

## MATERYAL AKTARMA SİSTEMLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ VE GIDA SEKTÖRÜNDEN BİR ÖRNEK OLAY ÇALIŞMASI

**Araş. Gör. Aşkın ÖZDAĞOĞLU**  
Dokuz Eylül Üniversitesi  
İşletme Fakültesi  
İşletme Bölümü  
Üretim Yönetimi ve Pazarlama Anabilim  
Dalı  
[askin.ozdagoglu@deu.edu.tr](mailto:askin.ozdagoglu@deu.edu.tr)

**Araş. Gör. Güzin  
ÖZDAĞOĞLU**  
Dokuz Eylül Üniversitesi  
İşletme Fakültesi  
İşletme Bölümü  
Sayısal Yöntemler Anabilim  
Dalı  
[guzin.kavrukkoca@deu.edu.tr](mailto:guzin.kavrukkoca@deu.edu.tr)

### ÖZET

Materyal aktarma sisteminin optimizasyonu ile doğru malzemenin, doğru zamanda, doğru yerde, doğru aralıkta, doğru koşullarda, uygun maliyetle ve doğru miktarda taşınmasını sağlamak için kullanılan en doğru yöntemin seçilmesi ifade edilmektedir.

Literatürde sıkça karşılaşıldığı üzere, materyal aktarımı ürünün maliyetini arttırırken, değerine herhangi bir katkıda bulunmamaktadır. Malzeme taşınmanın maliyeti tam olarak ölçülememesine rağmen, pahalı bir üretim faaliyeti olduğu için işletme maliyetleri içerisinde önemli bir paya sahip olduğu genellikle kabul görmektedir. Tesis tipine bağlı olarak toplam maliyetlerin %10 ile %80'ini oluşturmaktadır. Malzeme aktarma sisteminin iyileştirilmesi, gereksiz taşımaları ortadan kaldırarak çevrim zamanını da azaltır, ve böylece çıktı miktarında da önemli bir artış sağlar. Bu da üretim maliyetlerinde azalma demektir. Malzeme aktarma sisteminin seçimi ve fabrika ortamındaki kurulumu ise tesis yerleşimi ile ayrı düşünülmeyecek bir planlama faaliyetidir. Dolayısı ile Bu çalışmada, çıktı miktarındaki değişimler incelenmek amacıyla bir benzetim modeli kurulmuş ve veriler benzetim programına aktarılmıştır. Benzetim sonuçlarına göre materyal aktarma için kullanılan arabaların sayısı ve bu taşıma işlemlerini etkileyebileceği düşünülen diğer bazı faktörler değiştirilerek benzetim modeli çalıştırılmış ve sonuçları incelenmiştir. Sonuçlardan yola çıkılarak mevcut materyal aktarma sistemi ve ilişkili olarak tesis yerleşimi ile ilgili öneriler geliştirilmiştir.

İncelenen örnek olayda, bir gıda firmasında yapılan analizlerde materyal aktarma sistemi ve bağımsız düşünülmesi mümkün olmayan işyeri düzeni de göz önüne alınmış ve işyerinde bir takım düzenlemeler yapılarak değişiklikler değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Materyal aktarma sistemleri, işyeri düzeni, benzetim

### **ABSTRACT**

Material handling uses the right method to provide the right amount of the right material at the right place, at the right time, in the right sequence, in the right position, in the right condition, and at the right cost.

It is often stated that material handling only contributes to the cost of producing a product, rather than contributing to the value of a product. Although it is difficult to measure the cost of material handling exactly, it is generally agreed that it represents a significant portion of the cost of doing business. Depending on the type of facility, estimates ranging from 10 to 80% of the total cost have been made. To improve material handling systems will reduce unnecessary handlings and also cycle time. So the output rate can be increased by this manner. Material handling, if done properly, have a significant potential to add profits to a firm. By thinking this potential, a simulation working has been made, and data has been transferred to the simulation program. Simulation was run by altering variables transporter units used for material handling and affecting these handling operations in according to the outcomes from simulation program and has been evaluated results.

The case study to be analysed is carried out in a food firm. In this firm material handling system and layout, which is impossible to think without material handling systems, has been taken into consideration and has been evaluated by implementing changes on layout by altering data.

**Keywords:** Material handling systems, facility layout, simulation

### **GİRİŞ**

Günümüzün yoğun rekabet ortamında, firmaların hayatta kalabilmesi için maliyet avantajları elde edebilmesi hayati bir önem taşımaktadır. Maliyet açısından avantajlı bir konuma geçmek için, materyal aktarma sistemlerinin optimize edilmesi göz önünde bulundurulması gereken bir faktördür.

Bu çalışmada öncelikle materyal aktarma sistemleri kavramsal düzeyde incelenmiştir. Etkin bir materyal aktarma sistemi işyeri düzeniyle önemli ölçüde ilişkilidir. Bu nedenle işyeri düzenleme çalışmaları, materyal aktarma maliyetlerinin minimizasyonunda ele alınması gereken bir konu olarak incelenmiştir. Bu inceleme kapsamında işyeri düzenlemenin tanımına, amaçlarına, ilkelerine yer verilmiş ve işyeri düzeni sistemlerine değinilerek materyal aktarma sistemleri yönünden bazı açıklamalar getirilmeye çalışılmıştır. Ardından materyal aktarma sistemlerinin tasarlanma aşamaları açıklanmış ve bu bağlamda, materyal aktarma sistemlerinin tasarlanmasında etkin olan faktörlerden bahsedilmiştir.

Uygulama kısmında ise bir benzetim modeli oluşturulmuş ve değerler üzerinde değişiklikler yapılarak üretimde meydana gelen artışlar veya azalışlar incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda materyal aktarımından bağımsız olarak düşünülmeye mümkün olmayan işyeri düzeninde bazı değişiklikler yapılması durumunda ne gibi avantajlar sağlanabileceği ve firmanın üretim düzeyinde artış meydana gelmesi durumunda neler olabileceği açıklanmıştır.

### **Çalışmanın Amacı ve Katkısı**

Gıda insanların temel gereksinimi olduğundan, gıda sektöründe diğer sektörlerle göre üretimde dalgalanmaların daha az olduğu söylenebilir. Ancak, günümüzün giderek ağırlaşan rekabet koşullarında, üretim anlayışları ve tüketici istek ve beklentileri hızla değişmekte ve bu beklentiler temel gıda sektörünü bile etkisi altına almaktadır. Bu doğrultuda, sağlık ve lezzet gibi ölçütler gıda maddelerinde de değişikliklere yol açmıştır. Gıda sektöründe de mısır ekmeği, kepekli ekme vb. farklı ürünlerin müşteriye sunulması, ürünlerin ambalajlanması firmaların üretim anlayışlarını değiştirmesine yol açmaktadır. Gıda sektöründeki cazip kar oranları da bu sektöre yeni firmaların girmesine neden olmakta; bu da firmaların üretim anlayışlarını değiştirmelerine yol açan başka bir neden olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, malzeme hareketlerinin işyeri düzeni açısından önemini ve çıktılar üzerinde ne kadar etkili olduğunu ortaya koymak; örnek sektör olarak bir temel gıda firmasının malzeme aktarma sistemini analiz ederek, beklenen etkileri sayısal bulgular ile sunmaktır. Bu çalışmanın kapsamında, firmanın verilerine bağlı bir benzetim modelinin yapılması, salt modele konu olan firma bazında işyeri düzeninde neler yapılabileceği konusunda yöneticilere bir karar destek modeli olabilir. Ayrıca, hazırlanan benzetim modeli, unlu mamuller üreten büyük ölçekli firmaların temel yapısını yansıttığı için, üzerinde bazı değişiklikler yapılarak benzer firmalara da rahatlıkla uygulanabileceği ve karar alma aşamasında da katkı sağlayabileceği düşünülebilir.

## **Çalışmanın Literatürdeki Yeri**

Yapılan literatür araştırması sonucunda, materyal aktarma sistemleri ile ilgili birçok çalışma görülmüştür. Rehberli yol tasarımı ile ilgili dünya çapında tanınmış çalışmalardan bazıları Gaskins ve Tanchoco (1987) ve Kaspi ve Tanchoco (1990) tarafından yapılmıştır. 1987'deki çalışmada Gaskins ve Tanchoco yükleme/teslimat noktaları için konumları verilen akışlarda optimal akış yolunu belirlemek için 1-0 bütünlük programlarını kullanmışlardır. Sinriech ve Tanchoco (1991), Kaspi ve Tanchoco (1990) geliştirdikleri AGV akış yolu optimizasyonu modelini optimal çözümü elde etmek için gereken dal-sınır sayısını azaltmak suretiyle yeni bir adım atmışlardır. Goetz ve Egbelu (1990) optimal yükleme/boşaltma noktalarının belirlenmesi problemini göz önüne almak suretiyle bu çalışmayı geliştirmiştir. Optimal yükleme/boşaltma noktaları materyal aktarma araçlarının gezdiği toplam uzaklığı minimize etmeyi amaçlayan bir lineer program kullanılarak belirlenir. Kim ve Tanchoco (1993), Kaspi ve Tanchoco'nun (1990) çalışmasını akış yolu tasarımı ve oryantasyonu için bir dal – sınır algoritması geliştirmek suretiyle ilerletmişlerdir. Egbelu (1994) birim yükleme tasarımı için bir dinamik programlama algoritması sunmaktadır. Egbelu (1993) esnek imalat sistemleri için en iyi birim yükleme miktarını seçmek için bir çalışma yapmıştır. Mahadevan ve Narendran (1992) optimum birim yükleme miktarını belirleme problemi için tamsayı programlama formülasyonu geliştirmiştir. Kim ve Tanchoco (1993) tıkanıklık indeksini tanımlamıştır. Materyal aktarma sistemlerinin analizinde benzetim modellerinin kullanılması oldukça yaygındır. Buna ilişkin başarılı örneklerden biri olarak, Choi, Kwon ve Lee'nin otomatik kılavuzlu araçlar üzerinde gerçekleştirdiği (1994) benzetim çalışması verilebilir.

Bu çalışmada ise seçilen temel gıda firmasının malzeme aktarma sisteminin benzetimi yapılarak, materyal aktarma araçlarının ihtiyaçları karşılama düzeyi incelenmiş, işyeri düzeniyle bağlantısı vurgulanarak bazı bölümlerin alan gereksinimlerinin ne olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır.

### **1. Materyal Aktarma Sistemleri ve İşyeri Düzeni**

Materyal aktarma sisteminin optimizasyonu ile doğru malzemenin, doğru zamanda, doğru yerde, doğru aralıkta, doğru koşullarda, uygun maliyetle ve doğru miktarda taşınmasını sağlamak için kullanılan en doğru yöntemin seçilmesi ifade edilmektedir (Kim, 2000, 7).

Materyal aktarma; malzemenin taşınması, depolanması ve kontrolünü kapsamaktadır. Bu sistem; imalat, dağıtım, ve yönetim bilişim sistemleriyle uygun entegrasyonu sağlayacak biçimde tasarlanması gerekmektedir.

Materyal aktarma içerisinde yer alan materyal kavramı çok geniş bir anlam içermektedir. Materyal, bir havayolu şirketinin yolcusunu ifade edebileceği gibi, televizyon seti, hamburger ya da kömür gibi bir ürünü de ifade edebilir. Materyal aktarımı, malzeme için zaman ve yer faydası yaratan ve malzemenin hareketini sağlayan bir akış çabasıdır. Zaman faydası malzemenin uygun zamanda bulunmasına işaret ederken, yer faydası malzemenin uygun yerde bulundurulmasına işaret eder. Bütün bu açıklamalar ışığında, materyal aktarımı malzemenin gereksinim duyulan yer ve zamanda hazır bulundurulması için hareket ettirilmesini sağlama olarak ifade edilebilir.

Hammaddeyi son ürüne dönüştürmek için yapılması gereken beş ana üretim fonksiyonu bulunmaktadır. Bu fonksiyonlar aşağıda verilmiştir (Groover, 1992, 20).

- a. İşleme
- b. Montaj
- c. Materyal aktarma ve depolama
- d. Denetleme ve test
- e. Kontrol

İşleme ve montaj ürünün değerine bir katkıda buldukları halde, literatürde sıkça karşılaştığı üzere, materyal aktarımı, ürünün maliyetini arttırırken, değerine herhangi bir katkıda bulunmamaktadır. (Thompkins ve White, 1984, 116) Malzemenin taşınması pahalı bir süreçtir. Malzeme taşımının maliyeti tam olarak ölçülememesine rağmen, işletme maliyetleri içerisinde önemli bir paya sahip olduğu genellikle kabul görmektedir. Tesis tipine bağlı olarak toplam maliyetlerin %10 ile %80'ini oluşturmaktadır. Materyal aktarımı, doğru biçimde yapılırsa, firmanın karını arttırması için önemli bir potansiyele sahiptir.

Etkin bir materyal aktarma sistemi önemli ölçüde işyeri düzeniyle ilişkilidir. Bu nedenle işyeri düzenleme çalışmaları, materyal aktarma maliyetlerinin minimizasyonunda ele alınması gereken bir konudur. İşyeri düzenlemeye etki eden faktörler arasında belirtilen materyal aktarma, doğal olarak işyeri düzenlemenin bir aşaması haline gelmektedir (Groover, 1992, 371). Materyal aktarma problemlerine son çözüm, ancak işyeri planlaması tamamlandıktan sonra bulunabilir. İyi planlanmış bir işyeri düzeni; malzeme taşımının verimli yapılabilmesini sağlar. Bunun tersi de geçerlidir; yerinde seçilmiş malzeme taşıma araçları ve yöntemleri ile istenilen işyeri düzeni kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Dolayısıyla, materyal aktarma sisteminin tasarımı tesis tasarımı probleminin önemli bir bileşenidir. Yerleşim tasarımı fonksiyonu ile materyal aktarma tasarımı fonksiyonu arasında çok güçlü bir ilişki mevcuttur. Bunlardan birinin göz önünde bulundurulup diğerinin göz önünde

bulundurulmadığı durumlara çok ender rastlanmaktadır. Özellikle tesis planlamasında, kuruluşun materyal aktarma gereksinimleri önemle üzerinde durulması gereken bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Materyal aktarma sistemleri, özellikle esnek imalat sistemlerinin belkemiğini oluşturur ve bu açıdan materyal aktarma sistemleri esnek imalat sistemlerindeki istasyonlar arasında her bir parçanın etkin ve güvenli bir biçimde taşınmasını sağlar (Maleki, 1991, 62). Üretimde kullanılan makineler ve materyal aktarma sistemleri esnek imalat sistemlerinin ana bilgisayarının kontrolü altındadır. Esnek imalat sistemlerinde ana bilgisayarların işletmenin bilgi sistemi ile bağlantısı da sağlanır (Demirdöğen, 1994; 15). Materyal aktarma sistemleri ile esnek imalat sistemlerinin bu şekilde iç içe geçmesi de bu konuda çeşitli çalışmalar yapılmasına zemin hazırlamış, materyal aktarma sistemlerinde birim yükleme tasarımı için bir dinamik programlama algoritması hazırlanmıştır (Egbelu, 1994, 49). Algoritma, her bir parti için birim yük miktarının olası aralığını araştırmak suretiyle birim yükleme düzeyi seçmektedir. Belirlenen her birim yükleme düzeyi için parti büyüklüğüne göre birim yükleme sayısı hesaplanır. Böylece, her olurlu birim yük sayısı için minimum imalat zamanı belirlenir. Sonuçta bulunan birim yükleme düzeyi, tüm partinin imalat zamanını minimum yapan değerdir. Esnek imalat sistemleri için en iyi birim yükleme miktarını seçmek için araştırmalar yapılmıştır (Egbelu, 1993, 2754).

## **2. Materyal Aktarma Sistemi Tasarımı**

Yeni ya da geliştirilmiş materyal aktarma sisteminin tasarlanmasında, altı aşamadan oluşan mühendislik tasarım süreci kullanılabilir. Bu süreç aşağıdaki adım ya da evrelerden oluşmaktadır (Thompkins, White, Bozer, Frazelle, Tanchoco ve Trevino, 1996, 119).

1. Amaçların ve materyal aktarma sisteminin alanının tanımlanması.
2. Materyal aktarma, depolama ve kontrolü için gereksinimlerin analiz edilmesi.
3. Materyal aktarma sistemi gereksinimlerini karşılamak için alternatif tasarımların oluşturulması.
4. Alternatif materyal aktarma sistemi tasarımlarının değerlendirilmesi.
5. Materyal aktarma, depolama ve kontrolü için tercih edilecek tasarımın seçilmesi.
6. Tedarikçilerin seçilmesi, personelin eğitimi, ekipmanın kurulması ve başlatılması ve sistem performansının periyodik olarak denetlenmesini içeren tasarımın uygulanması.

Tasarım süreci boyunca, soru sorma davranışı benimsenmelidir. Neden, ne, ne zaman, nasıl, kim, ve hangisi soruları düzenli olarak sorulmalıdır. Bu sorular ışığında işyeri düzenine bağlı olarak malzeme hareketi ve uygun materyal aktarma sistemi Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: İşyeri Düzenine Göre Materyal Aktarma Sistemleri

| Sistem                    | Malzeme Hareketi  | Tercih Edilen Sistem  |
|---------------------------|---|---|
| Ürüne göre düzenleme      | Bir sonraki istasyona aynı rotayla                                  | Konveyör, raylı sistem, asansörler                              |
| Sürece göre düzenleme     | Bir sonraki makine grubuna / alanına, yerden / üstten, dikey taşıma | El arabası, forklift, motorlu arabalar, asansörler, elevatörler |
| Sabit pozisyonlu yerleşim | Depodan üretim alanına  | Vinçler, kreynerler, asansörler                                 |
| Esnek imalat sistemleri   | Hücreler arası taşıma, depolama, depo içinde taşıma                 | Otomatik yönlendirmeli araçlar                                  |

Neden sorusu olanla olması gerekeni birbirinden ayırmayı sağlarken; ne ve neden sorularını sormak taşınması gereken doğru materyali tanımlar; nerede, ne zaman ve neden soruları gerçekleştirilecek hareketlerin gerekli olup olmadığını belirler; nasıl, kim ve neden soruları kullanılacak doğru yöntemi oluşturma imkanı tanır; hangisi ve neden soruları ise tercih edilen tasarımı ortaya çıkarır.

Malzeme taşıma problemlerini analiz etmede göz önüne alınması gereken faktörler; malzemelerin tipi, çeşidi, fiziksel özellikleri, taşınacak malzemenin miktarı her bir hareketin başlangıç ve bitiş noktaları, yapılması gereken hareketlerin sıklığı, ekipman alternatifleri, taşınacak birimler ve diğerlerinden oluşmaktadır. Malzeme özellikleri ve hareket ya da akış gereksinimleri materyal akışı olarak adlandırılır. Böylelikle, materyal akış sistemi ihtiyaçlarını geliştirmek için taşınacak, depolanacak ve kontrol edilecek malzeme ve sistemin akış gereksinimleri üzerinde yoğunlaşılmalıdır (Thompkins ve White, 1984, 132).

### 3. Uygulama

#### 3.1. Uygulama Verileri

Çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firma ele alınmıştır. Firmanın 4 ana üretim kalemi bulunmaktadır. Bunlar, hamburger ekmeği, büyük hamburger ekmeği, sandviç ekmeği ve yarım ekmektir. Firmanın ana üretim kalemlerinden olan sandviç, hamburger ve yarım ekmek üretim düzeyleri

dengelidir. Bazı ürünler ihaleye bağlı olduğundan üretim düzeyleri dalgalı, bazı ürünlerde büfelere verildiğinden ramazan ayında satışları düşmektedir. Örneğin, büyük hamburger ekmeği büfelere bağlı, bu nedenle ramazan ayında satışları düşmektedir. Bu kurumlara yönelik yıllık satış eğilimi oranları Tablo 2’de verilmiştir. Firmanın ürettiği ürünlerin satış içindeki payları hakkında bir fikir vermesi için Kasım ayı satış oranları Tablo 3’te gösterilmiştir. Roll ekmeğinin - kahvaltıda sunulan ekmeğin - üretimi yaz aylarında keskin bir şekilde artmakta, kış aylarında ise düşmektedir. Milföy hamuru ihaleye bağlı olduğundan üretimi çok dalgalıdır. Kek ve poğaçaya ise askeri ihaleye bağlı olmasından dolayı bir sonraki ihale kaybedilince keskin bir düşüş gerçekleşmiştir.

Tablo 2: Satış Eğilimi

| Satış Eğilimi | Oran  |
|---------------|-------|
| Büfe          | 33,37 |
| Kantin        | 25,17 |
| Askeriye      | 16,7  |
| Bayiiler      | 13,27 |
| Ortaklar      | 9,39  |
| Diğer         | 2,1   |
| Toplam        | 100   |

Tablo 3: Satış Oranları

| Satış Oranları | Kasım |
|----------------|-------|
| Sandviç        | 18,54 |
| Hamburger      | 20,35 |
| B. Hamburger   | 11,9  |
| Ekmek          | 22,73 |
| Milföy         | 1,67  |
| Taban          | 2,3   |
| H. Tost        | 9,9   |
| Diğer          | 2,12  |
| Toplam         | 100   |

Tablo 4: Hammadde Tüketimi

| Hammadde | Günlük Ortalama |
|----------|-----------------|
| Un       | 92,47 çuval     |
| Yağ      | 68,33 kg        |
| Maya     | 150,4 kg        |
| Şeker    | 153,3 kg        |
| Tuz      | 86,6 kg         |
| Yakıt    | 562,1 lt        |
| Ambalaj  | 56,63 kg        |
| Katkı    | 47,5 kg         |
| Susam    | 3 kg            |
| Su       | 2260 lt         |

Firmanın kullandığı hammadde tipleri ve günlük ortalama kullanım miktarları Tablo 4’te verilmekte, Tablo 5’te ise bu hammaddeler kullanılarak üretilen ürünler görülmektedir.



Tablo 5: Ürün Kodları ve İsimleri

| Grup Kodu | Ürün Kodu | Grup Tanımı   | Ürün Tanımı            |
|-----------|-----------|---------------|------------------------|
| 15201     | 15201001  | Sandviç Grubu | Sandviç Ekmeği         |
| 15201     | 15201002  | Sandviç Grubu | Hamburger Ekmeği       |
| 15201     | 15201003  | Sandviç Grubu | B. Hamburger Ekmeği    |
| 15201     | 15201004  | Sandviç Grubu | B. Sandviç Ekmeği      |
| 15201     | 15201005  | Sandviç Grubu | D. Sandviç Ekmeği      |
| 15201     | 15201006  | Sandviç Grubu | K. Baget Ekmeği        |
| 15201     | 15201007  | Sandviç Grubu | U. Baget Ekmeği        |
| 15201     | 15201008  | Sandviç Grubu | Palmiye Ekmeği         |
| 15201     | 15201009  | Sandviç Grubu | Palmiye Ekmeği Kepekli |
| 15201     | 15201010  | Sandviç Grubu | Fitty Ekmeği           |
| 15201     | 15201011  | Sandviç Grubu | Tost Ekmeği            |
| 15201     | 15201012  | Sandviç Grubu | B. Tost Ekmeği         |
| 15201     | 15201013  | Sandviç Grubu | M. Tost Ekmeği         |
| 15201     | 15201014  | Sandviç Grubu | Roll Ekmeği            |
| 15201     | 15201015  | Sandviç Grubu | Hot Dog Ekmeği         |
| 15202     | 15202001  | Ekmek Grubu   | Yarım Ekmek            |
| 15202     | 15202002  | Ekmek Grubu   | B. Ekmek               |
| 15202     | 15202003  | Ekmek Grubu   | Kumru Ekmeği           |
| 15202     | 15202004  | Ekmek Grubu   | Pide                   |
| 15203     | 15203001  | Milföy Grubu  | Milföy                 |
| 15204     | 15204001  | Pizza Grubu   | B. Pizza               |
| 15204     | 15204002  | Pizza Grubu   | K. Pizza               |
| 15204     | 15204003  | Pizza Grubu   | Pizza Tabanı           |

Üretilen ürünlerin çoğu için ortak olan üretim safhaları aşağıdadır.

Ürün Kodu Ve Tanımı: 15201001 Sandviç Ekmeği

İşlem Tanımı

1. Miksere Koyma
2. Hammadde Birleştirme
3. Mikserde Yoğurma
4. Birinci Fermantasyon (Yoğurma Sonrası Dinlendirme) 10 Dk.
5. Kesme
6. Tartma
7. Yuvarlama

8. Tavaya Dizme (Saatte 5000 Adet Bu 4 İşlem Tamamen Otomatik Yapılıyor)
9. Manuel Olarak Tavaların Arabaya Konması
10. İkinci Fermantasyon (Buhar Odası ) 15-20 Dk.
11. Pişirme Odasına Alma
12. Pişme (Tünel Fırında Gerçekleşiyor)
13. Soğutma 5-10 Dk.
14. Ambalajlama 12 Taneyi Bir Pakete Koyup Ambalajlıyor Ambalajlama İşlemi Esnasında Aynı Anda Kalite Kontrol Yapılıyor
15. Kasalama
16. Kasaların Araca Yerleştirilmesi

Üretim sürecindeki bölümler aşağıdaki gibidir.

1. Yoğurma
2. İşleme
3. Fermantasyon
4. Pişirme
5. Paketleme

### 3.2. Sürecin İşleyişi

Un deposuna taşınan un çuvaları burada plastik paletler üzerinde depolanmaktadır. Unlar arkası açık kuru nemsiz yerde depolanmak zorundadır. Her palet üstüne 40 çuval yerleştirilmektedir. Her çuvalda 50 kg. un bulunmakta dolayısıyla 1 plastik paletin üzerine 2 ton un konulmaktadır.

Firmaya ortalama haftada bir kamyon un gelmekte ve 1 kamyonla 320 çuval un taşınmaktadır. Üretim süreci yoğurma ile başlamaktadır. Yoğurma işlemi için firmada 4 adet mikser bulunmaktadır. Bu mikserlerin 3 tanesi ayrılabilir tekerlekli kazanlara sahiptir. Kazanı birleşik olan mikser un deposuna uzak bir noktada konumlanmış olup yedekte beklemekte üretimin artması durumunda devreye sokulmaktadır. Üretim sürecinde hammaddeler içinde ağırlık ve hacim olarak en büyük pay unda bulunduğundan ayrılabilir tekerlekli kazanlar mikserlerinden ayrılıp un deposuna getirilmekte ve burada kapasitelerine uygun bir miktarda un ile doldurulmaktadır. Üretim sürecine katılan diğer hammaddeler çok küçük yüzdelere sahip olduğundan ayrılabilir tekerlekli kazanlar malzeme deposuna gitmemekte maya, şeker, tuz ve katkı maddeleri malzeme odasından un deposuna getirilmekte ve kazanların içine katılmaktadır. Maya, şeker, tuz ve katkı maddelerinin tartım işlemleri de malzeme odasında yapılmakta ondan sonra taşınmaktadır. Hammadde miktarları arasında bir karşılaştırma yapabilmek için 24 saatlik bir sürede muhasebe kayıtlarına göre stoklardan çekilen tüm hammaddelerin bir listesi verilmiştir.

Yoğurma aşamasında una sırasıyla şeker, katkı maddeleri, su, maya ve tuz ilave edilmektedir. Kullanılan her 2 kilogram una karşılık kazana 1 litre su eklenmektedir. Üretilen ürüne göre kullanılan un tiplerinde ve katkı maddelerinde birtakım değişiklikler olmakla birlikte sürecin işleyişi ana hatlarıyla aynıdır. Örneğin sandviç, büyük sandviç, hamburger, büyük hamburger ürünleri için kullanılan hammadde tipleri ve oranları aynıdır.

Sandviç ve büyük sandviç için mikserde yoğrulan hamur, birkaç dakika dinlendirildikten sonra sandviç üretim bandına gitmektedir. Sandviç üretim bandında kesip tartma şekil verme gibi pişirme öncesi tüm işlemler otomatik olarak yapılmaktadır. Mikserden ayrılan kazan ile bandın önüne getirilen hamur dökülmekte ve ilk aşamada otomatik olarak bir sıra hamur kesilmektedir. Kesilen hamur parçaları sandviç standart ağırlığına uygun ise kesim işlemi devam etmekte eğer, standart değerlerin altında veya üstünyse bant bu hamuru geri atıp tekrar kesme işlemi gerçekleştirmektedir. Sandviç için normal kesim değeri 78 gram ve 75-81 gram arası kesimler standarda uygun değerlendirildiğinden bu gramajlar arasında kesim otomatik olarak devam etmektedir. Saatte 5000 adet sandviç kesme, tartma ve şekil verme işlemine tabi tutulabilmektedir. Hamburger ve büyük hamburger için bu faaliyetler hamburger üretim bandında yapılmaktadır. Hamburger üretim bandı da sandviç üretim bandı ile benzer özelliklere sahiptir. Kesme, tartma ve şekil verme işlemleri hamburger üretim bandında da otomatik olarak yapılmakta, mikserden ayrılan kazanın banda getirilip hamurun konmasından sonraki bahsi geçen işlemler insan eli değmeden yapılmaktadır. Hamburger üretim bandı saatte 8000 adet hamburgeri işleyebilmektedir. Diğer ürünlerde ise aynı otomatiklik düzeyinden bahsetmek söz konusu değildir. Yarım ekmek ve ekmek ile ilgili çalışmalar bantlarda gerçekleşmemekte, sandviç ve hamburger için yapılan kesme, tartma ve şekil verme işlemleri farklı makinelerde insan faktörü ile birlikte yapılmaktadır. Bu ürünler için de sürecin işleyişini kısaca açıklamak gerekirse, mikserlerden ayrılan kazan ile getirilen hamur iki istasyon olarak düşünceğimiz şekilde öncelikle kesme-tartma makinelerine (KTM) gelmekte, oradan yuvarlama makinesine (YM) geçmekte, ara dinlendirme makinesinde (ADM) birkaç dakika hamur kendini saldıktan sonra şekil verme makinesinde (ŞVM) son halini almaktadır. Diğer ürünler de kullanılan un tipleri katkı maddeleri değişmek kaydıyla bu işlemlere tabi tutulmakta ancak, üretim içindeki payları daha düşük olduğundan süreçleri ayrıntılı olarak anlatılmamaktadır. Bunlara örnek olarak, kısa ve uzun baget ekmeklerinde şekil verme elle yapılmaktadır. Palmiye ekmeği üretim süreci sandviçle aynıdır. Fitty mikserde alınıyor 10 kg su ile yoğruluyor hamur haline getirilip kullanılmaktadır.

İşleme sürecinin firmanın ürettiği tüm ürünlerde nasıl gerçekleştiğini açıkladıktan sonra diğer aşamalara geçmek yerinde olacaktır. Fermantasyon aşamasında şekli verilip tavalara dizilen ürünler arabalarla birlikte taşınmakta

ve fermantasyon odalarına götürülmektedir. Fermantasyon odasında 10-15 dakika bekleyip içindeki suyun bir kısmını salmakta ve pişmeye hazır hale gelmektedir. Fermantasyon işlemi tamamlanmış olan hamur, arabalarla pişirme işlemi için fırınlara götürülmektedir. Pişirme işleminde kapasiteleri farklı olan çeşitli fırınlar kullanılmaktadır. Fırın çeşitleri, sayıları ve pişirme kapasiteleri modelin kısıtlarında makine kapasitelerinde verilmiştir. Pişirme işlemi 10 dakika sürmektedir. Pişirme işlemi esnasında hamurun ağırlık olarak %11'i buharlaşmaktadır. Gerek pişirme aşaması gerekse fermantasyon aşaması nedeniyle bir miktar sıvı buharlaştığı için üretimin ilk aşamasında kesim değerleri ile ürünün son halini aldığındaki gramaj değerleri birbirinden farklı olmaktadır. Buna paketleme sırasında yapılan kalite kontrol faaliyeti sırasında tam pişmemiş, hamur kalmış veya başka bir nedenle uygun niteliklere sahip olmayan ürünlerinde çıkarılması eklenirse üretime giren hammadde ile çıkan ürünlerin ağırlığı arasında belirgin bir farkın oluşması olağandır. Ürünleri, ilk kesim değerleri ve son halini aldığındaki gramajları Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 6: Ürün İlk Kesim ve Pişirme Sonrası Gramajları

| Ürün         | Kesimdeki Değeri | Son Hali |
|--------------|------------------|----------|
| Sandviç      | 83 gram          | 70 Gram  |
| Hamburger    | 78 gram          | 60 Gram  |
| B. Hamburger | 100 gram         | 90 Gram  |
| B. Sandviç   | 125 gram         | 100 Gram |
| Hot Dog      | 95 gram          | 85 Gram  |

Pişirme işleminin ardından ürün sıcakken ambalajlama yapmak ürünün kalitesini bozacağı için tavalara arabalara doldurulup soğutma tezgahına götürülmektedir. Soğutma tezgahına bir seferde bir araba boşaltılmakta ve boşaltılan ürünler soğuduktan sonra paketlenirken diğer araba tezgaha boşaltılmaktadır. Yatay ambalajlama makinesi kek, poğaç, börek, simit, milföy, sandviç, hamburger ambalajlamaktadır. Ambalaj makineleri otomatik olarak çalışmakta ve ambalajlama işi gündüz yapılmaktadır. Fabrika yerleşiminde laboratuara yakın olan ambalaj makineleri yedek olarak durmakta ve siparişlerin yoğunlaşması durumunda devreye sokulmaktadır. Ürünleri paketleme standardı Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Paketleme Standartları

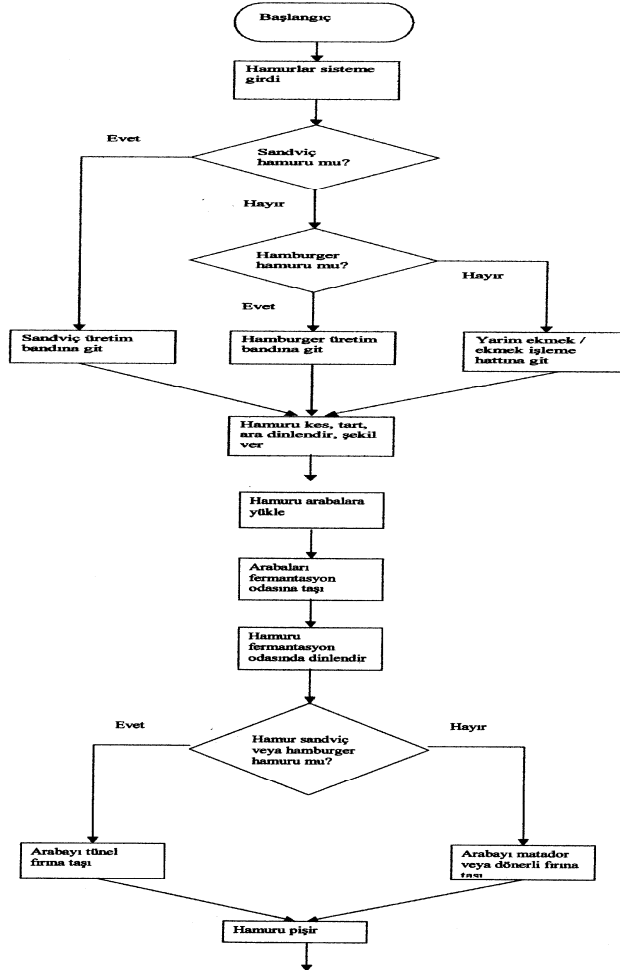
| Ürün tipi   | Ambalaj | Adet/ambalaj |
|-------------|---------|--------------|
| Sandviç     | 1 paket | 12 adet      |
| Hamburger   | 1 paket | 12 adet      |
| Yarım Ekmek | 1 paket | 10 adet      |

Paketleme işlemleri tamamlanan ürünler kasalara doldurulmakta ve asansör vasıtasıyla alt kata indirilmekte ve kamyonlara doldurulup sevkiyatı yapılmaktadır. Bir kasaya konan ürün miktarları Tablo 8’de sunulmaktadır.

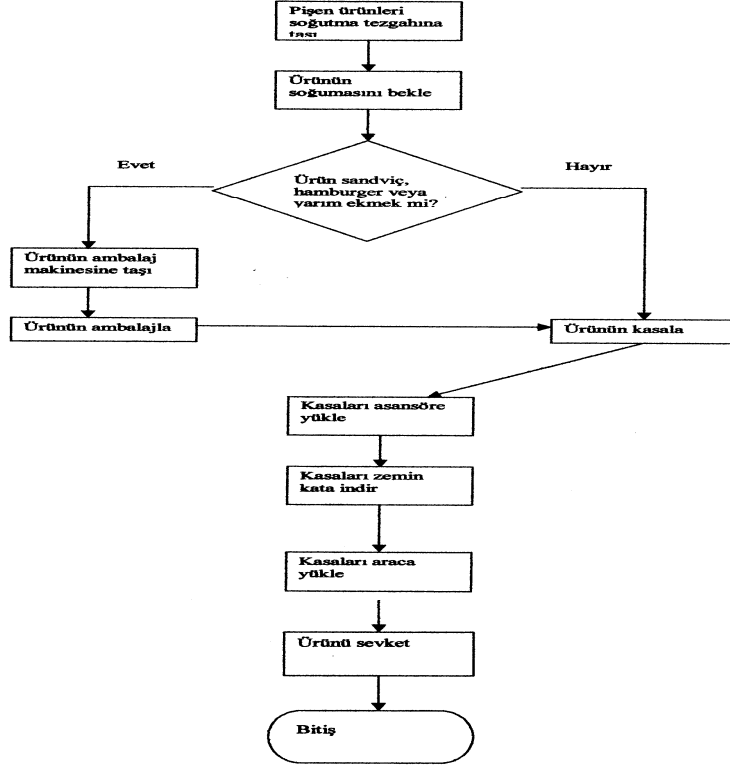
Tablo 8: Bir Kasanın Kapasitesi

| Ürün tipi   | Adet/kasa | Paket/kasa |
|-------------|-----------|------------|
| Sandviç     | 48 Adet   | 4 paket    |
| Hamburger   | 48 Adet   | 4 paket    |
| Yarım Ekmek | 20 Adet   | 2 paket    |

Sürecin işleyişinin benzetim akış şeması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Benzetim Akış Şeması



Şekil 1: Benzetim Akış Şeması (devamı)

Firmadan elde edilen veriler ışığında ürünlerin üretim miktarları oransal olarak belirlenerek, sisteme giriş olasılıkları benzetim modeline aktarılmıştır. Girdi özelliği taşıyan veriler için istatistiksel analizler yapılarak benzetim modelinin veri üretmesi sağlanmıştır. Arabalara yükleme, fırına giriş, paket, ambalaj operasyonları için özellikle gruplamalardan yararlanılmıştır.

### 3.3. Modelin Amacı

Ürünlerin pişmeden önce, fermantasyon odasında dinlendirilme aşamasında ve piştikten sonra taşınması arabalar ile yapıldığından belli noktalarda kuyruk oluşabileceği düşünülmektedir. Sandviç ve hamburger üretim bantları farklı ancak otomasyonu yüksek olduğundan sandviç, hamburger, büyük sandviç ve büyük hamburgerin kesme, tartma ve şekil verme işlemleri hızla gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla bu aşamada siparişin yetişmemesi gibi bir durum söz konusu değildir, ancak, buradan fermantasyon odasına giderken taşıma araçları 10 ile 15 dakika arası fermantasyon odasında beklemektedirler. Fermantasyonun ardından pişirme aşaması da tüm ürünler için ortaktır.

Dinlendirme işlemi bitmiş olan ürünler arabalarla fırınların önüne gelecektir, ancak, fırınlardan maksimum faydanın sağlanması için kapasitesi kadar ürün gelmeden fırın çalışmayacaktır. Örneğin, tünel fırın 10 dakikada 40 tava pişirme kapasitesine sahiptir. Bu kapasite dolmadan fırını çalıştırmak uygun değildir. Ayrıca, fırınların çalışma saatlerini uyumlu hale getirerek aynı anda tüm fırınların tava ile dolması nedeniyle oluşabilecek sıkışmaları önleyebiliriz. Pişirme aşamasından sonra soğutma tezgahına gelen ürünler ile ambalajlanan ürünler arasında da bir uyum sağlayabilirsek gereksiz beklemler önlenir. Ambalajlanan ürünlerin kasaya doldurulup sevkiyat noktalarına götürülmesi de gün içine eşit olarak dağıtılarak kasa sıkıntısı ortadan kaldırılabilir. Bu gibi sorunları önlemek için kasa sayısı ne kadar olmalıdır? Malzeme akışı nasıl olmalı ki sıkışıklık olmasın? Kilogram bazında malzeme hareketinin, tıkanma olmadan sağlanabilmesi için taşıma araçlarının sayısı yeterli mi ya da yetersiz ise belli kritik noktalardan gün içinde geçen ürün sayısını dengelemek suretiyle sorun giderilebilir mi? Modelde bu gibi sorulara bir yanıt bulunmaya çalışılmıştır.

### 3.4. Modelin Kısıtları

1. Siparişe göre üretim yapılmaktadır. (Günün siparişi bir önceki akşamdan elde edilmektedir)
2. Vardiyalar: 12 saat\*2
3. Tavaların kapasiteleri aşağıdaki gibidir.

1 Araba = 16 Tava

1 Hamburger Tavası = 48 Hamburger

1 Sandviç Tavası = 30 Sandviç

1 Yarım Ekmek Tavası = 27 Yarım Ekmek

1 Ekmek Tavası = 13 Ekmek

4. Vardiya sistemi talebe göre ayarlanmaktadır.
5. Vardiyadaki işçi sayısı talebe bağlı olarak ayarlanmaktadır.
6. Kasaların kapasiteleri Tablo 9'daki gibidir.

Tablo 9: Kasa Kapasiteleri

| Ürün tipi   | Adet/kasa | Paket/kasa |
|-------------|-----------|------------|
| Sandviç     | 48 Adet   | 4 paket    |
| Hamburger   | 48 Adet   | 4 paket    |
| Yarım Ekmek | 20 Adet   | 2 paket    |

7. Makinelerin kapasiteleri Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10: Makine Kapasiteleri

| <b>Makine</b>                        | <b>İşlev</b>                | <b>Kapasite</b> |          |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------|
| Werner Pflleiderer<br>Tewimat S      | Hamburger İşleme Bandı      | 1 Saatte        | 8000Adet |
| Werner Pflleiderer<br>Multimatic     | Sandviç İşleme Bandı        | 1 Saatte        | 5000Adet |
| Werner Pflleiderer<br>UC120A         | Hamuru Yoğurma Mikser       | 9Dakikada       | 120Kg    |
| Werner Pflleiderer<br>UC80A          | Hamuru Yoğurma Mikser       | 11Dakikada      | 80Kg     |
| İsimsiz                              | Hamuru Yoğurma Mikser       | 11Dakikada      | 80Kg     |
| Ekmesan EK33                         | Hamuru Yoğurma Mikser       | 9Dakikada       | 120Kg    |
| Matador Ekmesan<br>EK23 (3 adet)     | Katlı Fırın                 | 10Dakikada      | 16Tava   |
| Özköseoğlu RT134<br>(2 adet)         | Dönerli Fırın               | 17Dakikada      | 16Tava   |
| Sewer Rondo<br>STE 64                | Hamur Açma                  | 1 Saatte        | 100Kg    |
| Dilimleme Makinesi                   | Sucuk Dilimleme             | 20Dakikada      | 7Kg      |
| Dilimleme Makinesi                   | Kaşar Dilimleme             | 15Dakikada      | 12Kg     |
| Ara Dinlendirme<br>Makinesi (2 adet) | Ekmek-Yarım Ekmek<br>İşleme | 1 Saatte        | 2000Adet |
| Şekil Verme<br>Makinesi (2 adet)     | Ekmek-Yarım Ekmek<br>İşleme | 1 Saatte        | 2000Adet |
| Yuvarlama<br>Makinesi (2 adet)       | Ekmek-Yarım Ekmek<br>İşleme | 1 Saatte        | 2000Adet |
| Kesme-Tartma<br>Makinesi (2 adet)    | Ekmek-Yarım Ekmek<br>İşleme | 1 Saatte        | 2000Adet |

#### 4. Benzetim Analizleri

Modelin amacında belirtilen problemleri çözebilmek için sistemin bir benzetiminin yapılmasına çalışılmıştır. Bunun için bir benzetim programı olan Arena kullanılmıştır.

Materyal aktarma sistemlerini incelemek için uygulama bölümünde çeşitli tablolarla açıklandığı üzere, günde ortalama 6 ton gibi yoğun hammadde akışının gerçekleştiği bir gıda firması tercih edilmiştir. Öncelikle sistem yaygın



benzetim programı olan ARENA ile modellenmiş ve sistem 1500 dakika (1 gün) çalıştırılarak sonuçları alınmıştır. Sonuçlar firmanın gerçek verileriyle karşılaştırılmış ve sistemin doğru bir şekilde modellendiği anlaşılmıştır. Modellemenin doğruluğunun ve geçerliliğinin yine aynı paket program aracılığıyla saptanmıştır. Bu amaçla, gerçek verilerle karşılaştırmak amacıyla ARENA ile çıktı analizi yapılmış ve program akışının izlenmesi (trace) yoluyla modelin doğruluğu kontrol edilmiştir. Materyal aktarma için kullanılan arabaların sayısı ve bu taşıma işlemlerini etkileyebileceği düşünülen diğer bazı değişkenler üzerinde denemeler yaparak benzetim farklı değerlerle çalıştırılmış ve sonuçları incelenmiştir.

Sistemin 1500 dakika çalıştırılmasından elde edilen veriler Tablo 11a'da verilmiştir. Tablonun ilk kısmındaki çevrim süreleri sırasıyla her bir ürünün ortalama üretim sürelerini üretim süresindeki değişkenlikleri ve son sütunda sistemden tamamen çıkan ürün miktarını tava olarak vermektedir. Üretim miktarının tava bazında oluşturulmasının sebebi Arena programının "entity (varlık)" kısıtıdır. Üretim sürecinin herhangi bir noktasındaki tüm tavalar birer varlıktır. Eğer bunlar adet bazında alınsaydı varlık sayısının çokluğundan dolayı programın çalışması duracaktı. Üstelik üretim miktarı tava bazında alınmasına rağmen program 1600 dakikanın üzerinde çalışmaya da imkan vermemiştir. Program 1600 dakika çalıştırıldığında sistemde biriken varlık sayısı 19386'ya ulaştığından çalışması durmuştur. Sistemin 1500 dakika çalıştırılmasından elde edilen veriler birçok yoruma imkan vermiş ve değerler üzerinde değişiklikler yapılarak bu yorumlar geliştirilmiştir.

Tablo 11a: Benzetim Modelinde Ürünlerin Başlangıç Çevrim Süreleri  
Çevrim Süreleri

|                  | Ortalama | Varyasyon Katsayısı | Minimum | Maksimum | Gözlem Sayısı |
|------------------|----------|---------------------|---------|----------|---------------|
| Sandviç Ekmeği   | 718.98   | .50161              | 111.68  | 1326.6   | 640           |
| Hamburger Ekmeği | 718.54   | .49196              | 143.68  | 1287.6   | 608           |
| Ekmek            | 669.08   | .52825              | 100.68  | 1316.6   | 520           |
| Yarım Ekmek      | 828.80   | .39668              | 322.68  | 1304.6   | 256           |

Tablo 11b: Benzetim Modelindeki Kuyruk, Makine Ve Operatörlerin Doluluk Analizi

| Doluluk Düzeyi            | Ortalama | Varyasyon Katsayısı | Minimum | Maksimum | Son Değer |
|---------------------------|----------|---------------------|---------|----------|-----------|
| Araba                     | 23.308   | .77572              | .00000  | 90.000   | 30.000    |
| Ambalaj operatörü         | .16557   | 40.708              | .00000  | 30.000   | .00000    |
| Kasa operatörü            | 20.000   | .00000              | 10.000  | 20.000   | 20.000    |
| Fermantasyon odası        | 75.185   | .13572              | 50.000  | 10.000   | 80.000    |
| Matador fırın             | .56456   | .97411              | .00000  | 20.000   | 10.000    |
| Döner fırın               | 16.653   | .30132              | .00000  | 20.000   | 10.000    |
| Tünel fırın kuyruğu       | 15.850   | .71428              | .00000  | 40.000   | 16.000    |
| Araba kuyruğu             | .00000   | --                  | .00000  | .00000   | .00000    |
| Matador fırın kuyruğu     | .00000   | --                  | .00000  | .00000   | .00000    |
| Döner fırın kuyruğu       | .00000   | --                  | .00000  | .00000   | .00000    |
| Hamburger kuyruğu         | 1254.6   | .48811              | 145.00  | 2355.0   | 2336.0    |
| Ambalaj kuyruğu           | .58382   | 55.332              | .00000  | 45.000   | .00000    |
| Fermantasyon kuyruğu      | .00000   | --                  | .00000  | .00000   | .00000    |
| Sandviç kuyruğu           | 1019.3   | .48525              | 117.00  | 1914.0   | 1895.0    |
| Ekmek-yarım ekmek kuyruğu | 1392.3   | .48969              | 174.00  | 2604.0   | 2572.0    |
| Kasalama kuyruğu          | 3783.5   | .53622              | 264.00  | 7298.0   | 7298.0    |

Tablo 11c: Benzetim Modelindeki Son İstasyonların Çıktıları

| İstasyon             | Sayaçlar |
|----------------------|----------|
| Sandviç ambalajı     | 2788     |
| Hamburger ambalajı   | 11200    |
| Yarım ekmek ambalajı | 2304     |
| Sandviç kasası       | 640      |
| Hamburger kasası     | 608      |
| Yarım ekmek kasası   | 520      |
| Ekmek kasası         | 256      |

Tablo 11b ise aktarma üniteleri ve kaynakların doluluk düzeyleri ile kuyruk değerlerini göstermektedir. Bu bölümdeki nt ifadesi aktarma birimlerini,

nr ifadesi kaynakları, nq ise kuyrukları göstermektedir. Son sütundaki son değer ifadesi ise sistem 1500. dakikaya girdiğindeki doluluk değerlerini vermektedir. Bu değerlerin birkaçı hakkında yorum yapmak gerekirse, fermantasyon odasının 75.185 değeri ortalama %75'inin kullanıldığını, fermantasyon kuyruğunun 0.0000 değeri ise fermantasyon odası önünde bir kuyruk oluşmadığını ve gelen bütün tavaların dinlendirme için fermantasyon odasına alındığını göstermektedir. Tablonun 11c'deki sayaçlar ise sistemden geçen tava miktarlarını vermektedir. Kasa ile ifade edilenler ise sistemden tamamen çıkan ürün miktarlarıdır. Sandviç ve hamburgeri birlikte düşündüğümüzde ise üretim düzeyleri gerçeğe yakındır denilebilir. Bunun dışında, sisteme giren ürünlerin modellemedeki son aşama olan kasalama istasyonuna gelip sistemden çıkması ve mikserler dışında diğer tüm istasyon ve bloklarda gerçek verilerin modele aktarılması da programın doğru ve gerçeğe uygun çalıştığını gösteren bir başka kanıttır. Sistemin sonuçları bu şekilde açıklandıktan sonra veriler üzerinde değişiklikler yapılarak ne gibi noktalara ulaşıldığına değinmek yerinde olacaktır.

Firmadaki mevcut araba sayısı 30'dur. Bu sayının azalmasının veya artmasının üretim miktarına ne gibi etkilerde bulunacağını belirlemek için araba sayısı değiştirilerek model çalıştırılmıştır. Araba sayısında değişiklikler yapılarak sonuçları alınmıştır. Araba sayısı üzerinde denemeler yapıldıktan sonra materyal aktarma üzerinde etkili olabileceği düşünülen diğer bazı faktörler de incelenmiştir. Örneğin, fermantasyon odası önünde bir kuyruk oluşmadığı gözlemlendiğinden odanın büyüklüğü bir değişken olarak alınmış ve odanın bir defada alabileceği araba sayısı küçültülerek sonuçları incelenmiştir. Kasa ve ambalaj ile ilgili de bir takım değişiklikler yapılmıştır. Bu veriler ışığında araba sayısının arttırılmasının sistemde çok büyük bir üretim artışı yaratmadığı görülmüştür. Sistemdeki araba sayısı arttırıldığında, PERT ağındaki kritik yollar gibi başka noktalardaki sıkışmalar üretim düzeyi üzerinde etkili olmaktadır. Araba sayısının 5'in altına düşmesi ise üretimde ciddi azalmalara neden olmaktadır. Çalışmadan çıkan ilginç sonuç ise fermantasyon odasının kapasitesinin 300 tavadan 100 tavaya düşürülmesi durumunda bile dinlendirilme için bekleyen hamur miktarında bir sıkışmaya yol açmaması ve üretim düzeyinin aynı kalmasıdır. Fermantasyon odasını küçültmenin üretimde bir değişikliğe neden olmaması işyeri düzeni üzerinde bir takım değişiklikler yapılarak üretimin arttırılmasını sağlayabilir. Çünkü modelde fermantasyon odasının küçültülürken materyal aktarma araçlarının izlediği yolları gösteren mesafeler aynı kalmıştı. Fermantasyon odasının küçültülmesi tek başına üretim düzeyinin artışına neden olmaz ancak, bu alanı küçülttüğümüz zaman firma yerleşim düzeninde görüldüğü gibi bu odadan önce yer alan üretim araçları ve bölümlerin daha yakın bir konuma yerleştirilmesi imkanı doğar. Bu da arabaların taşıma işlemlerinde gittikleri mesafeleri kısaltır. Mikserler, hamburger üretim bandı, ve sandviç üretim bandının 5 metre daha yakın bir

noktaya yerleştirilmesi m¼mk¼n olabilirdi. S¼recin ortasında bulunan fermantasyon odasının k¼c¼lt¼lmesiyle ve bir ¼nceki c¼mlede bahsedilen değişikliklerin yapılması suretiyle üretim için gerekli alanın azaltılması m¼mk¼n olacaktır.

Materyal aktarma sistemlerindeki araba sayısının firmanın üretim düzeyine göre yeterli olduğu d¼ř¼n¼lebilir. Doğrudan taşıma işlemini yapmayan ancak, taşıma yollarının kısalmasını sağlayacak ve materyal aktarma sistemlerinden ayrı d¼ř¼n¼lmesi m¼mk¼n olmayan işyeri düzeni ile ilgili yapılacak bazı değişiklikler, aynı miktarda araba ile daha fazla üretimin gerçekteşip gerçekteşemeyeceğini incelemek için göz önüne alınabilir. Daha önce bahsedildiği üzere, fermantasyon odasının %75 doluluk oranıyla kullanılması ancak, fermantasyon önünde bir kuyruk oluşmaması bu alanın daraltılarak yine aynı üretimin yapılıp yapılamayacağını d¼ř¼nd¼rmektedir. Bunun için fermantasyon odasının kapasitesi 300 tavadan 100 tavaya d¼ř¼r¼lm¼ř ve sonuçları karşılaştırılmış ve sistemden çıkan ürün miktarı aynı olduğu gör¼lm¼řtür. Buna bağlı olarak, fermantasyon odasının k¼c¼lt¼lmesiyle sandviç ve hamburger üretim bantlarıyla, un deposu ve malzeme deposunun daha yakın bir noktada olması bazı yolların kısalmasını sağlayarak aynı üretim düzeyinin daha az taşıma ile gerçekteşmesini sağlayabilecektir. Fabrikanın yerleşimiyle ilgili olarak idari kısmın ambalaj makineleri, kasalama ve asansörden önce konumlandırıldığı gör¼lmektedir. Taşıma araçlarının idari kısım nedeniyle zikzaklı bir yol izlemesi ve hareket yolunun daralması göz önüne alınması gereken bir başka durumdur. İdari kısmın üretim noktalarının arasında kalması yerine üretim hattının bittiği bir yerde bulunması taşıma mesafelerinin daha da k¼c¼lt¼lmesine olanak verecektir. Bu faktörler dikkate alınarak bir yerleşim yapılırsa materyal aktarma sistemi olarak en azından raylı bir sistemin kurulması daha hızlı taşıma yapılmasına olanak sağlayabilir.

Üretim düzeyinde etkisi olabileceği d¼ř¼n¼len kasalama ve ambalajlama işlemleri ile ilgili değerler de değiştirilerek analizler yapılmıştır. Bu amaçla, kasa ve ambalaj operat¼r¼ sayıları farklılaştırılarak sonuçları alınmıştır. Kasalama operat¼r¼ sayısı 1'den 3'e çıkarıldığında çıktıların arttığı gör¼lm¼řtür. Kasalama ve ambalajlama operat¼r¼leri 2 katına çıkarıldığında da çıktı sayısının arttığı gör¼lm¼řtür. Bu işlemler birbirinin devamı niteliğinde olduğundan operat¼r¼lerin bu noktalarda dönüşüml¼ çalışması için bir analiz yapılabilir.

## 5. Sonuç

Gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmada, materyal aktarma sistemini analiz etmek ve işyeri düzeni ile birlikte iyileştirmek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, bir benzetim modeli kullanılmış ve gerekli görülen analizler yapılmıştır.

Benzetim modeli farklı durumlar için çalıştırılmış ve sonuçlarda herhangi bir çelişki görülmemiştir. Modelin çalıştırıldığı durumlar Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12: Benzetim Modelinin Çalıştırıldığı Durumlar

| Analiz   | Sonuç   |
|--|---|
| Firmadaki mevcut durum modele aktarıldı.                 | Modelin geçerliliği kanıtlandı.                             |
| Araba sayısı 1 için benzetim modeli çalıştırıldı.        | Genel üretim düzeyi mevcut durumun %25’ine kadar düştü      |
| Araba sayısı 25 için benzetim modeli çalıştırıldı.       | Genel üretim düzeyi mevcut duruma yaklaştı.                 |
| Araba sayısı 35 için benzetim modeli çalıştırıldı.       | Genel üretim düzeyinde çok büyük bir artış meydana gelmedi. |
| Araba sayısı 40 için benzetim modeli çalıştırıldı.       | Genel üretim düzeyinde çok büyük bir artış meydana gelmedi. |
| Fermantasyon odasının kapasitesi 100’e düşürüldü.        | Genel üretim düzeyi değişmedi.                              |
| Kasalama operatörü 3’e çıkarıldı.                        | Çıktı düzeyinde önemli artışlar meydana geldi.              |
| Kasalama ve ambalajlama operatörleri 2 katına çıkarıldı. | Çıktı düzeyinde önemli artışlar meydana geldi.              |

Uygulama sonucunda aşağıdaki değerlendirmelerin yapılması uygun olur.

1. Farklı ürünlerden yoğun biçimde üretim yaparak ihale fırsatlarını yakalamak, firma açısından hayati bir öneme sahiptir.
2. İhalelerin kazanılması suretiyle üretimde meydana gelecek basamaklı artışların karşılanmasında firmanın materyal aktarma sistemlerinin ve bu sistemin verimli kullanılmasını

etkileyecektir. Materyal aktarma ise işyeri düzeninin doğru kurulması ile ilgilidir.

3. Doğru bir işyeri düzeni ve tesis planlaması, firma açısından bir rekabet avantajı getirecek ve ihale ile talep edilen üretimleri gerçekleştiremeyen rakiplere karşı bir üstünlük sağlayacaktır.
4. Firma bu sayede, materyal aktarma sistemlerindeki ve üretimdeki sıkışmaları önleyecek, üretimde meydana gelecek basamaklı artışlar firmanın olanakları doğrultusunda karşılanabilecektir.
5. Sistemin bu çalışmada elde edilen veriler ışığında düzenlenmesi üretimin normal seviyede olduğu dönemlerde vardiya sisteminde rahatlamalara neden olacak, talepte meydana gelebilecek normal artışlar mevcut işçilerin izin günlerinde çağrılmasına gerek kalmadan karşılanabilecektir. Böylelikle, işçilere izin gününde çalışmalarından dolayı ödenen normal ücretin yanında fazla mesai ücretinden tasarruflar sağlanarak işçilik maliyeti azaltılabilecektir. İşgücünün daha uygun bir şekilde kullanımı için sermaye-yoğun üretimin yapıldığı ürünler gece üretildiğinden, 12 saatlik iki vardiya yerine 8 saatlik üç vardiya yapılarak saat 22:00 ile 06:00 arası vardiyada çalışan personelin artırılması uygun olacaktır. Dolayısıyla 12 saatlik vardiyada çok sayıda personelin bir süre yoğun çalışıp ardından atıl kalmasının önlenmesi olanağı ortaya çıkacaktır. Sonuçta boş kaldığı süre olsa da işçiye vardiyası karşılığı ücret ödenecektir.

Oluşturulan modelin, geliştirilmeye açık yönleri hala mevcuttur. Bunlar, şu şekilde ifade edilebilir.

1. Benzetimi yapılan model, fermantasyon odasının küçültülmesi doğrultusunda işyerindeki mikserler, sandviç üretim bandı ve hamburger üretim bandının yerlerinin değiştirilmesi suretiyle mesafelerde meydana gelen değişiklikler girilerek yeniden çalıştırılabilir.
2. İşyerinin yeniden düzenlenmesinin üretimde ne düzeyde bir artışa imkan verdiği gösterilebilir.
3. Bu tür bir düzenlemenin ne kadar maliyetli olduğu düşünülürse, mevcut halinde yapılabilecek küçük değişikliklerle üretimin maksimum hangi seviyeye çıkabileceği belirlenerek çeşitli askeri ihalelere girme konusunda sağlıklı karar almaya yardımcı olabilir.

Gıda Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi kuramında da belirtildiği gibi insanların en temel gereksinimidir. Bu nedenle gıda sektörü diğer sektörlere göre üretimde dalgalanmaların daha az olduğu bir alandır denilebilir. Ancak günümüzün giderek ağırlaşan rekabet koşullarında, üretim anlayışları ve tüketici istek ve beklentileri hızla değişmekte ve bu beklentiler temel gıda sektörünü de etkisi altına almaktadır. Gıda sektöründe farklı ürünlerin hızlı biçimde müşteriye sunulması, ürünlerin ambalajlanması en küçük gıda işletmesinin bile üretim anlayışlarını değiştirmesine yol açmaktadır. Böylece, hemen her firma tüm üretim faaliyetlerini, üretim planlarını, materyal aktarma sistemlerini, iş yeri düzenlerini en hızlı ürün üretecek şekilde tekrar gözden geçirmekte ve gerekli iyileştirme çalışmalarını hızla yürütmektedir.

#### **KAYNAKLAR:**

Acar, Nesime. (1989). *Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları*. MPM Yayınları:280 Yeniçağ Basımevi:Ankara

Askin, Ronald G., Standridge, Charles R. (1993). *Modeling and Analysis of Manufacturing Systems*. John Wiley & Sons Inc: New York

Cho, Chiwoon. (2001). *Design of a Web Based Integrated Material Handling System for Manufacturing Applications*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Iowa State Üniversitesi, Iowa

Choi, Hoo-Gon, Ryuk-Jin Kwon, Jim Lee. (1994). Traditional and Tandem AGV Systems Layouts: A Simulation Study. *Simulation*. 63. (2)

Çil, İbrahim. Evren, Ramazan. (1994). Esnek İmalat Sistemlerinin Verimliliğinin Ölçümünde Performans – Amaçlar – Verimlilik Yaklaşımı. 2. *Verimlilik Kongresi*, MPM Yayınları No:540: Ankara

Demir, M. Hulusi. Gümüšođlu, Şevkinaz. (2000). *Üretim/İşlemler Yönetimi*. Beta Basım-Yayım Dağıtım A.Ş.: İstanbul

Demirdöğen, Osman. (1994). *Türkiye'deki İmalatçı Firmaların Yeni Üretim Teknolojilerini Kabul ve Uyum Düzeyi*, Atatürk Üniversitesi Yayınevi: Erzurum

Doğan, Muammer. (2002). *İşletme Ekonomisi ve Yönetimi*. Anadolu Matbaacılık: İzmir

Durmuşoğlu, B. (1990). *Grup Teknolojisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İ.T.Ü. İstanbul

Durmuşoğlu, M. Bülent. Nomak, Affan. (2000). Bir Cam Kalıbı Üretim Tesisinde GT Hücrelerinin Tasarımı ve Uygulanması. Makine Mühendisleri Odası, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*. 11 (2),

Egbelu, P. J. (1991). Reduction of Manufacturing Lead-Time Through Selection of Machining Rate and Unit Handling Size. *Engineering Costs and Production Economics*, (21),

Egbelu, P. J. (1993). Economic Design of Unit Load-Based FMSs Employing AGVs for Transport. *International Journal of Production Research*, 31, (12),

Ertürk, Feyyaz. (2000). Tesis Planlama Ders Notları. Dokuz Eylül Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü: İzmir

Fu, Liping. (2000). An Adaptive Routing Algorithm for In-Vehicle Route Guidance Systems With Real-Time Information. *Transportation Research*. Waterloo

Gaskins, R. J., J. M. A. Tanchoco. (1987). Flow Path Design for Automated Guided Vehicle Systems. *International Journal of Production Research*. 25. (5)

Goetz, William G., Pius J. Egbelu. (1990). Guide Path Design and Location of Load Pick-up/Drop-off Points for An Automated Guided Vehicle System. *International Journal of Production Research*. 28. (5)

Gökşen, Yılmaz. (2002). *Hücreyel Üretim Sistemine Makine ve Parça Ailelerinin Oluşturulmasında Makine Kapasiteleri ve Parça Taleplerinin Analizine Dayalı Bir Model Uygulaması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi: İzmir

Groover, Mikell P. (1992). *Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing*. Prentice-Hall International Editions: New Jersey

Ilic, Oliver R. (1994). Analysis of the Number of AGVs Required in FMS. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 9.

İşlier, A. Attila. Erdem, Mümtaz. (1996). Hücreyel Üretim İçin Sezgisel Bir Yaklaşım. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*. 7 (2-3). 12



- Kamrani, A. H., Parsei, H. R. (1993) A Group Technology Based Methodology for Machine Cell Formation in Computer Integrated Manufacturing Environment. *Computers and Industrial Engineering*, 24 (3). 431
- Kanawaty, George (Çev. Akal, Zühal). (1997). *İş Etüdü*. MPM Yayınları No:29: Ankara
- Kasilingam, R. G. (1991). Mathematical Modelling Of The AGV Capacity Requirements Planning Problem. *Engineering Costs and Production Economics*. 21
- Kaspi, Moshe, J. M. A. Tanchoco. (1990). Optimal Flow Path Design of Unidirectional AGV Systems. *International Journal of Production Research*. 28. (6)
- Kim, Kap Hwan, J. M. A. Tanchoco. (1993). Economical Design of Material Flow Paths. *International Journal of Production Research*. 31. (6)
- Kim, Sung Woo. (2001). *Performance Analysis of Material Handling Systems*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Louisville Üniversitesi: Louisville
- Kouvelis, Panagiotis. (1988). *Design and Planning Problems in Flexible Manufacturing Systems*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Stanford Üniversitesi: Stanford
- Lee, Jim. Roo-Con Choi. Khaksar Majid. (1990). Evaluation of Automated Guided Vehicle Systems by Simulation. *Computers and Industrial Engineering*. 19. (1)
- Lei, L., R. Armstrong, S. Gu. (1993). Minimizing The Fleet Size with Dependant Time-Window and Single-Track Constraints. *Operations Research Letters*. 14/2
- Li, Huifang. (2001). *Modeling, Analysis and Performance Optimization for Material Handling of Compliant Sheet Metal Parts*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Michigan Üniversitesi: Michigan
- Mahadevan, B., T. T. Narendran. (1990). Design of An AGV-Based MHS for a FMS, *International Journal of Production Research*, 28, (9), 1612

Mahadevan, B., T. T. Narendran. (1992). Determination of Unit Load Size in An AGV-Based Material Handling System for An FMS, *International Journal of Production Research*, 30, (4), 912

Maleki, Reza A. (1991). *Flexible Manufacturing Systems The Technology and Management*. Prentice-Hall Inc. New Jersey

Moore, James M. (Çev. Yülek Ertan İ. , Cüzzar Rüknet M.). (1975). *Fabrika Projesi ve Yerleşme Planı*. Makine Mühendisleri Odası Yayın No:92: Ankara

Ortuzar, Juan de Dois. Luis C. Willumsen. (1994). *Modelling Transport*. John Wiley and Sons Inc. New York

Pandit, R., U. S. Palekar. (1993). Response Time Considerations for Optimal Warehouse Layout Design. *Transactions of The ASME*. 115. (3)

Prechatanavit, Wanna. (1998). *A Performability Index for Complex Material Handling Systems*. Yayınlanmamış Master Tezi. Louisville Üniversitesi: Louisville

Rajagopalan, Srinivasan. (1999). *Flowpath Design and Analysis of AGV Based Material Handling Systems*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Rensselaer Politeknik Enstitüsü. New York

Raju, Ravi K., Krishnaiah O. V. Chetty. (1993). Design and Evaluation of AGV Systems for FMS: An Extended Time Petri Net-Based Approach. *International Journal of Production Research*. 30/6

Salvendy, G. (1987). *Handbook of Human Factors*. John Wiley & Sons Inc: New York

Schmenner, Roger W. (1990). *Production/Operations Management Concepts and Situations*: New York

Seifoddini, H. (1989). Duplication Process In Machine Cells Formation In Group Technology. *IIE Transactions*. 21. (4)

Sharp, Gunter P., Fuh-Hwa Franklin Liu. (1990). An Analytical Method for Configuring Fixed-Path, Closed-Loop Material Handling Systems. *International Journal of Production Research*. 28. (4)

Singh, Nanua ve Ramajani. Divakar. (1996). *Cellular Manufacturing Systems*. Chapman&Hall: London

Sinriech, David, J. M. A. Tanchoco. Intersection Graph Method for AGV Flow Path Design. *International Journal of Production Research*. 29. (9)

Smith, Keith V. Leksan, Mark P. (1989). *Cost Management Systems in The New Manufacturing Environment*. Purdue University The Krannort School of Management Press:

Tek, Ömer Baybars. (2000). *Pazarlama İlkeler ve Uygulamalar*. Enkare Yayınevi. İzmir

Thompkins, James A., White, John A. (1984). *Facility Planing*. John Wiley & Sons Inc.: New York

Thompkins, James A., White, John A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., Tanchoco, M.A., Trevino, J. (1996). *Facilities Planning*. . John Wiley & Sons Inc.: New York

Thonemann, Ulrich Wilhelm. (1994). *Stochastic Models for Asynchronous Automated Material Handling Systems*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Stanford Üniversitesi: Stanford

Vosniakos, G. C., A. G. Mamalis. (1990). Automated Guided Vehicle System Design for FMS Applications. *International Journal of Machine Tool Manufacture*. 30. (1)

Yang, Taho. (1996). *Facility Layout and Material Handling System Design Integration in Manufacturing Systems*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Texas A&M Üniversitesi: Texas