP)",» Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdariBilimler Fakültesi Dergisi.Cilt.21, Sayı.1, p. 190, 2002.

[48] Ö. URAL, Orta ve büyük ölçekli hazır giyim işletmelerinde erp yazılımlarının kullanımı üzerinde bir araştırma, Ankara., 2004.

[49] E. A. V. VEEN VE J. C. WORTMANN, «New developments in generative bom processing systems,» Production Planning & Control, cilt 3, no. 3, pp. 327-335, 1992.

[50] H. M. H. HEGGE, «A generic bill of material processor using indirect identification of products,» Production Planning & Control, cilt 3, no. 2, pp. 336-342, 1992.

[51] A. J. C. TRAPPEY, T.-K. PENG VE H.-D. LIN, «An object - oriented bill of materials system for dynamic product management,» journal of intellihent manufacturing, cilt 7, pp. 365-371, 1996.

[52] E. YILDIRIM, Kurumsal kaynak planlama (erp) sisteminin analitik hiyerarşi süreci (ahp) ile seçilmesi - otomotiv sektöründe uygulama, 2008.

[53] V. JAYARAMAN, R. SRIVASTAVA VE W. C. BENTON, «A joınt optimization of product variety and ordering approach,» Computers & Operations Research, cilt 25, no. 7-8, pp. 557-566, 1998.

[54] L. L. ZHANG, E. VAREILLES VE A. MICHEL, «Generic bill of functions, materials, and operations for SAP2 configuration,» International Journal of Production Research, pp. 1-14, iFirst, 2012.

[55] L. SANTAMARI´A-SA´NCHEZ, M. NU´ÑEZ-NICKEL VE S. GAGO-RODRI´GUEZ, «The role played by interdependences in ERP implementations: An empirical analysis of critical factors that minimize elapsed time,» Information & Management, cilt 47, p. 87–95, 2010.

[56] W. ROSA, T. PACKARD, A. KRUPANAND, J. W. BILBRO VE M. M. HODA, «COTS integration and estimation for ERP,» The Journal of Systems and Software, cilt 86, p. 538– 550, 2013.

[57] SAP, «Customer testimonials,» 2012. [Çevrimiçi]. Available: http://www.sap.com/customer-testimonials/index.epx. [19.12.2012].

[58] M. P. GROOVER, Automation production systems, and computer - integrated manufacturing, Third Edition dü., New Jersey: Pearson Education Inc., 2008.

[59] P. SCALLAN, Process planning: The designing / manufacturing interface, First dü., C. Töre, Dü., Burlington: Elsevier, 2003.

[60] B. W. TAYLOR VE R. S. RUSSEL, Operations management, 5th dü., New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2006.

[61] T. E. VOLLMANN, W. BERRY, D. C. WHYBARK VE F. R. JACO, Manufacturing planning and control for supply chain management, 5th dü., şehir: McGraw-Hill Companies,Inc., 2005.

[62] B. B. FLYNN VE F. R. JACKOBS, «An experimental comparison of cellular (group technology) layout with process layout,» Decision Sciences, cilt 18, no. 4, pp. 562-587, 1987.

[63] L. L. ZHANG, E. VAREILLES VE M. ALDANONDO, «Generic bill of functions, materials, and operations for SAP,» International Journal of Production Research, cilt iFirst, pp. 1-14, 2012.

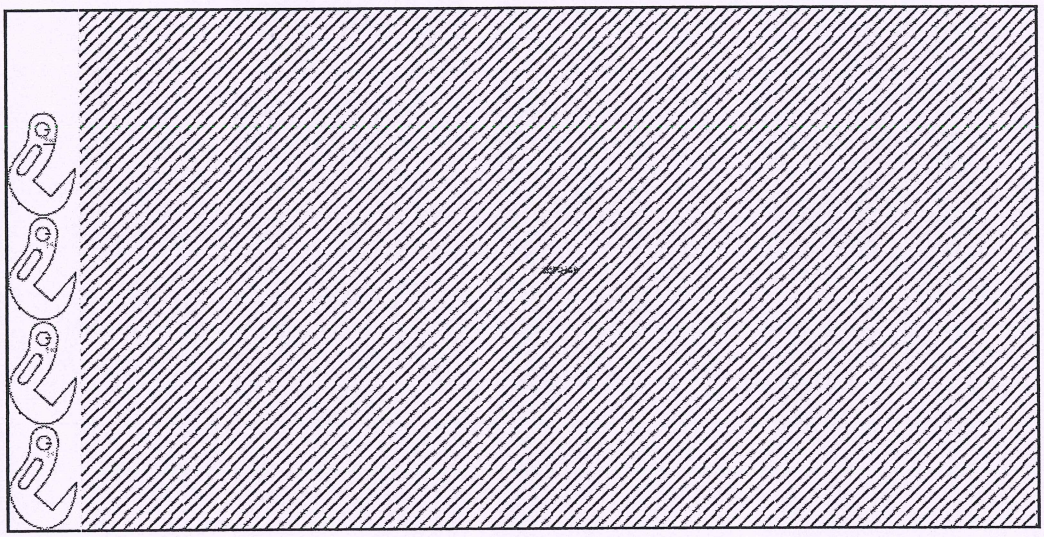
[64] L. C. M. PIRES, J. D. A. CARVALHO VE N. A. MOREIRA, «The role of bill of materials and movements (BOMM) in the virtual enterprises environment,» International Journal of Production Research, cilt 46, no. 4, p. 1163–1185, 2008.

[65] O. TORKUL, A comparison of MRP/GT and MRP/JS scheduling, School of Industial and Manufacturing Science, 1993.

[66] V. B. KRENG VE T. P. LEE, «Modular product design with grouping genetic algorithm — a case study,» Computers & Industrial Engineering, cilt 46, p. 443–460, 2004.

EK A. LANTEK NESTİNG (YERLEŞTİRME) RAPORU

	Ref	*20P*	**Miktar** *1*
	İş		27.02.2013
	CNC	*102582*	*3000 x 1500 x 8* 15:56:58.00
	TALEP NO		



Makine	*Ermaksan Laser 4.0KW /Fanuc*	**Ağırlık**	*284.4 kg*
Malzeme	*MAZAK RST 37-2*	**X**	*207.913*
Toplam süre	*00:04:09.84*	**Y**	*1206.245*
Kesim uzunluğu	*6927.174 mm*	**Kullan (%)**	*2.199*
Kullanici verisi 2		**İskarta (%)**	*47.069 4.672*

#	Referans	SONRAKİ İŞ	DEPO	Saç	Toplam	Part Time	Ağırlık	Kesim uzunluğu	Ölçüler
1	*00032*			*4*	*4*	*00:01:02.46*	*1.564*	*1.339*	*194.913 x 292.345*

(1)0

EK B. OPTİPLANNING OPTİMİZASYON RAPORU

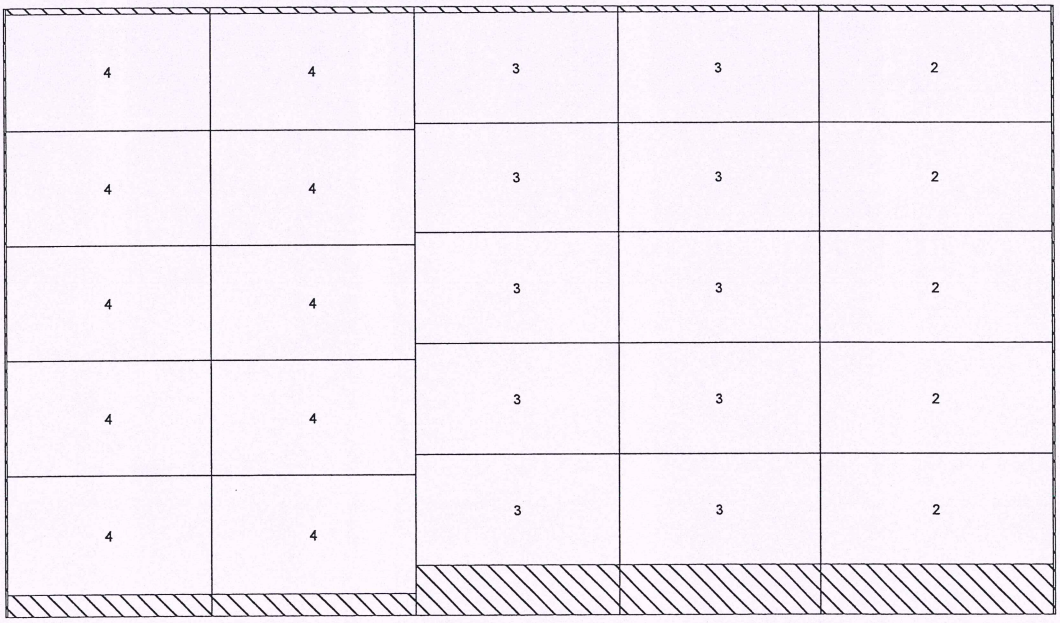
Optiplanning 2.02 © Biesse S.p.A. (0002)
dnm akcaagac 18mm
Material: 2100x3660 18 mm Akçağaç

dnm akcaagac 18mm
Parameters: EBT-WNT + ...

Biesse S.p.A. - Selco
Via della Meccanica, 16
Wed Feb 27 21:29:50 2013

2100x3660 18 mm Akçağaç — 1 * 3660,0 × 2100,0 × 18,0

Pattern : 1 of 2 — Short Rip (SR)



Area used : 3.640,0 × 1.988,0

Cycles	1	Material	Production	Drops	
Scrap					
Cycle Time	0:00:00	7,69 m²	6,93 m²	0,00 m²	0,76
m²					
Total Time	0:00:00	0,138 m³	0,125 m³	0,000 m³	0,014
m³					
Max Stack	5	100,00 %	90,11 %	0,00 %	9,89
%					

Cod	Description	Length (mm)	Width (mm)	Quantity Required.	Quantity Prod.	Quantity Pattern
To Do						
2	80 lık Dolaplar Çoft Suntalam Kapaklı al	800,0	375,0	5	0	5
Completed						
3	80 lık Dolaplar Çoft Suntalam Kapaklı ya	701,0	375,0	10	0	10
Completed						
4	80 lık Dolaplar Çoft Suntalam Kapaklı ka	710,0	394,0	10	0	10
Completed						

EK C. OPTİMİZASYON LİSTESİ

01.04.2013

Seri	No	Ürün Kodu	Ürün Adı	Parça Kodu	Parça Adı	Malzeme Kodu	Malzeme Adı	ÜrünM.	L	W	Renk	Opt
AS-YI	42	152.01.001.02 2.000.01	COMET MASA	151.01.001.191. 022.01	COMET MASA PERDE	150.01.001.001.018	SUNTALAM 18 MM	10	770	435	HUS(VISN E)	1
AS-YI	42	152.01.001.02 2.000.01	COMET MASA	151.02.001.014. 022.01	COMET MASA UST TABLA ALT	150.01.001.001.018	SUNTALAM 18 MM	10	1600	900	HUS(VISN E)	1
AS-YI	42	152.01.001.02 2.000.01	COMET MASA	151.02.001.023. 022.01	COMET MASA UST TABLA ORTA ON	150.01.001.001.018	SUNTALAM 18 MM	10	1605	270	HUS(VISN E)	2
AS-YI	42	152.01.001.02 2.000.01	COMET MASA	151.02.001.026. 022.01	COMET MASA UST TABLA ORTA YAN	150.01.001.001.018	SUNTALAM 18 MM	20	860	90	HUS(VISN E)	2
AS-YI	42	152.01.001.02 2.000.01	COMET MASA	151.02.001.031. 022.01	COMET MASA UST TABLA UST	150.01.001.001.018	SUNTALAM 18 MM	10	1600	900	HUS(VISN E)	1
AS-YI	42	152.01.004.02 2.000.01	COMET SEHPA	151.01.004.093. 022.01	COMET SEHPA AYAK SAG	150.01.001.001.030	SUNTALAM 30 MM	10	380	450	HUS(VISN E)	2
AS-YI	42	152.01.004.02 2.000.01	COMET SEHPA	151.01.004.094. 022.01	COMET SEHPA AYAK SOL	150.01.001.001.030	SUNTALAM 30 MM	10	380	450	HUS(VISN E)	2
AS-YI	42	152.01.004.02 2.000.01	COMET SEHPA	151.01.004.431. 022.01	COMET SEHPA ALT TABLA	150.01.001.001.018	SUNTALAM 18 MM	10	440	429	HUS(VISN E)	1
AS-YI	42	152.01.004.02 2.000.01	COMET SEHPA	151.01.004.470. 022.01	COMET SEHPA ARA KAYIT	150.01.001.001.018	SUNTALAM 18 MM	10	440	89	HUS(VISN E)	2
AS-YI	42	152.01.004.02 2.000.01	COMET SEHPA	151.02.004.014. 022.01	COMET SEHPA UST TABLA ALT	150.01.001.001.018	SUNTALAM 18 MM	10	540	540	HUS(VISN E)	1
AS-YI	42	152.01.004.02 2.000.01	COMET SEHPA	151.02.004.031. 022.01	COMET SEHPA UST TABLA UST	150.01.001.001.018	SUNTALAM 18 MM	10	540	540	HUS(VISN E)	1

nexoff

ÜRETİM TARİHİ	COMET SEHPA	PAKET NO
2012-06-01	152.01.004.022.000.01	1/1

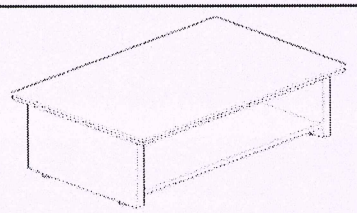
COMET SEHPA UST TABLA KOMPLESI, COMET SEHPA AYAK SAG, COMET SEHPA AYAK SOL, COMET SEHPA ALT TABLA, COMET SEHPA ARA KAYIT, ALICE SEHPA BAGLANTI VE AKSESUAR GRUBU

ÖLÇÜLER					
L=	600	W=	600	H=	150

		SİPARİŞ	BARKOD	PKT NU.
HACİM	0,05			16
AĞIRLIK	20,00			

Adres

Bina: Kat: Oda:



Müşteri Kodu:
120.04.54.1835
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
TEKNİK EĞİTİM FAKULTESİ
Sipariş No: AS-Yİ 42

ÖZELLİKLER

L=55 P1=HUS(VISNE)
P2=SIYAH TR=HUS(VISNE)
MODEL=COMET SEHPA

nexoff

ÜRETİM TARİHİ	COMET SEHPA	PAKET NO
2012-06-01	152.01.004.022.000.01	1/1

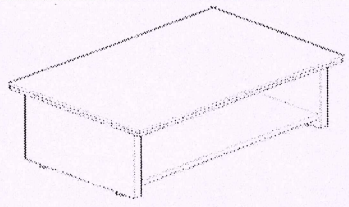
COMET SEHPA UST TABLA KOMPLESI, COMET SEHPA AYAK SAG, COMET SEHPA AYAK SOL, COMET SEHPA ALT TABLA, COMET SEHPA ARA KAYIT, ALICE SEHPA BAGLANTI VE AKSESUAR GRUBU

ÖLÇÜLER					
L=	600	W=	600	H=	150

		SİPARİŞ	BARKOD	PKT NU.
HACİM	0,05			17
AĞIRLIK	20,00			

Adres

Bina: Kat: Oda:



Müşteri Kodu:
120.04.54.1835
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
TEKNİK EĞİTİM FAKULTESİ
Sipariş No: AS-Yİ 42

ÖZELLİKLER

L=55 P1=HUS(VISNE)
P2=SIYAH TR=HUS(VISNE)
MODEL=COMET SEHPA

nexoff

ÜRETİM TARİHİ	COMET SEHPA	PAKET NO
2012-06-01	152.01.004.022.000.01	1/1

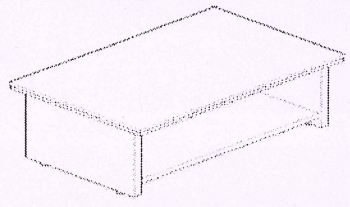
COMET SEHPA UST TABLA KOMPLESI, COMET SEHPA AYAK SAG, COMET SEHPA AYAK SOL, COMET SEHPA ALT TABLA, COMET SEHPA ARA KAYIT, ALICE SEHPA BAGLANTI VE AKSESUAR GRUBU

ÖLÇÜLER					
L=	600	W=	600	H=	150

		SİPARİŞ	BARKOD	PKT NU.
HACİM	0,05			18
AĞIRLIK	20,00			

Adres

Bina: Kat: Oda:



Müşteri Kodu:
120.04.54.1835
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
TEKNİK EĞİTİM FAKULTESİ
Sipariş No: AS-Yİ 42

ÖZELLİKLER

L=55 P1=HUS(VISNE)
P2=SIYAH TR=HUS(VISNE)
MODEL=COMET SEHPA

ÖZGEÇMİŞ

Raşit Cesur, 04.09.1987'de İzmir'de doğdu. İlköğrenimini Banaz Atatürk İlkokulu'nda ve Banaz Şehitler İlkoöğretim okullarında aldı. Ortaöğrenimi Uşak Şehit Abdülkadir Kılavuz Anadolu Öğretmen Lisesi'nde 2005 yılında tamamladı. 2005 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünü 2010 yılında bitirdi. 2010 yılında Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği bölümünde yüksek lisansa başladı. 2010 yılında Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Halen Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.