

Sıcak Dövme Sektöründe Üretim Planlama için Yönetim Bilişim Sistemi Geliştirilmesi

Maide Sina Nur DEMİR¹, Nadide Gizem GÜRSÖN DOLAR^{2*}, Hadi GÖKÇEN³

¹ Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Bilişim Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

² Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Ankara, Türkiye

³ Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

*¹ maidesina@gmail.com, ² gursongizem@gmail.com, ³ hgokcen@gazi.edu.tr

(Geliş/Received: 18/03/2025;

Kabul/Accepted: 02/09/2025)

Öz: Bu çalışmada, üretim planlama süreçlerinin etkinliğini artırmak amacıyla yönetim bilişim sistemleri (YBS) bakış açısıyla bir bilgi sistemi tasarlanmış ve sistemin bir işletmede uygulaması gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen YBS tasarımı kapsamında; işletmenin sipariş takibi, stok yönetimi, tedarikçi entegrasyonu ve makine kapasite planlaması gibi işlevleri, VBA tabanlı Excel araçlarıyla entegre edilmiştir. Veri akış diyagramları ve ilişkisel veri tabanı yapıları kullanılarak sistematik bir çözüm oluşturulmuş ve işletmede uygulanmıştır. Oluşturulan yeni üretim programına ilişkin verilerin sonuçları, işletmenin kullanmakta olduğu Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) üzerindeki veriler aracılığıyla kıyaslanmış ve işletmenin üç ayrı Temel Performans Göstergesi (KPI) kullanılarak karşılaştırılmıştır. Uygulama sonucunda işletmenin üretim planlama süreçlerinde önemli iyileştirmeler sağlanmış ve operasyonel verimlilik artırılmıştır. YBS'nin etkin kullanımı sayesinde süreçler daha sistematik ve kontrollü hale gelmiş, planlama kaynaklı aksaklıklar büyük ölçüde azaltılmıştır. Ayrıca, geliştirilen sistem, değişen üretim koşullarına hızlı uyum sağlayarak süreç yönetimini daha esnek ve etkili bir şekilde desteklemiştir. Sonuç olarak, bu çalışma, YBS'nin üretim planlamada nasıl bir destek mekanizması olarak kullanılabileceğini göstermiş ve süreçlerin iyileştirilmesine önemli katkılar sunmuştur.

Anahtar kelimeler: Üretim planlama, yönetim bilişim sistemleri (YBS), sıcak dövme, veri akış diyagramları, süreç optimizasyonu.

Development of Management Information System for Production Planning in Hot Forging Industry

Abstract: This study presents the design and implementation of a Management Information System (MIS) tailored to improve production planning efficiency in the hot forging industry. The developed system integrates core operational functions—including order tracking, inventory management, supplier coordination, and machine capacity planning—through a VBA-based Excel interface, supported by relational database structures and data flow diagrams. The system was implemented in a manufacturing company operating in the hot forging and machining sectors. Its performance was evaluated using three key performance indicators (KPIs) and benchmarked against the company's existing Enterprise Resource Planning (ERP) system. The results demonstrate significant improvements, including a reduction in planning time by 60%, a 30% decrease in planning-related production delays, and an increase in scheduling accuracy to 94%. In addition to operational gains, the system provided enhanced flexibility and responsiveness to dynamic production conditions, contributing to process reliability and organizational agility. These findings align with recent literature emphasizing the role of MIS in driving digital transformation and decision support in industrial environments. Overall, the study offers a practical example of how MIS can serve not only as a planning tool but also as a strategic enabler in manufacturing, particularly in sectors with complex and variable production requirements like hot forging.

Key words: Planning, management information systems (MIS), hot forging, data flow diagrams, process optimization.

1. Giriş

Sanayi üretiminde, süreçlerin verimli bir şekilde yönetilmesi ve optimize edilmesi, rekabet avantajını koruyabilmek için kritik bir öneme sahiptir. Özellikle sıcak dövme sektörü gibi yüksek enerji tüketimi ve zaman kısıtlamalarıyla karşı karşıya kalan sektörlerde, etkin üretim planlama süreçleri, operasyonel başarı ve sürdürülebilirlik açısından temel bir rol oynamaktadır. Geleneksel yöntemlerin sınırlamaları, bu alandaki süreçlerin daha esnek, hızlı ve veriye dayalı yönetilmesine olan ihtiyacı artırmaktadır.

* Sorumlu yazar: gursongizem@gmail.com. Yazarların ORCID Numarası: ¹ 0009-0008-1399-352X, ² 0000-0002-2710-4163, ³ 0000-0002-5163-0008

Bu bağlamda, Yönetim Bilişim Sistemleri (YBS), üretim planlama süreçlerini modernize etmek, operasyonel performansı artırmak ve kaynak kullanımını optimize etmek için güçlü bir araç sunmaktadır. YBS'nin sağladığı dijital çözümler, karar alma süreçlerini desteklerken aynı zamanda süreçleri daha kontrollü ve izlenebilir hale getirmektedir.

Bu çalışmada, sıcak dövme sektöründe üretim planlama süreçlerinin YBS perspektifiyle ele alınarak geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu projede öncelikle literatür taraması yoluyla üretim planlama süreçleri ve sıcak dövme sektörü detaylı bir şekilde incelenmiş, ardından faaliyetini 1966 yılından beri sürdürmekte olan, sıcak çelik dövme ve talaşlı imalat alanlarında uzmanlaşmış bir işletmenin üretim planlama sürecinin analiz edilmesiyle darboğazlar tespit edilmiştir.

Bu analizlere dayanarak geliştirilen YBS tabanlı çözüm, sipariş takibi, stok yönetimi, tedarikçi entegrasyonu ve makine kapasite planlaması gibi işletmenin birbirinden ayrı sürdürdüğü kritik işlevleri entegre edecek şekilde tasarlanmıştır. Geliştirilen bilgi sistemi, Sistem Geliştirme Yaşam Döngüsü çerçevesinde (Planlama, analiz, tasarım, yürütme ve kullanım) geliştirilmiş ve canlıya alınmıştır.

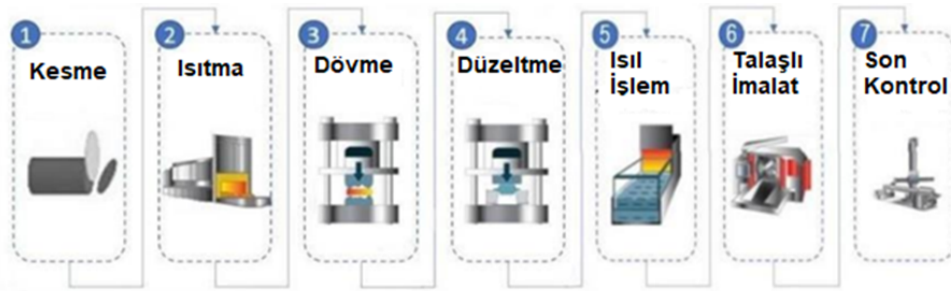
Çalışmanın sonunda, tasarlanan YBS'nin işletmenin üretim planlama süreçlerine etkileri üç ayrı temel performans göstergesine göre değerlendirilmiştir ve bulgular işletmedeki süreçlerin optimize edilmesi ve işletme performansının artırılması konusunda olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir. Çalışma bu yönüyle, Yönetim Bilişim Sistemleri'nin (YBS) işletmelere üretim süreçlerinde sağlayabileceği potansiyel katkıları ortaya koymaktadır. Çalışmanın ilk bölümünde, üretim planlama süreçleri ve sıcak dövme sektörü detaylı olarak incelenmiş, mevcut literatür taranarak bilgi altyapısı oluşturulmuştur. Sıcak dövme işlemlerinin özellikleri, üretim planlamanın gerekliliği ve dijitalleşmenin sektöre katkıları vurgulanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde öncelikle, sıcak çelik dövme sektöründe 1966 yılından beri faaliyet gösteren bir işletmenin mevcut durum analizi yapılmış, üretim planlama süreçleri ele alınmış ve manuel sistemdeki darboğazlar tespit edilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise tespit edilen sorunların çözümü için üretim planlama sürecine yönelik YBS geliştirilmiş ve işletmede uygulanmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise yeni üretim programına ilişkin verilerin sonuçları, işletmenin kullanmakta olduğu Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) üzerindeki veriler aracılığıyla kıyaslanmış ve işletmenin halihazırda kullanmakta olduğu üç ayrı Temel Performans Göstergesi (KPI) kullanılarak karşılaştırılmıştır.

2. İlgili Literatür

Çalışmanın literatür kısmı dört ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, en eski üretim tekniklerinden biri olan sıcak dövme ve bu tekniğin endüstriyel uygulamaları incelenmiştir. İkinci bölümde, sıcak dövme sektöründeki üretim planlama süreçlerine odaklanılmıştır. Üçüncü bölümde, YBS tasarımına ilişkin bilgiler sunulmuş, son bölümde ise YBS perspektifinden üretim planlama süreci ele alınmıştır.

2.1. Sıcak Dövme

Metal üretim ve şekillendirme endüstrisinde en eski üretim tekniklerinden biri olan dövme işlemi günümüzde dünyada ve ülkemizde endüstriyel uygulamalarda çok önemli bir yer tutmaktadır [1]. Dövme işlemi temel olarak, basma kuvvetlerinin etkisi ile malzemenin kalıcı olarak şekil değiştirmesi işlemidir. Dövme işleminde şekillendirilecek parçaya uygulanan baskı kuvveti pres veya şahmerdan çekiç vasıtasıyla elde edilmektedir. Dövme işlemi uygulanan iş parçasının sıcaklık mertebesine göre sıcak, ılık ve soğuk olarak gerçekleştirilmektedir [2].



Şekil 1. Kapalı kalıpta sıcak dövme işlemi [4].

Sıcak dövme yöntemleri arasında serbest dövme, kapalı kalıp dövme (Şekil 1) ve haddemele gibi teknikler yer almaktadır. Bu yöntemler arasındaki tercih, üretilecek parçanın boyutuna, geometrik karmaşıklığına ve hedeflenen üretim hacmine göre değişmektedir. Özellikle kapalı kalıpta dövme, yüksek hassasiyet gerektiren seri üretimlerde tercih edilmekte ve süreç otomasyonu ile daha izlenebilir bir yapı kazanmaktadır [3].

Dövme işlemi, yüksek mukavemetli ve güvenilir parça üretimini mümkün kıldığı için, üretim planlaması açısından kaynak yönetimi, kalıp hazırlığı ve makine kapasitesinin optimize edilmesini gerektiren bir süreçtir. Bu nedenle, bu çalışmada geliştirilen Yönetim Bilişim Sistemi'nin sıcak dövme sürecine entegrasyonu, yalnızca operasyonel verimliliği değil, aynı zamanda dövme prosesine özgü karmaşıklıkların yönetimini de kolaylaştırmayı amaçlamaktadır.

2.2. Üretim Planlama Süreci

İşletme fonksiyonlarındaki tüm faaliyetler, amaçlarının neler olduğunun ve bunlara nasıl ulaşacağının belirlenmesi ile başlar. Bu ise, planlama sürecinin başlangıcıdır, dolayısıyla üretim bir işletme fonksiyonu olduğu için, üretim faaliyetlerinin ilk adımını üretim planlaması oluşturur. Üretim planlaması, önceden belirlenen üretim gereksinimleri karşılamak için, kaynakların optimal kullanımını planlama faaliyeti olarak tanımlanabilir. Üretim planları, işletmenin amaçlarına ulaşabilmek için gerek duyulan üretim ihtiyaçlarının belirlenmesini sağlayan planlardır. İşletmede yapılacak olan tüm üretim faaliyetleri üretim planlarına göre gerçekleşmektedir. Üretim planları üretim faaliyetleri ile ilgilenen yöneticilere ve çalışanlara yol gösterirler [5].

Üretim planlama, bir işletmenin mevcut kaynaklarını en verimli şekilde kullanarak üretim süreçlerini düzenleme ve optimize etme sürecidir. Bu süreç, üretim hedeflerine ulaşmak için iş gücü, malzeme ve ekipman kullanımını koordine etmeyi içerir. Aynı zamanda üretim planlama, müşteri taleplerini karşılamak amacıyla zamanında ve kaliteli ürün teslimatını sağlamak için stratejik bir yol haritası oluşturur [6].

Üretim planlamasının temel amacı; kaynakların optimum kullanımı, maliyetlerin minimize edilmesi, stok yönetiminin iyileştirilmesi ve üretim sürelerinin kısaltılmasıdır. Aynı zamanda, üretim sürecinde verimlilik artışı sağlanarak rekabet avantajı elde edilir.

Bir üretim planı; talep tahminleri, üretim kapasitesi, hammadde temini, iş gücü planlaması, üretim zamanlaması gibi unsurları bir araya getirir. Planlama sürecinde karşılaşılan kaynak kısıtları ve kapasite sınırları, üretim hedeflerinin gerçekleştirilmesinde kritik rol oynar. Bu nedenle, işletmelerin üretim planlamasında etkin kararlar alabilmesi, günümüzde rekabet avantajını sürdürebilmeleri için hayati önem taşımaktadır [7].

Sistemin asıl değeri, yöneticilere ihtiyaç duydukları bilgiyi sunabilmesidir. Üretim planlama sistemi, üretimle ilgili kararları doğrudan vermez veya operasyonları uygulamaz; bu sorumluluk yöneticilere aittir. Sistem, karar verme süreçlerinde yöneticilere doğru ve zamanında rehberlik sağlayan bir araç olarak görev yapar [8].

Sıcak dövme sektöründe üretim planlama süreci, hammadde tedariki, kalıp hazırlığı, makine ve ekipman kapasitesinin optimizasyonu gibi kritik adımları kapsar. Sıcak dövme işlemleri, yüksek enerji tüketimi ve zaman kısıtları nedeniyle doğru zamanlama ve kaynak yönetimini zorunlu kılar. Üretim planlama sürecinde, müşteri siparişlerinin teslim tarihlerine uyum sağlamak için üretim döngüsü süreleri ve kalıp değiştirme işlemleri detaylı olarak hesaplanmalıdır. Ayrıca, sektörde sık karşılaşılan makine arızaları ve kalıp yıpranmaları gibi unsurlar, planlamayı dinamik hale getirir ve esnek üretim stratejilerinin uygulanmasını gerektirir. Sonuç olarak, sıcak dövme sektöründe etkili bir üretim planlaması, iş akışının verimli yönetilmesini sağlayarak maliyetleri düşürür, enerji kullanımını optimize eder ve teslimat sürelerini kısaltarak operasyonel performansı artırır [9].

2.3. Yönetim Bilişim Sistemleri Tasarımı

YBS, bir örgütün yönetiminde kullanılan bilgilerin işlenmesini ve iletilmesini sağlayan bir sistemdir [10]. YBS, birçok bilgi teknolojisi formunun toplumsal, kurumsal, grup ve bireysel düzeylerde stratejik, yönetsel ve operasyonel uygulamalarına odaklanan profesyonel ve uygulamalı bir disiplindir. Bilişsel psikoloji, bilgisayar bilimi, ekonomi, operasyon yönetimi, organizasyon felsefesi ve mühendislik kavramlarını içerir ve ilgili disiplinlerle etkileşim halindedir [11].

YBS, insan, teknoloji ve organizasyon arasındaki etkileşimi bütüncül bir perspektifle ele alan, disiplinler arası bir bilim dalıdır. Yönetim Bilişim Sistemleri, bilgi teknolojileri altyapısı ile organizasyonel yapı arasında bir köprü görevi görür. Bu sistemler sayesinde, kurum içi iletişim daha hızlı ve etkili hale gelirken, veri analizleri ve raporlama süreçleri de otomatize edilerek zaman ve maliyet tasarrufu sağlanır [11].

YBS'nin temel amacı, organizasyonların bilgiye dayalı karar alma süreçlerini iyileştirmektir [12]. Bu amaç doğrultusunda YBS;

- Bilgi Akışını Sağlar: Kurum içinde doğru ve güncel bilginin hızlı bir şekilde iletilmesini sağlar.

- Verimlilik Artışı: İş süreçlerinin otomasyonu ve dijitalleştirilmesi sayesinde zaman ve maliyet tasarrufu sağlar.
- Stratejik Karar Destek: Üst düzey yöneticilerin uzun vadeli stratejik planlama yapmalarına yardımcı olur.
- Operasyonel Etkinlik: Günlük operasyonların daha hızlı ve hatasız yürütülmesine olanak tanır.
- Rekabet Avantajı: Rakiplerden farklılaşmak için bilgi teknolojilerinden faydalanmayı sağlar [13].

Bu amaçlar doğrultusunda YBS, organizasyonların mevcut kaynaklarını en iyi şekilde kullanmalarına yardımcı olurken, sürdürülebilir büyüme ve gelişim için kritik bir araçtır.

Günümüzde hızla dijitalleşen sanayi yapısında, YBS, üretim planlama süreçlerini daha etkin, esnek ve veri odaklı hale getiren önemli bir destek mekanizması olarak öne çıkmaktadır. Bu süreçte YBS'nin, veriye dayalı karar alma mekanizmalarının güçlendirilmesi ve süreçlerin daha hızlı ve doğru bir şekilde yönetilmesi açısından önemli bir araç olduğunu ifade etmek mümkündür. Ayrıca YBS; bilgi teknolojilerini, süreçleri ve insan faktörünü entegre ederek, üretim planlama süreçlerinin daha etkin, esnek ve dinamik hale gelmesine katkıda bulunur [14].

YBS'nin sunduğu bütünsel bakış açısı, insan, teknoloji ve organizasyon faktörlerini bir araya getirerek üretim süreçlerinin optimize edilmesini sağlar. Bu sistemler sayesinde, talep tahminleri, kapasite planlaması, kaynak yönetimi ve zamanlama gibi üretim planlamanın temel bileşenleri, gerçek zamanlı veri akışı ile daha doğru planlanabilir. Özellikle büyük veri ve yapay zekâ destekli YBS uygulamaları, karmaşık üretim süreçlerini modelleyerek olası darboğazları önceden tespit eder ve operasyonel verimliliği artırır [15].

3. Üretim Planlama Süreci İçin YBS Geliştirilmesi

Çalışmanın mevcut durum ve uygulama kısmı dört ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, uygulamanın yapıldığı işletme ve bu işletmenin sektördeki yeri incelenmiştir. İkinci bölümde, geliştirilen sistem ve veri akış diyagramı sunulmuştur. Üçüncü bölümde, veri tabanı tasarımı ve birim ilişki diyagramları ele alınmış, son bölümde ise mevcut durum analizi ve tasarlanan sistemin işletmeye uyarlanması detaylandırılmıştır.

3.1. Uygulamanın Yapıldığı İşletme ve İşletmenin Sektördeki Yeri

Çalışma kapsamında uygulamanın gerçekleştirildiği işletme, 59 yıldır sıcak çelik dövme ve talaşlı imalat sektörlerinde faaliyet göstermektedir. Üretiminin %80'ini Avrupa ülkelerine ihraç etmekte olup, kalite yönetim sistemini ISO 9001:2015 ve IATF 16949:2016 standartlarına göre şekillendirmiştir. Ayrıca, tarım, makine, otomotiv ve savunma sanayilerine yönelik dövme parçalar üretmektedir. Bu kapsamda öncelikle işletmenin mevcut durumu analiz edilmiş, ardından geliştirilen sistem işletmede uygulanmıştır. Önerilen sistemin sonuçları ve mevcut duruma ilişkin sonuçlar işletmenin üretim planlama sürecinde kullanmakta olduğu üç ayrı KPI değerine göre kıyaslanmış ve çalışmanın sonuç kısmında yer verilmiştir. Uygulama sonunda YBS'nin potansiyel katkıları değerlendirilmiş ve işletmenin üretim planlama sürecine dair önerilerde bulunulmuştur.

3.2. Geliştirilen Sistem ve Veri Akış Diyagramı

Çalışma kapsamında, işletmedeki mevcut üretim planlama süreci bilgi sistemi üzerindeki eksiklikler göz önünde bulundurularak YBS tasarımı oluşturulmuş ve yeni bir veri tabanı tasarımı uygulanmıştır. Bu sistem, üretim süreçlerinin planlanması, takibi ve raporlanması için geliştirilmiştir. Sistemde, farklı departmanlar arasındaki veri akışı düzenlenmekte ve süreç yönetimi optimize edilmektedir. Sistemin, yöneticiler, planlama uzmanları, üretim çalışanları ve depo sorumluları tarafından kullanılması mümkündür.

İşletmenin mevcut durumda birbirinden ayrı şekilde sürdürdüğü işlevleri geliştirilen sistemde entegre edilmiştir. Bu bağlamda geliştirilen sistemde bulunan başlıca özellikler aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

- Müşteri Sipariş Takibi: Sisteme yeni siparişlerin girişi yapılır. Siparişe ait müşteri adı, ürün kodu, sipariş adedi ve temin süre bilgisi takip edilmektedir.
- Üretim Planlama: Üretim süreçleri; ürün kodu, malzeme kalitesi, ürün ağırlığı, parti miktarı, alternatif malzeme sırası, saatlik hedef üretim adedi gibi veriler baz alınarak planlanır. Planlama sonucunda üretim plan raporları yönetimle paylaşılır.
- Tedarikçi Yönetimi: Ham malzeme sipariş bilgileri, sipariş miktarları, tedarikçi adı ve sektörü gibi veriler sistem üzerinde takip edilir. Ayrıca ham malzeme termin tarihleri yönetilmektedir.

- Stok Takibi: Ham madde, yarı mamul ve mamul stok bilgileri, depo departmanı ile entegre bir şekilde sistemde izlenir. Stok durumuna göre üretim süreçleri planlanır.
- Makine ve Tezgâh Bilgileri: Üretim için gerekli makinelerin tezgâh adı ve üretkenlik bilgileri sisteme kaydedilir. Tezgâh uygunluğu ve iş yükü dikkate alınarak iş emirleri oluşturulur.
- Kalıphane Yönetimi: Üretimde kullanılacak kalıpların hazır olup olmadığı bilgisinin takibi sağlanır ve gerekli durumlarda bilgilendirme yapılır.
- Üretim Gerçekleştirme: İmalat birimi üzerinden ekip sayısı ve planlanan iş emirleri doğrultusunda üretim süreçleri başlatılır. Üretim süreçleri tamamlandıkça raporlama yapılır.
- Yönetim Raporlama: Yönetim departmanı, sistemden üretim planı raporlarını ve performans analizlerini alarak süreçlerin kontrolünü sağlar.
- Veri Entegrasyonu: Departmanlar arasında sürekli ve doğru veri akışı sağlanır. Böylece siparişten üretime, stoktan sevkiyata kadar tüm süreçler sistematik olarak yönetilir.

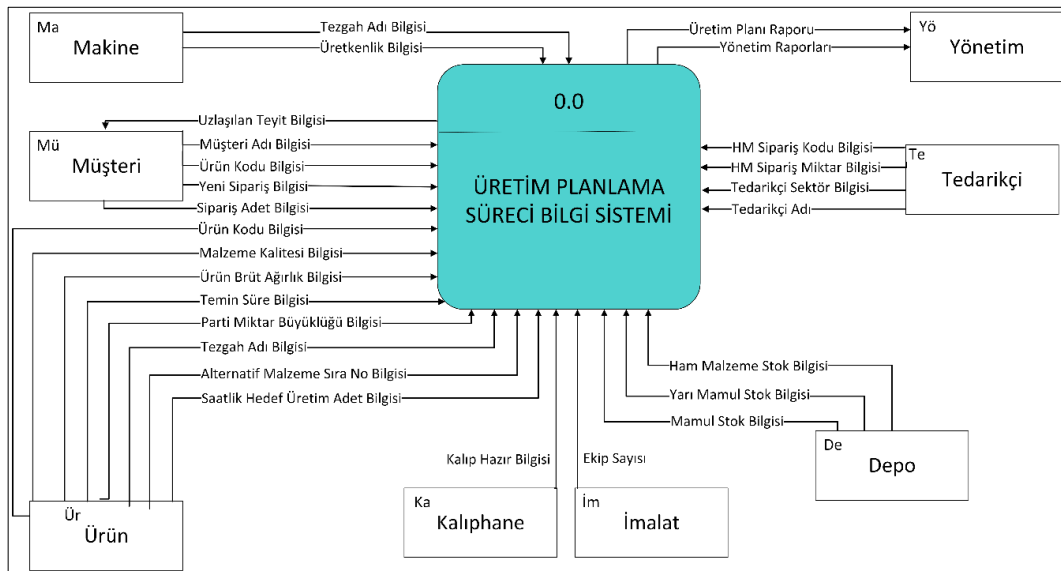
Sistemde her müşteri siparişine bir sipariş numarası atanır. Her sipariş bir ürüne bağlıdır ve her ürünün kendine ait bir kodu, kalite bilgisi ve üretim detayları vardır. Tedarikçilerden ham malzeme siparişleri sistemde takip edilir ve termin tarihlerine göre üretim planlanır. Depo stok seviyeleri sistem tarafından sürekli güncellenir. Yönetim departmanı, üretim süreçlerini kontrol ederek performans verilerini analiz edebilir. Bu yapı, üretim süreçlerinin verimliliğini artırarak zaman ve maliyet tasarrufu sağlar.

Üretim planlama ve yönetim süreçlerini etkileyen sistemin dış varlıkları Makine, Müşteri, Ürün, Kalıphane, İmalat, Depo, Tedarikçi, Yönetim olarak sıralanabilir. Söz konusu varlıklar birbirleri ile ilişki halinde olup işletme içindeki işleyişe katkı sağlamaktadırlar.

Sistem analizi ve tasarımında akış şemaları, veri akış diyagramları, veri sözlüğü, yapısal şemalar, karar ağaçları, HIPO Tekniği, Warnier-Orr diyagramları vb. gibi birçok araç bulunmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanlardan biri Veri Akış Diyagramıdır (VAD). VAD, bir sistemin veri akışını, veri girişlerini, çıkışlarını ve veri işlemlerini görsel olarak gösteren diyagram türüdür. VAD, karmaşık sistemleri anlamak, analiz etmek ve tasarlamak için kullanılan bir araçtır. Sistem içindeki veri hareketlerini ve bileşenler arasındaki ilişkileri sade ve anlaşılır bir şekilde ifade eder. Kaba ilişki diyagramı, sıfır seviye veri akış diyagramı ve alt seviye veri akış diyagramı olmak üzere üç tür veri akış diyagramının varlığından bahsetmek mümkündür [10].

3.2.1. Kaba İlişki Diyagramı

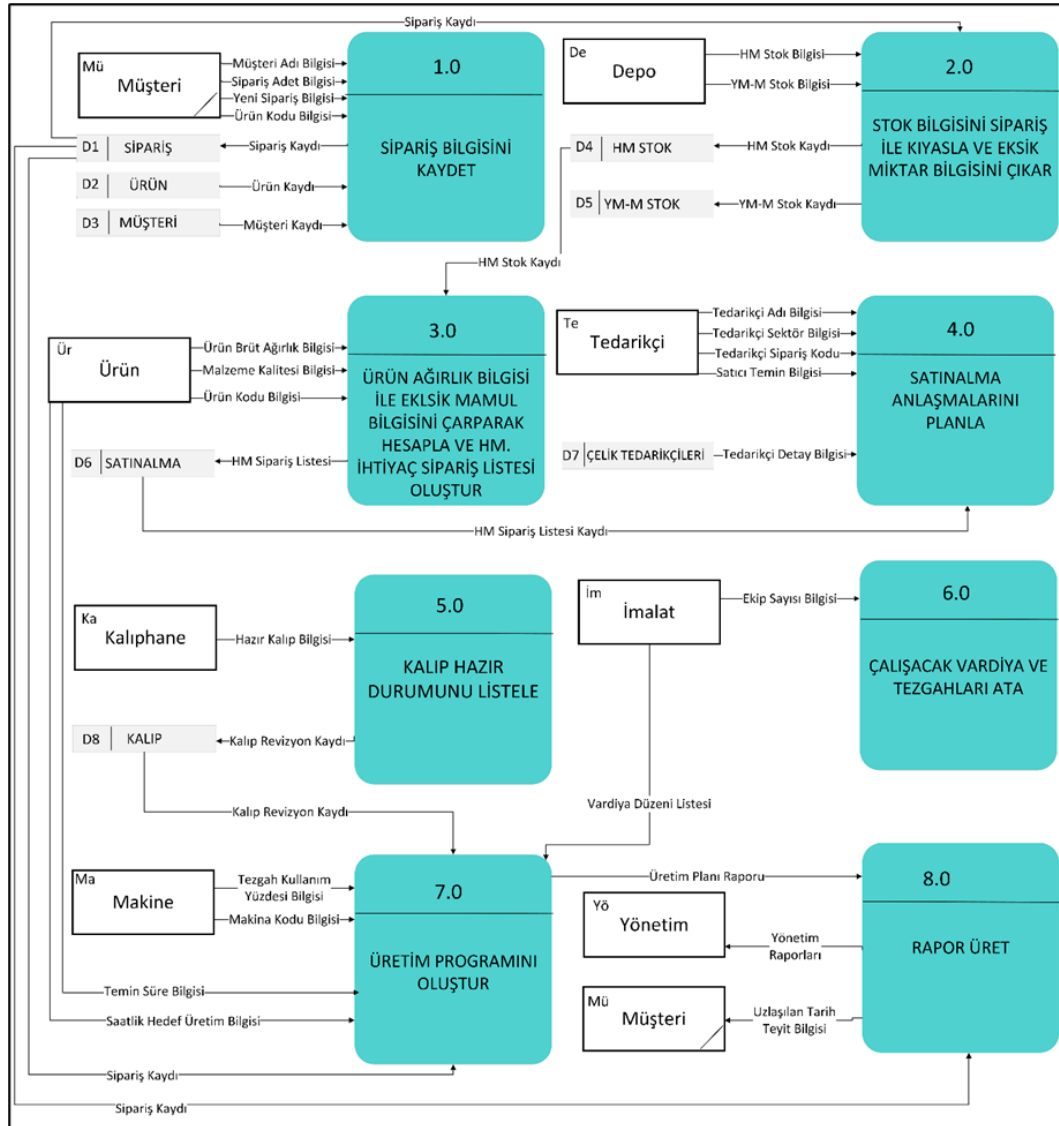
Çalışma kapsamında veri akış diyagramlarından öncelikle kaba ilişki diyagramı oluşturulmuştur. İşletmenin üretim planlama sürecine yönelik önerilen bilgi sisteminin kaba ilişki diyagramı Şekil 2’de gösterilmektedir. Diyagramın dışsal birimlerini; makine, müşteri, ürün, kalıphane, yönetim, tedarikçi, depo, imalat oluşturmaktadır. Sistem ve dışsal birimler arasındaki bilgi akışı görselde yer aldığı şekilde gerçekleşmektedir.



Şekil 2. ÜP süreci bilgi sistemi kaba ilişki diyagramı.

3.2.2. Sıfır Seviye Akış Diyagramı

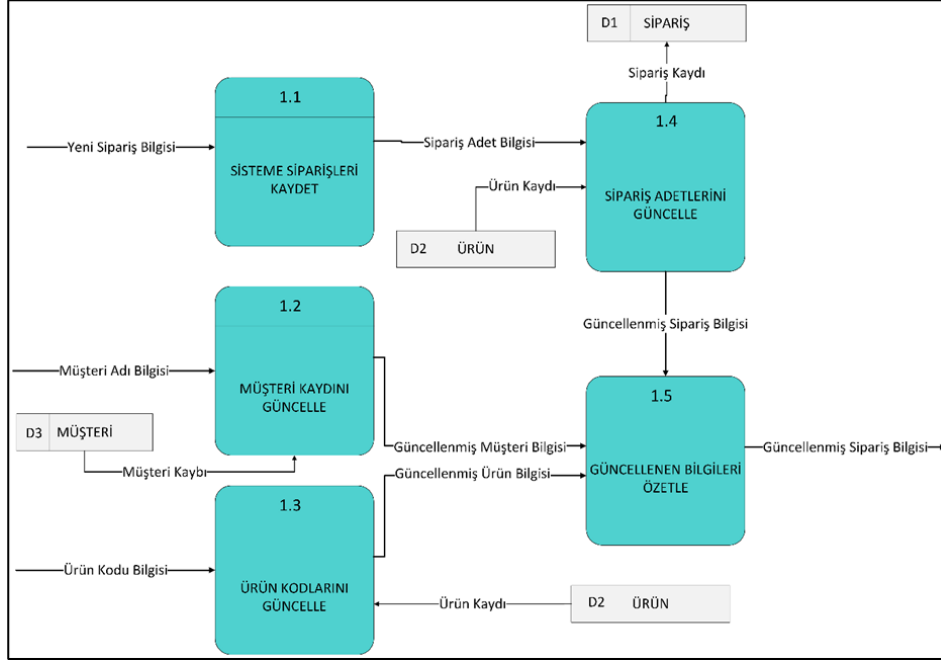
Kaba ilişki diyagramının oluşturulması ardından bilgi sisteminin sıfır seviye veri akış diyagramı oluşturulmuştur. Şekil 3'te ifade edildiği üzere makine, müşteri, ürün, kalıphane, yönetim, tedarikçi, depo, imalat sistemin dışsal birimlerini, sipariş, ürün, müşteri, hammadde stok, yarı mamul stok, satın alma, çelik tedarikçileri ve kalıp ise sistemin veri depolarını oluşturmaktadır. Bilgi sistemine yönelik prosesler ve veri akışları Şekil 3'te sıfır seviye akış diyagramında görüldüğü gibidir.



Şekil 3. Sıfır seviye akış diyagramı.

3.2.3. Proses 1.0 Alt Seviye Veri Akış Diyagramı

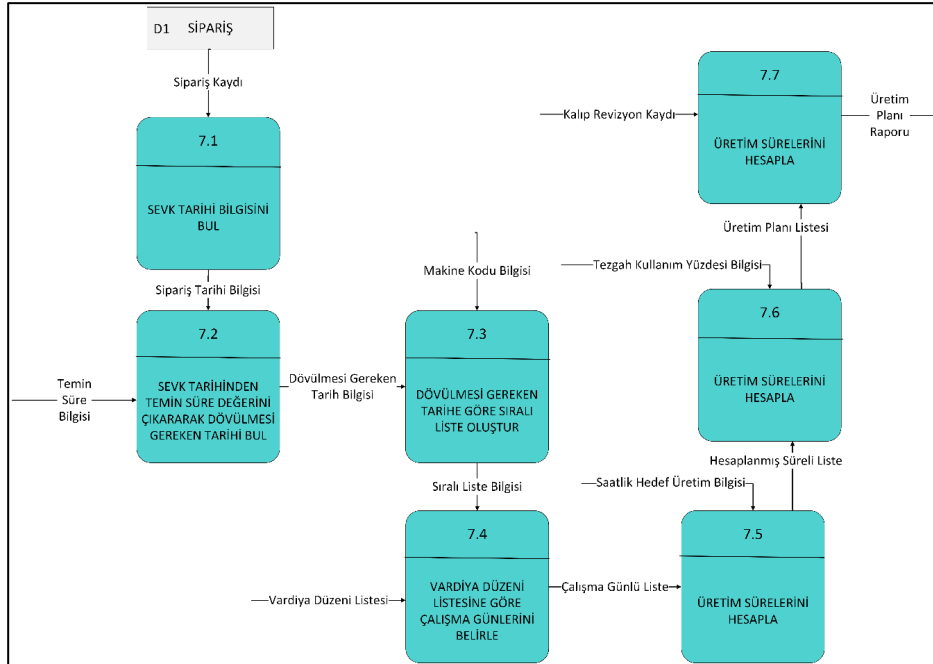
Üretim planlama süreci bilgi sisteminin ilk adımını oluşturan Proses 1.0, sipariş bilgisini kaydetme prosesidir. Sisteme siparişleri kaydetme, müşteri kaydını güncelleme, ürün kodlarını güncelleme, sipariş adetlerini güncelleme, güncellenen bilgileri özetleme alt proseslerinden oluşmaktadır. Proses 1.0'a ilişkin süreç Şekil 4'te görüldüğü gibidir.



Şekil 4. Proses 1.0 alt seviye VAD.

3.2.4 Proses 7.0 Alt Seviye Veri Akış Diyagramı

Üretim planlama sürecine ilişkin oluşturulan bilgi sisteminde Proses 7.0, üretim prosesini oluşturma prosesidir. Sevk tarihi bilgisini bulma, sevk tarihinden temin süre değerini çıkararak dövlmesi gereken tarihi bul, dövlmesi gereken tarihe göre sıralı liste oluşturma, vardiya düzeni listesine göre çalışma günlerini belirle, üretim sürelerini hesaplama, üretim planının üretkenlik değerleri ile oluşturma, kalıp revizyonunu programa ekle alt proseslerinden oluşmaktadır. Proses 7.0'a ilişkin süreç ve bilgi akışı Şekil 5'te görüldüğü gibidir.



Şekil 5. Proses 7.0 alt seviye VAD.

3.3. Veri Tabanı Tasarımı ve Birim İlişki Diyagramları

Birim-İlişki Diyagramı (BİD), sistemdeki varlıkların ne olduğunu, bu varlıkların hangi ilişkilerle birbirine bağlandığını ve hangi niteliklere sahip olduklarını gösteren bir veri tabanı tasarım aracıdır, veri tabanı tasarımında kullanılır ve birimler (entity) arası ilişkileri gösterir. VAD, sistem fonksiyonlarının yerine getirilebilmesi için veri hareketlerini gösterirken, BİD’de VAD’da yer alan veri deposunun içinde bulunan verileri göstermektedir [13].

Çalışma kapsamında birim ilişki diyagramlarının oluşturulması üretim planlama süreci bilgi sistemi geliştirilmesinin üçüncü adımını oluşturmaktadır.

3.3.1. Normalize Edilmemiş Kayıt Tipleri

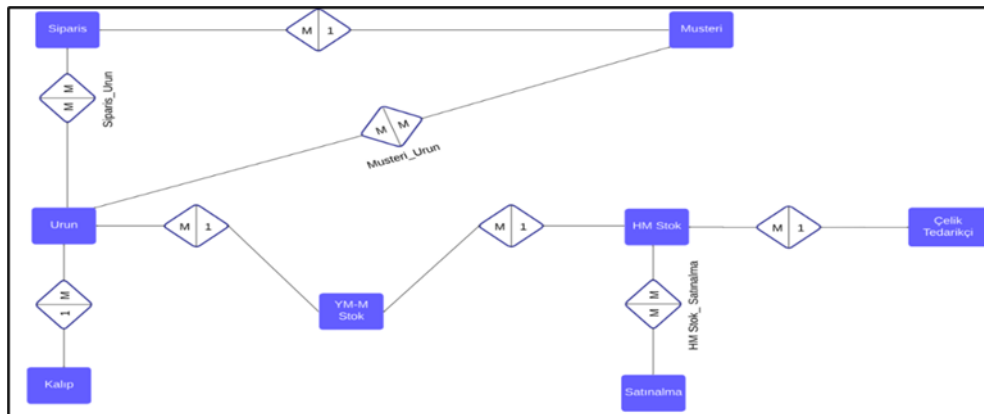
İşletmenin mevcut durumda kullandığı veri kayıt tablosu, başka bir ifade ile normalize edilmemiş kayıt tipleri Şekil 6’da görüldüğü gibidir.

Entity	PK	Attributes													
Sipariş	Sipariş ID	Sipariş Kodu	Sipariş Miktar	Bakiye	Sipariş Birim	Sipariş Tipi	Sevk Tarihi	Sipariş Onay Tarihi	Sipariş Durumu	Sipariş Geliş Tarihi					
Ürün	Ürün ID	Ürün Kodu	Ürün Adı	Ürün Fiyat	Ürün Seviyesi	Envanter Tipi	Envanter Takip Birimi	Ürün Brüt Ağırlık	Ürün Net Ağırlık	Ürün Model Resim	Etkinlik Gösterge si	Firma Karşılık Kodu			
Müşteri	MüşteriID	Firma Kodu	Firma Adı	Sektör	Ödeme Tipi	Müşteri Adres	Banka Kodları	Teslimat Tipi							
HM Stok	HM Stok Giriş No	Stok Giriş Türü	Giriş Tarihi	Giriş Parti No	İş Emri No	Depo Adı	Stok Birim	İlk Giriş Miktar	Tesellüm Miktar	Eldeki Miktar	Net Miktar	Rezerv Miktar	Red Miktar	Karantina Miktar	Dışardaki Miktar
YM-MM STOK	YM Stok Giriş No	Stok Giriş Türü	Giriş Tarihi	Giriş Parti No	İş Emri No	Depo Adı	Stok Birim	İlk Giriş Miktar	Tesellüm Miktar	Eldeki Miktar	Net Miktar	Rezerv Miktar	Red Miktar	Karantina Miktar	Dışardaki Miktar
Çelik Tedarikçi	TedarikçiID	Tedarikçi Kodu	Tedarikçi Adı	Ödeme Tipi	Tedarikçi Adres	Banka Kodları	Teslimat Tipi								
Satınalma	Satıcı Sipariş Kodu	İstek No	Malzeme Hizmet Kodu	İstek Miktar	Ölçü Birim	Satıcı Termin	Sipariş Kalan Miktar	İstek Termin	İstek Durum	İstek Türü	İsteği Yapan	Satıcı Sipariş Termin	Satıcı Sipariş Durum		
Kalıp	KalıpID	Kalıp Kodu	Kalıp Seti Adı	Kalıp Durumu											

Şekil 6. Normalize edilmemiş kayıt tipleri tablosu.

3.3.2. İlişki Diyagramları

Sistemin ihtiyaç duyduğu bilgileri saklayan veri depolarının görevini, veritabanı tasarımında BİD yerine getirecektir. Birimler, birden fazla veri deposunu barındırabilirler, VAD üzerindeki her bir veri deposunun, BİD’deki birim olarak ifade edilmesi tercih edilir bir yol olarak önerilmektedir. Planlama sürecine dair birim ilişki diyagramı Şekil 7’de gösterilmektedir.



Şekil 7. ÜP süreci birim ilişki diyagramı.

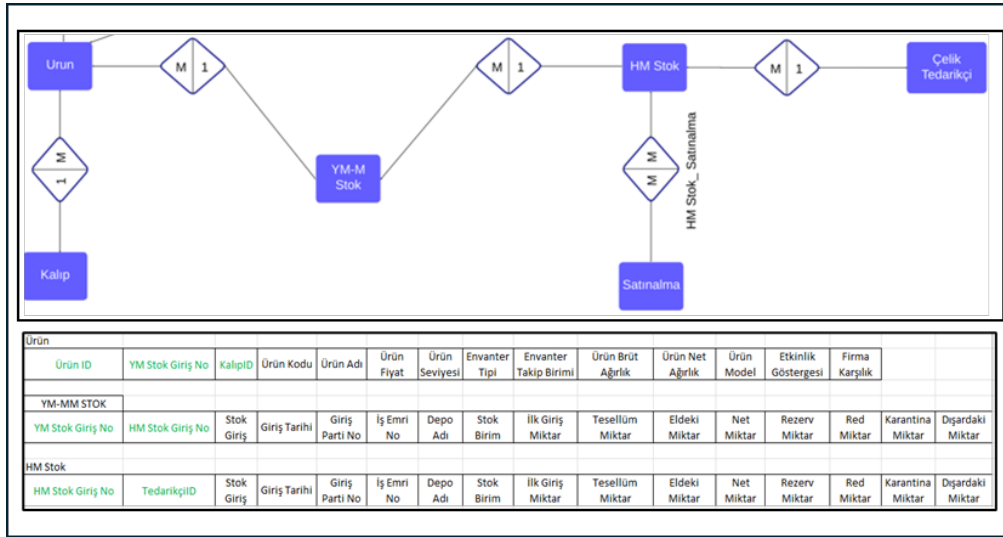
3.3.3. Normalize Edilmiş Kayıt Tipleri

- **1-M İlişkisi:** Sipariş ve Müşteri dış varlıkları arasındaki bire çok ilişki diyagramını ve normalize olmuş kayıt tablosu Şekil 8’de görüldüğü gibidir.



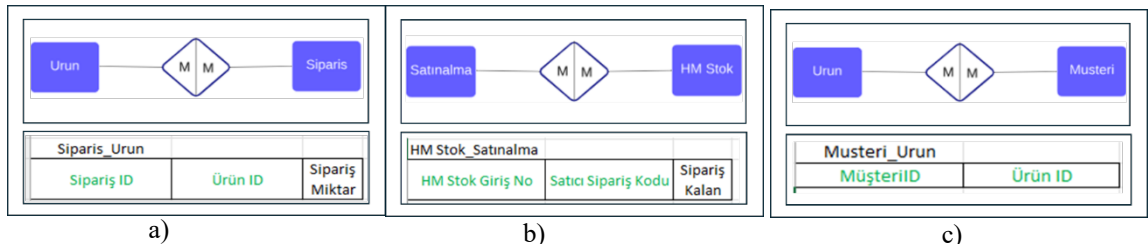
Şekil 8. Bire çok ilişki normalizasyonu- sipariş/müşteri.

Kalıp-ürün, ürün- yarı mamul/mamul, yarı mamul/mamul-ham malzeme stok, ham malzeme stok-çelik tedarikçi dış varlıkları arasındaki bire çok ilişki diyagramını ve normalize olmuş kayıt tablosu Şekil 9’da görüldüğü gibidir.



Şekil 9. Bire çok ilişki normalizasyonu- kalıp/ ürün/YM-M stok/ HM stok / satın alma/çelik tedarikçi.

- **M-M İlişkisi:** Ürün ve Sipariş varlıkları arasındaki çoka çok ilişkiyi temsil eden BİD ve normalize olmuş kayıt tablosu Şekil 10’da verilmiştir. Bir ürünle ilgili birden fazla sipariş söz konusu olacağı, bir siparişte de birden fazla ürün olabileceğini ifade etmektedir. Satın alma ve Ham malzeme stok varlıkları arasında çoka çok ilişki bulunmaktadır. Burada, bir satıcının birden fazla malzeme temini gerçekleştirmesi ve bir malzemenin de birden fazla satıcıdan temin edildiğini ifade etmektedir. Benzer şekilde, Ürün ve Müşteri stok varlıkları arasında da çoka çok ilişki mevcuttur. Burada da bir müşterinin birden fazla ürün talep etmesi ve bir ürünün de birden fazla müşteri tarafından talep edileceği durum ifade edilmiştir.



Şekil 10. Çoka çok ilişki normalizasyonu: a) ürün/sipariş b) satın alma/HM stok c) ürün/müşteri.

3.3.4. Sipariştten Üretime: Örnek Süreç Senaryosu

Geliştirilen sistemin işleyişini daha açık hale getirmek amacıyla, sipariştten üretim planına kadar olan bilgi akışına ilişkin örnek bir senaryo aşağıda sunulmuştur. Bu senaryo, farklı birimler arasındaki veri hareketlerini ve sistem modüllerinin nasıl etkileşim içinde çalıştığını göstermektedir (Tablo 1).

Örnek Süreç Senaryosu:

Müşteri Siparişi Girişi:

Planlama birimi, yeni bir müşteri siparişini ERP üzerinden girer. Siparişe ait müşteri bilgisi, ürün kodu, adet ve teslim tarihi sisteme kaydedilir.

Stok Durumu ve Tedarik Kontrolü:

Sistem, siparişteki ürün için gerekli olan ham malzemenin stokta olup olmadığını kontrol eder. Eksik malzemeler varsa, tedarik süresi dikkate alınarak malzeme siparişi planlanır.

Ürün ve Kalıp Bilgileri Erişimi:

Ürüne ait teknik bilgiler ve kullanılacak kalıp verileri sistemdeki ilişkisel veri tabanından otomatik olarak alınır.

Üretim Planlama:

Siparişin sevk tarihine göre, sistem dövülmesi gereken tarihi hesaplar ve mevcut makine kapasitesi, vardiya düzeni, kalıp revizyonları gibi parametrelere göre optimal bir üretim planı oluşturur.

Çizelgeleme ve Raporlama:

Üretim sıralaması belirlenir ve sistem tarafından grafiksel raporlar oluşturularak yönetim birimine sunulur. Planlama doğruluk oranı KPI ile izlenebilir hale gelir.

Tablo 1. Süreç Senaryosu.

Aşama No	Süreç Adımı	İlgili Sistem Modülü	Üretilen Veri / İşlem Sonucu
1	Siparişin ERP'ye girişi	Sipariş Yönetimi	Sipariş No, Müşteri, Ürün, Teslim Tarihi
2	Malzeme durumu kontrolü	Stok ve Tedarik Yönetimi	Mevcut Stok, Termin Tarihleri
3	Kalıp ve teknik bilgi alınması	Ürün-Kalıp Yönetimi	Kalıp kodu, Üretim detayı
4	Üretim planının oluşturulması	Üretim Planlama Modülü	Vardiya, Makine Yüğü, Zamanlama
5	Planın çizelgelenmesi ve raporu	Yönetim Raporlama Modülü	Günlük plan, grafik rapor, KPI analizi

3.4. Mevcut Durum Analizi ve Tasarlanan Sistemin İşletmeye Uyarlanması

Mevcut durumda, üretim planlama sürecine ilişkin bilgi sistemi oluşturulmadan önce, müşteri siparişleri öncelikle ERP sistemine kaydedilmekte ve ardından Microsoft Excel'e aktarılmaktadır. Kullanılan ham malzemeler Excel üzerinde doldurulmuş olup, ERP ile entegrasyonu yapılmamaktadır. Bu sebeple ERP üzerinde yapılan güncellemeler programa otomatik olarak yansımamaktadır. Bu sebeple bu aşamadan sonra, sıralama işlemleri manuel olarak kopyala-yapıştır yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Geliştirilen YBS tasarımı öncesinde, üretim planlama süreci ERP sistemine girilen siparişlerin manuel olarak Excel'e aktarılmasıyla yürütülmekteydi. Bu süreçte, malzeme ve stok bilgileri arasında entegrasyon bulunmamakta, veri güncellemeleri manuel olarak yapılmakta ve sıralamalar kullanıcı müdahalesine dayalı kopyalama işlemleriyle gerçekleştirildiğinden zaman kayıpları ve hata riski artmaktaydı (Şekil 11). Geliştirilen sistemin Excel-VBA tabanlı olarak tercih edilmesinde, işletmenin mevcut dijital altyapısı, çalışanların bu araca olan aşinalığı ve düşük maliyetli geliştirme imkânı etkili olmuştur. ERP sisteminin özelleştirilmesi yüksek lisans ve teknik destek maliyetleri doğuracağı için kısa vadede tercih edilmemiştir. Web tabanlı sistemler ise güvenlik, barındırma ve entegrasyon gibi teknik zorluklar nedeniyle uygulanabilir bulunmamıştır. Şekil 11, işletmeye yönelik gizli bilgiler içerdiğinden parça kodu, ham malzeme kodu ve müşterilere yönelik bilgiler görselde kapatılmıştır.

Parça Kodu	Miktar	Ağırlık	Hammalzeme	Sevk Tarihi	Saatlik Hedef	Termin Süre	Parti Büyüklüğü	Müşteri Kodu	B.Ağırlık	Tamamlanacak Tarih	Başlangıç Tarihi
SIRALI PARÇA KODU		0	HAMMALZEME KODU	28.09.2019	64	0	500	MÜŞTERİ KODU	11,2	28.09.19	01.12.21
	400	3796		15.11.2021	85	5	400		9,1	10.11.21	01.12.21
	2000	22963		15.12.2021	70	20	192		11,0	25.11.21	01.12.21
	40	464		30.11.2021	60	3	3000		11,2	27.11.21	04.12.21
	40	395		15.12.2021	95	10	600		9,5	05.12.21	04.12.21
	2600	42.101		6.12.2021	92	10	1500		15,6	26.11.21	04.12.21
	2465	12331		10.12.2021	129	10	4000		4,8	30.11.21	06.12.21
	1000	5647		29.12.2021	60	10	500		5,4	19.12.21	08.12.21
	500	7192		30.12.2021	95	30	160		13,8	30.11.21	09.12.21
	900	10998		30.12.2021	82	30	160		11,8	30.11.21	10.12.21
	1000	20800		30.12.2021	80	10	400		20,0	20.12.21	11.12.21
	1750	27838		21.12.2021	110	20	1500		15,3	01.12.21	12.12.21
	700	14196		30.12.2021	86	20	160		19,5	10.12.21	13.12.21
	300	10124		15.01.2022	47	30	1000		32,5	16.12.21	14.12.21
	220	7425		30.01.2022	47	30	1000		32,5	31.12.21	15.12.21
	2200	56170		19.01.2022	80	3	500		24,6	16.01.22	21.12.21
	2000	21840		10.12.2021	92	30	250		10,5	10.11.21	15.12.21
	250	6822		15.01.2022	50	20	100		26,2	26.12.21	17.12.21
	1000	16041		15.12.2021	89	30	160		15,4	15.11.21	18.12.21
	1350	27518		28.12.2021	80	30	500		19,6	28.11.21	19.12.21
	500	5356		10.12.2021	105	3	300		10,3	07.12.21	20.12.21
	500	5746		15.12.2021	101	10	300		11,1	05.12.21	21.12.21
	1200	17073		23.12.2021	85	20	500		13,7	03.12.21	21.12.21
	4000	20010		17.12.2021	129	10	4000		4,8	07.12.21	22.12.21
	1050	18619		7.01.2022	50	30	220		17,1	08.12.21	25.12.21
	2000	40766		1.01.2022	92	20	250		19,6	12.12.21	27.12.21
	260	5381		24.12.2021	70	10	500		19,9	14.12.21	29.12.21
	70	825		24.12.2021	60	10	2500		11,3	14.12.21	29.12.21
	3500	30940		30.12.2021	139	10	2500		8,5	20.12.21	29.12.21
	1200	24960		17.01.2022	80	30	400		20,0	18.12.21	01.01.22
	1500	26598		17.01.2022	50	30	220		17,1	18.12.21	02.01.22
	1300	10248		27.01.2022	95	40	105		7,6	18.12.21	05.01.22

Şekil 11. ÜP süreci eski uygulama ekran görüntüsü.

Yeni sistemde, ERP'den alınan veriler normalize edilmiş tablolar aracılığıyla makro destekli bir Excel arayüzüne aktarılmıştır. Kullanıcılar, sistemdeki temel planlama işlemlerini belirli butonlar aracılığıyla gerçekleştirmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. ÜP proje butonları.

3.4.1. Sipariş Sıralama Butonu

Bu buton, ERP'den alınan sipariş verilerini sevk tarihlerine göre sıralar. Böylece, üretim öncelikleri sistematik şekilde belirlenir.

3.4.2. Ham Malzeme Planlama Butonu

Bu fonksiyon, sıralı siparişleri değerlendirerek üretim paketleri oluşturur ve ham malzeme gereksinimlerini hesaplar. Malzeme ihtiyaçları, termin süresine göre planlanarak üretim öncesi hazırlık süresi optimize edilir (Şekil 13).

Sıcak Dövme Sektöründe Üretim Planlama için Yönetim Bilişim Sistemi Geliştirilmesi

TEZGAH ADI	PARÇA KODU	SİPARİŞ MİKTAR	ÜRETİLECEK MİKTAR (KÜMÜLE)	ÜRETİLECEK MİKTAR TARİH BAZLI	ÜRETİLECEK MİKTAR AĞIRLIK	ÜRETİLECEK MİKTAR FİRELİ AĞIRLIK	HAM MALZEME KODU	SEVK TARİHİ	SAATLİK HEDEF ADET	ÜRETİM SÜRE	MÜŞTERİ KODU	DÖVME AĞIRLIK	ÜRÜN AĞIRLIK	BİRİM	ÜRETİM PARTİ MİKTARI	ÜRETİM PAKET SAYISI
TEZGAH 1	PARÇA 1	5600	76	76	SİPARİŞ* ÜRÜN AĞIRLIK	SİPARİŞ* FİRELİ ÜRÜN AĞIRLIK	HAM MALZEME 1	10.04.2025	92	2	MÜŞTERİ KODU 1	DÖVME AĞIRLIK	ÜRÜN AĞIRLIK	AD	3900	1
			726	650				2.05.2025	92	2				AD	3900	1
			1376	650				22.05.2025	92	2				AD	3900	1
			2026	650				17.07.2025	92	2				AD	3900	1
			2676	650				2.09.2025	92	2				AD	3900	1
			3326	650				25.09.2025	92	2				AD	3900	1
			3976	650				29.11.2025	92	2				AD	3900	1
			4626	650				25.12.2025	92	2				AD	3900	2
			5026	400				7.02.2026	92	2				AD	3900	2
TEZGAH 1	PARÇA 2	1135	500	500	SİPARİŞ* ÜRÜN AĞIRLIK	SİPARİŞ* FİRELİ ÜRÜN AĞIRLIK	HAM MALZEME 2	24.05.2025	176	3	MÜŞTERİ KODU 1	DÖVME AĞIRLIK	ÜRÜN AĞIRLIK	AD	6000	1
TEZGAH 1	PARÇA 3	500	2	2	SİPARİŞ* ÜRÜN AĞIRLIK	SİPARİŞ* FİRELİ ÜRÜN AĞIRLIK	HAM MALZEME 3	24.05.2025	150	7	MÜŞTERİ KODU 1	DÖVME AĞIRLIK	ÜRÜN AĞIRLIK	AD	3500	1
TEZGAH 1		500	502	500				2.08.2025	150	7				AD	3500	1
TEZGAH 1		500	1002	500				30.10.2025	150	7				AD	3500	1
TEZGAH 1		500	1502	500				13.01.2026	150	7				AD	3500	1
TEZGAH 1	PARÇA 4	1340	1340	1340	SİPARİŞ* ÜRÜN AĞIRLIK	SİPARİŞ* FİRELİ ÜRÜN AĞIRLIK	HAM MALZEME 4	19.08.2025	134	2	MÜŞTERİ KODU 2	DÖVME AĞIRLIK	ÜRÜN AĞIRLIK	AD	5400	1
TEZGAH 1	PARÇA 5	2500	400	400	SİPARİŞ* ÜRÜN AĞIRLIK	SİPARİŞ* FİRELİ ÜRÜN AĞIRLIK	HAM MALZEME 5	8.05.2025	127	6	MÜŞTERİ KODU 1	DÖVME AĞIRLIK	ÜRÜN AĞIRLIK	AD	10000	1
TEZGAH 1		2500	2900	2500				24.05.2025	127	6				AD	10000	1
TEZGAH 1		2500	5400	2500				14.06.2025	127	6				AD	10000	1
TEZGAH 1		2500	7900	2500				19.07.2025	127	6				AD	10000	1
TEZGAH 1		2500	10400	2500				6.09.2025	127	6				AD	10000	1
TEZGAH 1		2500	12900	2500				9.10.2025	127	6				AD	10000	2
TEZGAH 1		2500	15400	2500				30.10.2025	127	6				AD	10000	2
TEZGAH 1		5000	20400	5000				22.11.2025	127	6				AD	10000	2
TEZGAH 1		2500	22900	2500				17.01.2026	127	6				AD	10000	3
TEZGAH 1		2500	25400	2500				7.02.2026	127	6				AD	10000	3
TEZGAH 1		158	25558	158				28.02.2026	127	6				AD	10000	3

Şekil 13. Ham malzeme planlama butonu çıktı-1.

Ayrıca, sistem parçaların ham madde durumunu renk kodlarıyla göstererek tedarik risklerini önceden fark etmeyi sağlar. Görsel destek sayesinde malzeme eksiklikleri kolaylıkla izlenebilir (Şekil 14–15).

1	Stok Yeterli
2	Sipariş Var
3	Stok Yok, Sipariş, İstek Yok
4	Yeterli Stok Yok, Sipariş Yok
5	Ürün Bilgileri Hatalı
6	Sipariş Var, Malzeme Siparişi Yetmeyecek
7	Ham malzeme İstek Var

Şekil 14. Ham malzeme stok renk skalası.

TezgaH No	Parça Kodu	MİKTAR Değişiklik	YENİ Kalan Miktar adet	Ham malzeme Kodu	Renk Kodları	İlk Sevk Tarihi	Son Sevk Tarihi	Saatlik Üretim Adedi	Toplam Üretim Süresi (gün)	Parti Büyüklüğü	Müşteri Kodu	Ağırlık/ad et	Üretilecek Ağırlık	Üretim Tamamlanması Gereken Tarih	İmalat Başlama Tarihi	İmalat Bitiş Tarihi	Malzeme Bakiye	Malzeme Stok kg	Çelik Sipariş	Çelik Sipariş Bakiye
TezgaH No	Parça Kodları		3288		1	7.2.25	13.6.25	60	68	2500	Müşteri Kodları	Parça Ağırlıkları	22.227	1.12.2024	27.02.2025	27.02.2025	17.482	39.709	-	-
		482	3000		2	7.2.25	4.7.25	60	68	2500			7.644	1.12.2024	27.02.2025	27.02.2025	7.644	-	25.000	17.356
			500		2	14.3.25	14.3.25	130	67	500			114	6.01.2025	27.02.2025	27.02.2025	7.758	-	25.000	17.242
		4800	6688		1	31.3.25	21.4.25	130	75	1500			4.869	15.01.2025	27.02.2025	27.02.2025	2.282	7.151	849	849
			843		1	14.2.25	14.2.25	62	22	1500			5.260	23.01.2025	27.02.2025	27.02.2025	53.443	58.703	40.000	40.000
			5900		1	14.2.25	11.9.25	60	20	5500			19.635	25.01.2025	27.02.2025	27.02.2025	30.585	50.220	55.000	55.000
			2000		1	14.2.25	14.2.25	74	17	3500			5.262	28.01.2025	27.02.2025	27.02.2025	7.146	12.408	-	-
			3441		1	12.3.25	7.1.26	121	39	3500			35.071	1.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	65.632	100.703	53.630	53.630
			13004		1	9.5.25	3.10.25	108	90	10000			10.764	8.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	25.080	35.844	-	-
			706		1	7.3.25	31.12.25	127	26	1000			389	9.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	1.652	2.041	-	-
			3122		1	20.2.25	24.4.25	106	9	3000			18.832	11.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	65.160	83.992	100.725	100.725
			5818		1	14.2.25	14.3.25	110	3	6000			16.942	11.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	13.643	50.220	55.000	55.000
			6465		1	28.2.25	8.5.25	119	16	6000			30.256	12.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	34.904	83.992	100.725	100.725
			1456		1	17.2.25	18.7.25	123	3	2200			4.013	14.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	5.890	9.903	-	-
			971		1	17.2.25	27.9.25	122	2	2000			3.534	15.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	14.695	18.229	20.000	20.000
			2923		1	17.2.25	23.5.25	86	2	2250			31.700	15.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	41.773	73.473	-	-
			1925		1	17.2.25	11.4.25	84	2	1600			10.450	15.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	4.244	18.229	20.000	20.000
			1449		2	17.2.25	3.5.25	95	2	1400			22.454	15.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	21.590	864	30.000	8.410
			300		3	17.2.25	17.2.25	56	1	600			7.815	16.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	7.815	-	-	-
			4697		1	21.4.25	12.5.25	138	63	4500			3.419	17.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	11.916	15.335	-	-
		-1200	1355		1	5.3.25	10.9.25	132	16	2500			1.733	17.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	12.649	14.382	10.000	10.000
			829		3	21.2.25	23.10.25	142	4	750			4.196	17.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	4.196	-	-	-
		-820	1730		1	10.4.25	14.8.25	93	51	2300			8.672	18.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	37	8.709	20.000	20.000
			4000		1	21.2.25	21.2.25	129	2	2500			12.646	19.02.2025	27.02.2025	27.02.2025	5.569	18.215	-	-

Şekil 15. Ham malzeme planlama butonu çıktı-2.

3.4.3. Üretim Planı Hazırlama Butonu

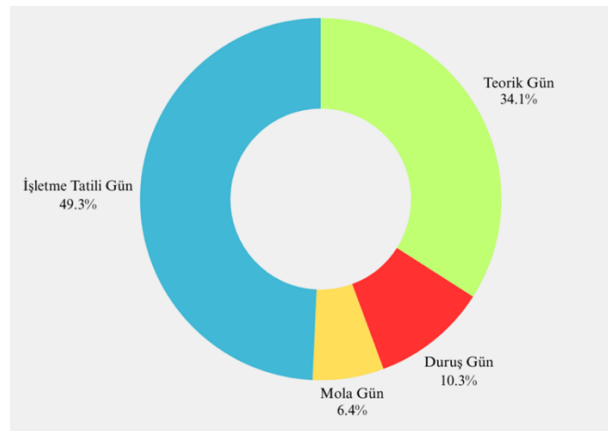
Üretim planı, makine kodu, vardiya yapısı, saatlik üretim hedefi ve kalıp revizyonu gibi veriler dikkate alınarak oluşturulur. Sistem, kullanıcı müdahalesine açık yapısıyla manuel sıralamaları da destekler. Planlama süreci dinamik biçimde güncellenebilir.

3.4.4. Planı Çizelgele Butonu

Planlama işlemleri tamamlandıktan sonra, “Çizelgele” butonuyla üretim sıralaması kesinleştirilir ve “Raporla” butonuyla yönetim için görsel içerikli üretim planı raporları hazırlanır (Şekil 16–17). Bu raporlar, karar destek süreçlerine katkı sağlar.

Tezgah No	Parça Kodu	MİKTAR Değişiklik	YENİ Kalan Miktar adet	Ham malzeme Kodu	Renk Kodları	İlk Sevki Tarihi	Son Sevki Tarihi	Sıralama	Saatlik Üretim Adedi	Toplam Üretim Süresi (gün)	Parti Büyüklüğü	Müşteri Kodu	Ağırlık/ad et	Üretilen Ağırlık	Üretimin Tamamlanması Gerekten Tarih	İmalat Başlama Tarihi	İmalat Bitiş Tarihi	Sevkiyat Aksama Gün
Tezgah No	Parça Kodları	1195	4169	Ham Malzeme Kodları	1	21.3.25	28.3.25	10	165	2	2500	Müşteri Kodları	Parça Ağırlıkları	38.762	19.03.2025	27.02.2025	5.03.2025	20,00
		0	2643		1	6.3.25	24.7.25	15	71	9	2500			47.965	25.02.2025	5.03.2025	15.03.2025	8,00
		86	500		1	29.5.25	23.10.25	30	63	15	600			7.124	14.05.2025	15.03.2025	18.03.2025	60,00
		0	2267		1	13.3.25	13.3.25	50	64	18	1800			40.198	23.02.2025	18.03.2025	26.03.2025	23,00
		-1400	1660		1	21.5.25	3.12.25	100	105	39	3000			17.609	12.04.2025	26.03.2025	30.03.2025	17,00
		0	500		2	28.3.25	28.3.25	110	65	1	700			11.336	27.03.2025	30.03.2025	3.04.2025	3,00
		-513	2756		1	13.3.25	5.6.25	115	87	9	3000			25.309	4.03.2025	3.04.2025	11.04.2025	30,00
		0	635		1	11.4.25	17.6.25	150	70	18	1000			3.586	24.03.2025	11.04.2025	16.04.2025	18,00
		0	2368		2	15.5.25	30.10.25	180	85	56	2200			14.161	20.03.2025	16.04.2025	26.04.2025	27,00
		-224	840		2	2.4.25	24.9.25	230	121	9	3000			9.741	24.03.2025	26.04.2025	29.04.2025	33,00
		-3000	2100		2	4.4.25	11.4.25	250	165	2	2500			19.525	2.04.2025	29.04.2025	2.05.2025	27,00
		0	1329		1	12.3.25	25.6.25	280	122	1	2000			10.366	11.03.2025	2.05.2025	7.05.2025	52,00
		-1224	6874		1	25.4.25	12.6.25	300	152	5	5600			36.245	20.04.2025	7.05.2025	17.05.2025	17,00
		0	1449		2	17.2.25	3.5.25	350	95	2	1400			22.454	15.02.2025	17.05.2025	23.05.2025	91,00
		0	50		2	11.4.25	11.4.25	400	80	7	100			1.052	4.04.2025	23.05.2025	26.05.2025	49,00
		0	2209		2	17.4.25	10.7.25	420	93	9	2000			19.413	8.04.2025	26.05.2025	2.06.2025	48,00
		0	485		1	8.5.25	18.9.25	460	96	15	450			7.780	23.04.2025	2.06.2025	3.06.2025	40,00
		0	300		3	17.2.25	17.2.25	56	56	1	600			7.815	16.02.2025	3.06.2025	5.06.2025	107,00
		-59	0		5	6.3.25	6.3.25	70	70	1	400			-	5.03.2025	5.06.2025	6.06.2025	92,00
Tezgah No	Parça Kodları	0	2100	Ham Malzeme Kodları	6	24.4.25	25.4.25	165	2	2500	Müşteri Kodları	Parça Ağırlıkları	19.525	22.04.2025	6.06.2025	11.06.2025	45,00	
		0	3300		6	25.4.25	25.4.25	165	2	2500			30.682	23.04.2025	11.06.2025	18.06.2025	49,00	
		0	3520		6	15.5.25	17.7.25	64	18	1800			62.417	27.04.2025	18.06.2025	28.06.2025	52,00	
		0	600		6	1.5.25	1.5.25	165	2	2500			5.579	29.04.2025	28.06.2025	1.07.2025	60,00	
		0	1462		4	6.5.25	17.3.26	104	1	2400			29.801	5.05.2025	1.07.2025	7.07.2025	57,00	
		0	1687		2	26.6.25	21.8.25	71	52	1500			14.211	5.05.2025	7.07.2025	15.07.2025	63,00	
		0	998		1	15.5.25	1.8.25	105	1	600			10.691	14.05.2025	15.07.2025	17.07.2025	62,00	
		0	438		6	22.5.25	22.5.25	70	5	1000			6.232	17.05.2025	17.07.2025	21.07.2025	61,00	
		0	500		1	21.5.25	21.5.25	119	1	600			4.745	20.05.2025	21.07.2025	22.07.2025	62,00	
		0	1197		4	10.6.25	24.2.26	111	16	1300			24.898	25.05.2025	22.07.2025	25.07.2025	58,00	

Şekil 16. Üretim programı çalışma raporu.



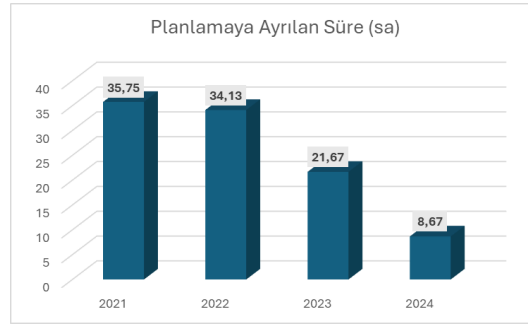
Şekil 17. Üretim programı çalışma raporu.

4. Sonuç

Bu çalışmada, sıcak dövme sektöründe üretim planlama süreçlerinin daha verimli, esnek ve entegre bir yapıya kavuşturulması amacıyla bir Yönetim Bilişim Sistemi (YBS) tasarlanmış ve gerçek bir üretim işletmesinde uygulanmıştır. Geliştirilen sistem sayesinde; sipariş takibi, stok yönetimi, makine kapasite planlaması ve tedarikçi entegrasyonu gibi süreçler dijitalleştirilmiş ve merkezi bir yapıda yönetilebilir hale getirilmiştir.

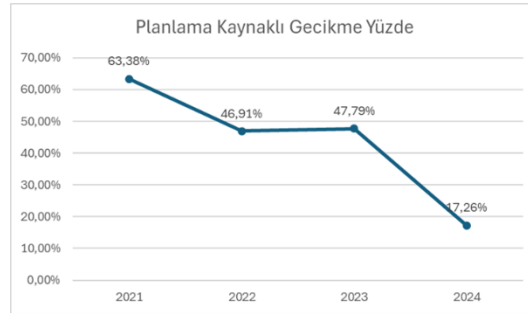
Yapılan analizler sonucunda, üretim planlama süreçlerinde üç temel performans göstergesinde (planlama süresi, planlama kaynaklı gecikmeler ve planlama doğruluğu) anlamlı iyileşmeler elde edilmiştir. Yapılan iyileştirmeler sonucunda:

- Planlama süreleri %60 oranında azaltılmıştır, yıllara göre planlamaya ayrılan süreye Şekil 18’de yer verilmiştir. - Ortalama Planlama Süresi (Saat / Gün): Planlama sürecinde harcanan toplam zaman / planlama sayısı formülü ile hesaplanmaktadır.



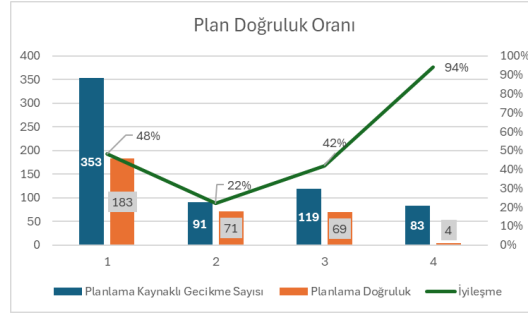
Şekil 18. KPI-1 planlama ayrılan süre grafiği.

- Planlama Kaynaklı Üretim Gecikmeleri %30 oranında düşürülmüştür, yıllara göre planlama kaynaklı gecikme yüzdelere Şekil 19’da yer verilmektedir. – Planlama Kaynaklı Gecikme/ Toplam Gecikme *100 formülü ile hesaplanmaktadır.



Şekil 19. KPI-2 planlama kaynaklı üretim gecikmeleri grafiği.

- Planlama doğruluk oranı %94 seviyesine çıkarılmıştır, yıllara göre üretim planının doğruluğunun testine dair grafiğe Şekil 20’de yer verilmiştir. – Üretim Planı ile ilgili Gecikme / Planlama Kaynaklı Gecikme*100 formülü ile hesaplanır.-



Şekil 20. KPI-3 planlama doğruluk oranı grafiği.

Bu bulgular, literatürde YBS'nin üretim yönetimi süreçlerine olan katkılarını ortaya koyan önceki çalışmalarla da örtüşmektedir. Örneğin, Gökşen ve arkadaşları [14], YBS'nin süreç koordinasyonunu artırarak operasyonel verimliliği desteklediğini belirtmiş, Ediz ve Turan [15] ise çok değişkenli üretim kararlarının alınmasında bilişim sistemlerinin karar desteği sunduğunu vurgulamıştır. Bu çalışma, benzer biçimde, YBS'nin üretim planlama gibi karmaşık süreçlerde karar verme hızını ve doğruluğunu artıran bir araç olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, uygulanan sistemin görsel ağırlıklı kullanıcı arayüzü ve makro destekli buton yapısı sayesinde, planlama sürecine kullanıcı müdahalesi kolaylaşmış, değişken üretim koşullarına hızlı adaptasyon sağlanmıştır. Bu yönüyle sistem, sadece bir otomasyon aracı değil, aynı zamanda üretim yönetiminde stratejik bir karar destek mekanizması olarak işlev görmektedir.

Bu çalışmada geliştirilen sistemin etkinliği yalnızca tek bir işletme üzerinden test edilmiştir. Bu durum, bulguların diğer sektörler veya işletme ölçekleri için doğrudan genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Ayrıca sistemin sürdürülebilirliği, Excel-VBA platformunun teknik sınırlamaları ve kullanıcıların teknik bilgi düzeyine bağlıdır. Kullanıcı adaptasyonu, veri girişlerinin doğruluğu ve ERP sisteminden alınan verilerin güncelliği gibi faktörler, sistem performansını doğrudan etkileyebilir. Bu sınırlılıklar, ileride sistemin farklı teknolojik altyapılarla entegre edilmesi veya farklı sektörlerde test edilmesiyle aşılabılır.

Elde edilen olumlu sonuçların büyük ölçüde geliştirilen sistemle ilişkili olduğu düşünülse de sistemin uygulandığı dört yıllık dönem boyunca üretim personeline yapılan eğitim yatırımları, ERP sisteminin ara yüz iyileştirmeleri ve kapasite yatırımları gibi dışsal faktörlerin de bu gelişmelere katkı sağlamış olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Sonuç olarak, bu çalışma, literatürdeki mevcut teorik yaklaşımları sahadan elde edilen verilerle destekleyerek YBS'nin sıcak dövme sektöründeki üretim planlama süreçlerine nasıl somut katkılar sunduğunu göstermiştir. Uygulama temelli bu yaklaşım hem akademik hem de sektörel açıdan değerli bir model sunmakta; benzer sektörlerdeki dijital dönüşüm süreçlerine örnek teşkil etmektedir.

Kaynaklar

- [1] Hartley P, Pillinger I. Numerical Simulation of the Forging Process. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 2006; (1): 48-49.
- [2] Sert Y, Yeşilyurt M, Günaydın O, Emir LT, Küçükömeroğlu, T. Dövme Aşınma Mekanizmaları. *ECJSE* 2021; (5): 202-219.
- [3] Kabataş B, Livatyalı H, Temiztaş Aşçıoğlu B. Process optimization for hot forging of difficult parts by computer. *JAME* 2022; (1): 33-45.
- [4] Campi F, Favi C, Mandolini M, Germani M. An analytical cost estimation model for the design of axisymmetric components with open-die forging technology. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 2020: 1869-1892.
- [5] Aydoğan E, Asal Ö. Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Üretim Kaynakları Pazarlamasının KOBİ'ler Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *SUSBED* 2009: 34-42.
- [6] Stevenson M, Hendry L. A review of production planning and control: The applicability of key concepts to the make-to-order industry. *IJPR* 2005: 869-898.
- [7] Demir H, Gümüşoğlu Ş. Üretim Planlaması, Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi), 7. Baskı, İstanbul: Beta, 2009: 447.
- [8] Özgen D. Üretim Planlama ve Kontrol Sisteminin Temel Girdilerine Bağlı olarak Toplu Üretim Planlamasının Bilgisayar Destekli Optimizasyonu. (master), Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2001.
- [9] Alayalı N. Sıcak dövme sektörü araştırması. (master), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1994.

- [10] Gökçen H. Yönetim Bilgi/Bilişim Sistemleri, Ankara: Palme Yayıncılık. 2007.
- [11] Damar M, Aydın Ö. Türkiye'nin 2010 Sonrası Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında Uluslararası Q1 Dergilerinde Durumu. Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi 2021; 811-842.
- [12] Damar M, Bölen MC. Türkiye'de Yönetim Bilişim Sistemleri Alanındaki Araştırmacıların Genel Dokusu Üzerine Bir Değerlendirme. Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi 2021; 12(20): 86-97.
- [13] Mediafy. Yönetim Bilişim Sistemleri: İşletmelere Sağladığı Faydalar ve Uygulama Alanları. 2024 (<https://www.mediafy.com.tr/blog/yonetim-bilisim-sistemleri%3A-isletmelere-sagladigi-faydalar-ve-uygulama-alanlari>)
- [14] Gökşen Y, Damar M, Doğan O. Üniversite İş Süreçlerinin Koordinasyonu İçin Yönetim Bilişim Sistemlerinin İnşası: Dokuz Eylül Üniversitesi İçin Model Önerisi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi 2016; (22): 361-373.
- [15] Ediz Ç, Turan AH. Çok Değişkenli Üretim Planlama Kararlarında Bilişim Teknolojisi Uygulamaları. UIİİD 2019; (4): 20-30.