

## Derleme Makale

**GIDA ENDÜSTRİSİNDE GIDA İŞLEME MAKİNELERİ VE  
EKİPMANLARININ SEÇİMİ**Hasan VARDİN<sup>1\*</sup>Fatih Mehmet YILMAZ<sup>1</sup>**ÖZET**

Kullanılan materyalin içeriği, içeriğin gücü, operasyonun etkinliği ile proses esnasındaki enerji transferi; proses makine ve ekipmanlarının temel mühendislik gereksinimleridir. Makine ve ekipmanlar korozyona dayanıklı olmalı, maliyet açısından kabul edilir ve kullanımı iş güvenliği açısından uygun olmalıdır. Ayrıca; gıda işleme makine ve ekipmanları gıdaların kalite ve güvenliğini kontrol altına almayı gerekli kılan yönetmelik ve zorunlu standartlarla da uyum içinde olmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Gıda İşleme, Gıda makineleri, Gıda işleme ekipmanları

**SELECTION OF PROCESSING MACHINES and EQUIPMENTS in FOOD INDUSTRY****ABSTRACT**

The basic engineering requirements of process machines and equipment are the containment of the material, the strength of the components, the efficiency of the operation, and the energy transfer during processing. The machines and equipment should be resistant to corrosion, cost effective, and their operation should not present occupational hazards to the operators. In addition, the food processing equipment must comply with strict standards and regulations, which are necessary for securing the quality and safety of the food products to the consumers.

**Key Words:** Food processing, Food processing machines, Process equipment

---

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, Şanlıurfa.

\*Sorumlu Yazar: hvardin@harran.edu.tr

## GİRİŞ

Gıda işleme makine ve ekipmanları tasarım ilkeleri; kimyasal proses makinaları ilkeleri ile benzerlik göstermektedir. Gıda işleme makine ve ekipmanlarının hijyenik tasarımı; gıdaların mikrobiyal ve diğer bulaşılardan korunmasını sağlayacak ve gıda kalitesini koruyacak ekipmanların tasarımı, üretimi ve kullanımı ile kurulumu için uygun materyallerin seçimini içerir. Makine ve ekipman kolayca temizlenebilmeli, sürekli ya da sürekli olmayan tekniklerle hijyeni sağlanmalı ve ayrıca proses kontrol ve otomasyonu entegre sistemlerine adapte edilebilmelidir (Perry ve Green, 1992).

Gıda işlemede tesis ve ekipmanların bakımı oldukça önemlidir. Yasal sıkı kurallardan dolayı ve az çok sıvı gıdalar olmasından ötürü mekanizasyon ve otomasyon diğer gıda işleme proseslerine göre süt ve süt ürünleri teknolojisinde daha da gelişmiştir.

Domates, portakal ve şeker pancarı gibi mevsimlik ürünlerin işlenmesinde kullanılan makine ve ekipmanlar özel bir bakıma tabidir. Gerekirse yeni bir işleme sürecine başlamadan önce uzun bir süre kullanılmamış olan makine ve ekipman, sıkı bir kontrolden geçmeli ve onarılmalıdır. Yoğun bir işlem sürecinde ortaya çıkabilecek herhangi bir makine arızası ciddi hammadde kayıplarına (ürünlerin bozulmasına bağlı olarak) neden olabilir. İşlenmiş gıda ürünlerinin kalitesi, işlem esnasında kullanılan ekipmandan oldukça fazla etkilenir (Rahman, S.1995 ;Watt ve Merrill, 1963)

## 1.MAKİNA ve EKİPMAN SEÇİMİ

Gıda işleme makinesi ve ekipmanlarının seçimi hedeflenen uygulama yönteminin uygunluğuna, ekipmanın yapısal ve işlevsel özelliklerine, birincil maliyet ve bakım maliyetlerine bağlıdır.

### a.Montaj Özellikleri

Gıda işleme makine ve ekipmanlarının seçiminde şu yapı özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır: boyut/ağırlık, temizlenebilirlik, bakım, yedek parçaların standartlaştırılması, kullanılan malzemelerin niteliği, dayanıklılık ve otomasyon (Rahman, 1995).**a.1.Boyut/Ağırlık;** Tesis tasarımında proses ekipmanlarının ağırlığı ve kapladığı alan dikkate alınmalıdır. Bu faktörler makine-ekipmanın

farklı katlara monte edildiği (çok katlı bina içine yerleştirilen uzun tanklar gibi) gıda tesislerinde oldukça önemlidir. Makine-ekipman boyutları da mevcut gıda işleme hatlarının değiştirilmesi ve genişletilmesinde önem kazanır (Sinnot, 1996).

**a.2.Temizleme Olanakları:** Gıda makine-ekipmanı genellikle günlük olarak işlemde hemen sonra temizlenir. Eğer makine farklı gıdaların işlenmesinde (örn: mikser) kullanılırsa, başka bir işlem programına geçmeden önce temizlenmelidir. Bu durumda kolay ve çabuk parçalara ayırıp bunları tekrar birleştirmek gereklidir. En düşük seviyede iş gücü gereksinimine ihtiyaç olan ek yerleri ve bağlantılar kullanılmalıdır. Eğer CIP kullanılıyorsa sistemin otomasyonu ve valfler güvenli (temizleme kimyasallarına karşı dayanıklı)olmalıdır (Rahman, 1995).

**a.3.Bakım:** Çok çabuk yıpranan ya da eskiyen makine ve ekipman parçalarının kalitesine özel bir önem verilmelidir. Örneğin fırçalar, elekler, hortum başları, mil yatakları, kapaklar, taşıyıcı bantlar, bıçaklar, akan katı partiküllerle (örn: tahıllar) temasa geçen ekipman yüzeyleri. Sık sık bakıma ihtiyaç duyan makine - ekipman parçaları kolay ve çabuk ulaşılabılır olmalıdır.

**a.4.Yedek parçaların standartlaşması:** Fazla miktardaki standart ortak parçalardan oluşmuş ve periyodik olarak küçük miktarlardaki yedek parçalarla değiştirilmesi gereken makine-ekipmanlar tercih edilmelidir. Farklı makine - ekipmanlarda bile aynı standart parçaların kullanılması yedek parçaların lojistik maliyetini azaltır. Standartlaştırma, bakım ve onarımı kolaylaştırır ve böylece daha az kişisel tecrübeye ihtiyaç duyulur (Perry ve Green, 1992).

**a.5.Malzeme kalitesi:** Makine - ekipman yapımında kullanılan malzemelerin niteliği; gıdayla olan teması engellemek ve makine - ekipman dayanıklılığı açısından önemlidir. Malzemeler ile ilgili kalite faktörleri; makinenin toplam ağırlığı (ağır teçhizatlar genelde daha güçlüdür), makine - ekipman işçiliğinin kalitesi (niteliği, yüzeyin pürüzsüzlüğü, kaynak şekli), nispeten pahalı malzemelerin oranı (örn: paslanmaz çelik, teflon, izolasyon), elektrik akımından koruma (örn: çift veya elektrolit galvanizasyon, özel boyalar), mil yatakları ve kapaklardaki temel yapı malzemelerinin niteliğidir (Rao ve Rizvi, 1995).

**a.6.Dayanıklılık:** Gıda makineleri ve ekipmanları, özellikle temizleme ve bakım nedeniyle sık sık takılıp

söküldüklerinden (örneğin değişken üretimde gerildiklerinde ve hareket edildiğinde) dengeli ve sağlam olmalıdır. Çok kısa zamanda büyük miktarlardaki hammaddelerin işlendiği mevsimlik gıda proseslerinde ve çok sayıda personelin vasıfsız olduğu durumlarda dayanıklılık özellikle gereklidir.

**a.7.Otomasyon:** Gıda işlemenin sürekli, ürün miktarının yüksek, işgücü maliyetinin önemli, endüstriyel alt yapının mevcut olduğu yerlere fabrikaların kurulması durumunda, otomasyon başarılı bir şekilde uygulanır. Fakat otomasyon maliyeti yükseltir, otomatik ekipman genelde daha teferruatlıdır ve bu nedenle daha hassastır. Bu da montaj, bakım ve onarım için vasıflı personel gereksinimi anlamına gelir (Saravacos ve Kostaropoulos, 2002).

## b. İşlemsel Özellikler

İşlemsel özellikler, gıda işleme makine ve ekipmanlarının operasyonunu kolaylaştıran özelliklerdir. Gıda işleme makine ve ekipmanlarını seçerken şu hususlar göz önünde bulundurulmalıdır: Güvenirlilik, uygunluk, güvenlik, enstrümantasyon, ergonomi, verimlilik (etkinlik), doğruluk (hassasiyet-kesinlik), ve çevresel etki (Pyle, 1997; Saravacos ve Kostaropoulos, 2002).

**b.1.Güvenirlilik:** Gıdalar kolay bozulabileceği için saklama süresi de nispeten kısadır. Balık, süt, sebze ve meyve gibi taze ürünler mümkün olduğunca çabuk işlemden geçmelidir. Bu gıda işleme makine ve ekipmanının yüksek kapasite ve güvenirliliğini gerektirir ve böylece proses esnasındaki bozulma ve aksaklıkları önlenmiş olur. Buhar üretimi, işlemden kullanılacak su, elektrik ve soğutma birimleri gibi dolaylı olarak gıdaların üretiminde yer alan tesis makine - ekipmanları da güvenilir olmalıdır. “Zamanında dağıtım” anlaşmalı üretim yapan gıda fabrikalarında da güvenirlilik önemlidir. Fakat, en iyi makinelerde bile güvenirlilikle ilgili sınırlamalar mevcuttur; bozulan makineyi bir yenisiyle hemen değiştirmek her zaman önerilir. Tabi ki çok yüksek kapasiteli üretim tesislerinde, domates salçası ya da dondurulmuş gıdalar gibi, yedek evaporatör ya da dondurucular olmayabilir. Bununla birlikte, büyük birimlerin bölümlerini oluşturan daha hassas makine ve ekipmanların yerini alacak yedekler mevcut

bulunmalıdır (Pompalar, fanlar, kompresörler, kalite kontrol sensörleri vb.) (Rahman, 1995).

**b.2.Uygunluk:** Personelin daha az vasıflı olduğu durumlarda işlem esnasında kullanılan ekipman ve makinenin uygunluğu özellikle önemlidir.

**b.3.Güvenlik:** Kesme makineleri, fanlar, değirmen ve şekillendirme makineleri gibi hareketli parçalara sahip makinelerle çalışan personeli korumak için özel tedbirler alınmalıdır. Bütün durumlarda, makine alanlarında bulunan operatör ve diğer çalışanları korumaya yönelik tedbirler önceden belirlenmelidir. Koruma tedbirlerinin içerisinde, bariyer önlemi, iki kollu eğme aletleri ve elektronik güvenlik aletleri vb.(örn: herhangi bir insan uzvunun, korunan alanın sınırlarını geçmesi halinde makinenin otomatik olarak durması) yer alabilir. Yangın, elektrik çarpması ya da atık maddelerinin patlamasından ötürü ortaya çıkabilecek tehlikeleri en aza indirmek için de önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerin bazıları işlem esnasında kullanılan makinelere patlamayan ya da su geçirmeyen elektrik motorlarının monte edilmesi ve ekipmanın düzenli olarak bakımı olabilir. Değirmenlerde ve silolarda, granül ve toz gıdaların taşınması sırasında patlamalar olabilir. En fazla yangın tehlikesinin bulunduğu gıda endüstrileri ya da tesisleri değirmenler, yemeklik yağ üretim birimleri ve kuru gıda depolarıdır. Tehlikeleri azaltmak için, ABD Çalışma Bakanlığının OHSAS kuruluşu gibi (İş Güvenliği ve Sağlık Yönetimi) kuruluşların ortaya koyduğu birçok kanun ve standart vardır.

**b.4.Kullanışlılık:** Gıda proses şartları düzenli bir şekilde kontrol edildiğinde gıda makineleri veya ekipmanları daha etkili bir şekilde çalışır. Bunu sağlayabilmek için gelişmiş enstrümanlar (elektronik-otomatik kontrol cihazları vb.) gerekebilir. Her zaman kullanılan kontrol enstrümanlarına ek olarak son zamanlarda en sık kullanılan eğilim ise bilgisayarlar aracılığıyla ekranda prosesle ilgili bilgileri edinmek amacıyla doğrudan makineler ya da ekipmanlarla bağlantı kurmaktır. Bu ayrıca gıda üretiminde CAD (Computer Aided Design) ve CIM (Chartered Investment Manager) programlarının gelişmesine yardımcı olur

Bilgisayarlara bağlanma yoluyla tamamen otomatik hale getirilen makine ve ekipmanlar da uzaktan kumanda ile kontrol edilebilir ki bu geliştirilmiş sürekli gıda işlemlerinde (örn. Yemeklik yağ üretme ve değirmen) ve personelle temasın en az olması

gereken özel gıdaların üretiminde (örn: bebek ürünleri) önemlidir.

**b.5.Ergonomi:** Ergonomi (insan mühendisliği) gıda makine ve ekipmanlarının bakımında ve çalıştırılmasında önemlidir. Ergonomide; makinelerin-ekipmanların boyutları/kapasiteleri ile insani boyutlar/kapasiteler arasındaki ilişki önemlidir. Genel olarak söylemek gerekirse makinelerin onarımı ve operasyonu en düşük seviyedeki insan gücüne ihtiyaç duymalıdır. Dahası; şu da dikkate alınmalıdır ki, kadımlar erkeklerin sahip olduğu gücün sadece 2/3'üne sahiptir. İnsan gücü yaşa ve eğitime bağlıdır. Bazı kalite kontrol işlerinde olduğu gibi (örn: seçme-ayırma makineleri, son paketlemenin kontrolünde çalışma) sürekli insan konsantrasyonunun gerektiği işlerde doğru ergonomi önemlidir.

**b.6.Verimlilik:** Gıda işleme makine ve ekipmanı ile ilgili genel ihtiyaç gıda işlemenin en kısa zamanda gerçekleştirilmesidir. Gıdanın uzun süre havayla, yüksek sıcaklıkla, nemle ve bazı durumlarda da güneşle teması gıdanın kalitesini azaltır. Zamana bağlı olarak mikrobiyal, enzimlerle ilgili ve kimyasal değişim nedeniyle proses işlemi aynı zamanda gıda kalitesini de azaltabilir. Bu nedenle gıda kalitesi gıda işleme makine ve ekipmanlarının yeterlilik gereksinimlerini artırır (Pyle, 1997).

**b.7.Etkinlik:** Gıda üretiminde gıda işlemeyle ilgili zorunlu gereksinimler yerine getirilmelidir. Örneğin sterilizasyonda olduğu gibi, zaman-sıcaklık değerlerine kesin olarak ulaşılması. Aynı durum, son ürünlerdeki su aktivitesinde sıcaklık-zaman durumlarının uygulanmasının zorunlu olduğu kurutma işlemi için de geçerlidir. Gıdaların kimyasal olarak soyulması bu duruma diğer bir örnektir. Bu nedenle, özellikle muhafaza işlemlerinde gıda işleme makine ve ekipmanları da etkili bir şekilde kullanılmalıdır.

**b.8.Doğruluk:** Bazı gıda proses işlemleri endüstriyel faaliyetlerde fazlaca kesinlik gerektirmez. Fakat birçok paketleme (örn: şişeleme), tartım, asitlik, briks vb. ölçümlerde; renkli-şekerleme üretimi gibi işlemlerde tüketici hassasiyeti göz önünde bulundurularak fazlaca hassasiyet gereklidir. Gıda işleme prosesinde robotlar kullanıldığında da kesinlik önemlidir.

**b.9.Çevresel etki:** Gıda üretiminde çevre dostu makineler ve gıda işleme ekipmanları yasal nedenlerden ötürü gereklidir. Aynı zamanda, bunlar

gıda işleme tesislerinde çalışan insanların sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri de azaltır. Örneğin evresel yük, ekipman gürültüsü, koku ve atıkları (su ve hava). Bu nedenle, gıda tesisleri için çeşitli makine ve ekipmanlar seçilirken çevresel sınırlamalar ile ilgili ekipman özellikleri ve gereklilikleri yerine getirilmelidir.

## 2.EKİPMANIN TEST EDİLMESİ

Standart ekipmanlar normal şartlarda üreticiler/tedarikçiler tarafından garanti edilir ve genellikle gıda işleme tesisine monte edilmeden önce performansının test edilmesine gerek yoktur. Fakat, yeni veya kompleks ekipmanın, ya pilot tesiste ya da prosesin gerçekleştirildiği tesiste test edilmesi gerekebilir. Bazı proses makine ve ekipmanları ile ilgili test prosedürleri Amerikan Kimya Mühendisleri enstitüsü (AIChE 1960-1990) tarafından yayınlanmıştır. Prosesler esnasında kullanılan ve test prosedürleri yayınlanan bazı teçhizatlar; santrifüj pompaları, rotary pozitif volümetrik pompaları, santrifüjler, evaporatörler, kurutucular, sürekli-direkt ısı kurucuları, ısı değiştiriciler, boyuta göre sınıflandırıcılar, kesikli basınç filtreleri, karıştırma ekipmanları; makarna ve hamur karıştırma ekipmanları, plakalı distilasyon kolonlarıdır (Biegler, Grossmann, ve Westerberg, 1997; Gould, 1996).

Örneğin döner hacimsel pompalarının (Newton tipi sıvıları) test edilmesi şu aşamaları içerir: Terimlerinin tanımı (yoğunluk, viskozite, reynold sayısı, basınç düşmesi, kapasite, güç, yeterlilik), ölçme aletleri ve metotları, test prosedürü, test şartları, test verileri ve performans kriterleri, onay testi, sonuçların yorumlanması ve bilgisayara kaydedilmesi, performans özellikleri (güç, kapasite, toplam basınç düşüşüne karşı etkinlik) (Rao ve Rizvi, 1995).

Pompa, tank, ısı değiştiriciler ve santrifüjler gibi "off the self" standart ekipmanlar, ekipman üreticileri stoklarından tedarik edilebilir. Özel ekipmanlar, deneyimli üreticiler tarafından yüksek fiyatlar karşılığında üretilmek zorunda olabilir (Peters ve Timmerhaus,1990).

Çeşitli proses ekipmanları için ekipman özellik formları üretici firmalar tarafından yayınlanmış olup bu standartlara göre üretimleri yapılmaktadır. Gıda işleme ekipmanlarıyla ilgili standart form makine ve

ekipmanlar şunlardır: Pompalar, fanlar, vakum pompaları, elektrik motorları, ısı değiştiriciler, kaynatma kazanları, evaporatörler, paket soğutma sistemleri, pres filtreler, santrifüjler, elekler, damıtma kolonları ve proses tanklarıdır (Rahman, 1995).

Özellik formları, ürünün özellikleri ve çeşidi, akış oranı (kapasite), işleme durumları (sıcaklık, basınç) ve diğer karakteristik verilerle ilgili bilgiler içerir. Çok kesin özellikler, makine - ekipmanın maliyetini önemli derecede arttırabilir. Bazı durumlarda, gıda tesisinin yatırım maliyetini azaltan ikinci el makine ve ekipmanlar da satın alınabilir.

#### **Kaynaklar;**

**Biegler, L.T., Grossmann, I.E. ve Westerberg, A.W.** 1997. Systematic methods of chemical process design. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.

**Gould, W.A.** 1996. Unit operations for the food industry. Timonium, MD: CTI Publ

**Rahman, S.** 1995. Food Properties Handbook. New York: CRC Press.

**Rao, M.A. ve Rizvi, S.S.H.** 1995.(eds) Engineering properties of foods, 2nd.ed. NY. Marcel Decker.

**Perry, R. ve Green, D.** 1992. Perry's Chemical Engineers' Handbook. McGrawHill, London

**Peters, M.S. ve Timmerhaus, K.D.** 1990. Plant design and economics for chemical engineers, 4th. ed. New York: McGraw-Hill.

**Pyle, D.L.** 1997. (editors). Introduction to process design. In chemical engineering for the food industry. London: Blackie Academic and Professional, 1-62.

**Saravacos, G.D: and Kostaropoulos, A.E.** 2002. Handbook of Food Processing Equipment. Kluwer Academic /Plenum Publisher, New York.

**Sinnot, R.K** 1996. Chemical process design. In Chemical Engineering, Vol.6. J.M. Coulson and J.F. Richardson, eds. London: Butterworth-Heinemann.

**Watt, B.K., and Merrill, A.L.** 1963. Composition of foods, raw processed, prepared. Agriculture Handbook No.8. Washington, DC. USDA.