

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

PLASTİK TEKNOLOJİSİ

**VAKUM MAKİNE AYARLARI
543M00265**

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. VAKUM İLE İŞLEMEDE SICAKLIK AYARLARI.....	3
1.1. Vakum ile İşlemede İşleme Sıcaklıkları	3
1.1.1. Vakum Tekniği ile İşlemede Kullanılan Plastiklerin İşleme Sıcaklık Değerleri ...	3
1.2. Vakum Makinesi Sıcaklık Ayarları.....	6
1.2.1. Isıtıcılar.....	7
1.2.2. Isı Değerlerinin Tespiti.....	8
1.2.3. Pişirme Süresi Tespiti	10
1.2.4. Ek Sistemler.....	11
UYGULAMA FAALİYETİ	13
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	16
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	19
2. VAKUM İLE İŞLEMEDE BASINÇ AYARI.....	19
2.1. Vakum İle İşlemede Vakum Basıncı ve Önemi	19
2.1.1. Vakum Basıncı	19
2.1.2. Vakumun Basıncının Önemi.....	20
2.1.3. Basınç Değerleri	20
2.1.4. Vakum Pompaları	21
2.2. Vakum Basıncına Etki Eden Faktörler.....	22
2.2.1. Vakum Sisteminin Vakum Basıncına Etkisi.....	23
2.3. Vakum Basınç Değerlerini Ayarlama ve Kontrol.....	23
2.3.1. Vakum Değeri Belirlenmesinde Kullanılan Ölçüm Cihazları	24
2.3.2. Vakum Ayarı	24
2.3.3. Havanın Kontrol Edilmesi	25
UYGULAMA FAALİYETİ	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	30
MODÜL DEĞERLENDİRME	33
CEVAP ANAHTARLARI	35
KAYNAKÇA	36

AÇIKLAMALAR

KOD	543M00265
ALAN	Plastik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Plastik İşleme
MODÜLÜN ADI	Vakum İle Üretimde Makine Ayarları
MODÜLÜN TANIMI	Vakum ile işlemede işleme sıcaklıkları, vakum makinesi sıcaklık ayarları, vakum basınç değerlerini ayarlama ve kontrolü bilgilerini kullanarak vakum plastik vakum makinelerinin işe hazırlanması yeterliliğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Vakum makinesini işe hazırlamak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında plastik vakum makinesini işe hazırlayabileceksiniz. Amaçlar 1. Vakum makinesinin sıcaklık ve hız ayarlarını, istenilen ürünü elde edecek şekilde yapabileceksiniz. 2. Vakum makinesinin istenilen özellikte ürün elde edebilecek şekilde, vakum basınç ayarlarını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Uygulama atölyesi Donanım: Plastik vakum makinesi, plastik vakum kalıpları, vakumlamaya uygun özellikte plastik levha, rulo film
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Sıcak biçimlendirme yöntemi, günümüzde çok yaygın olarak kullanılan plastik işleme metotlarından biridir. Bilindiği gibi günlük hayatımızda kullanılan birçok ürün bu yöntem ile elde edilmektedir. Bu yöntemin işleme esası, ısıtılmış olan levhanın kalıplanmasıyla istenen formu oluşturmaya dayanır.

Vakumla kalıplama, sıcak biçimlendirmenin en çok kullanılan türüdür. Vakumla kalıplamada üretilen ürünler genellikle girintili çıkıntılıdır. Diğer metotlarda kalıplanması zor olan parçaların üretilmesinde bu yöntem kullanılır.

Sıcak biçimlendirme yöntemi, gıda ambalajlama sektöründe diğer ambalajlama yöntemlerine göre daha ucuza mal olmaktadır. Örneğin, uçak endüstrisi alanında, işlenmiş akrilik parçaların çok iyi optik özellikler taşımaları nedeni ile uçakların rüzgâr koruyucuları (ön camları) bu malzemeden vakumlama metoduyla yapılmaktadır. Daha sayamadığımız ve günlük hayatta kullandığımız birçok eşya, sıcak biçimlendirme yöntemi ile üretilmektedir. Vakumlama teknolojisi günümüzün vazgeçilemez bir plastik işleme yöntemidir.

Üretime geçmeden önce vakum makinesi sıcaklık ve basınç ayarlarının uygun değerlere ayarlanması gerekmektedir. Ayrıca sıcaklık ve basınç sürelerinin doğru bir şekilde ayarlanması gerekmektedir. İşte bu değerlerin doğru bir şekilde tespit edilmesi, kaliteli bir üretimin önemli aşamalarındandır. Bu işlemler için birtakım bilgi ve beceriler gerekmektedir.

Vakum ile Üretimde Makine Ayarları modülü, makineyi üretime hazırlama becerilerinin kazandırıldığı bir modüldür. Bu modülü tamamladığınız zaman sizler plastik vakum makinelerini uygun sıcaklık ve basınç değerlerine ayarlayabileceksiniz

Bu modülde hedeflenen yeterlikleri kazandığınızda, plastik işleme alanında daha nitelikli elemanlar olarak yetiyecek, daha kaliteli ve hatasız ürünler ortaya çıkarabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Vakum makinesinin sıcaklık ve hız ayarlarını, istenilen ürünü elde edecek şekilde ayarlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Plastik vakum teknolojisi ile üretim yapan işyerlerini ziyaret ederek plastik levha ve film kalınlıklarının sıcaklık ve ısıtma süresini nasıl etkilediğini araştırınız.

1. VAKUM İLE İŞLEMEDE SICAKLIK AYARLARI

1.1. Vakum ile İşlemede İşleme Sıcaklıkları

Termoplastiklerin tümü ısıtıldıklarında yumuşayarak uzarlar. Bu uzama miktarı, plastiklerin cinsine ve çalışma ortamına göre farklılık gösterir. Plastiğin uzaması sıcaklığa, ısıtma metoduna, uzatma metoduna, kalıp malzemesinin seçimine ve kalıpta soğutma metodlarına bağlıdır. Bazı termoplastik levhaların boyutları % 500-600 uzayabilirken bazı plastiklerde ise uzama ancak % 15-20 arasındadır.

1.1.1. Vakum Tekniği ile İşlemede Kullanılan Plastiklerin İşleme Sıcaklık Değerleri

Plastiklerin vakumlama metodu ile şekillendirilmesinde, sabit bir sıcaklık değerinden söz etmek çok mümkün değildir. Sıcaklık değerlerini etkileyen birçok faktör vardır.

- **Vicat sıcaklığı:** Polimer yapıdaki ham maddelerin sıcaklık altındaki direncini saptamak için kullanılan bir test metodu sonucu elde edilen değerdir.

Aşağıda, vakum şekillendirmede kullanılan bazı plastiklerin sıcaklık özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

1.1.1.1. PP- Polipropilen

0,90-92 g/cm³ arasındaki yoğunluk değeri ile en hafifi termoplastiktir. Polipropilen kristallerinin erime noktası 160 °C dolayındadır ve genellikle 200 °C üzerinde proses edilir. Polipropilen 120°C 'de akmaya başlar.

Erime noktası düşük olduğu için 90-110 °C sıcaklık aralığı gibi düşük sıcaklıklarda kullanılabilir. Yükleme yapılmadığında 140 °C dolayındaki sıcaklıklara dayanabilir. Polimerin oksidasyonu sıcaklıkla yükselir. Uygun şekilde takviye edildiğinde iyi bir ısı dayanımına sahiptir.

Polipropilen deformasyon sıcaklığı 110 °C, vicat yumuşama sıcaklığı 155 °C'dir. Enjeksiyonda işleme için tavsiye edilen sıcaklık değerleri 180-260°C aralığıdır. Polipropilenin sıcaklıkla genişmesi ve soğudukça büzülmesi polietilenlere nazaran çok küçüktür. Bundan dolayı nadiren deforme olur veya çatlar.

1.1.1.2. ABS (Akrilonitril-Bütadien-Stiren)

Yoğunluğu 1.04 g/cm³ olan, ABS polimerleri için çalışma sıcaklıkları 200 ila 250 °C arasındadır ve çalışılan polimerin tipine bağlıdır. ABS polimerik tabakanın ısıl şekillendirilmesinde ABS tipi, parça tasarımı, çekme oranı, tabakanın kalınlığı şekillendirme tekniğine bağlı olarak sıcaklık 250-375 °C aralığında uygun bir değere ayarlanır.

Yüksek sıcaklıklara dayanıklı olan ABS'nin, yumuşama sıcaklığı polistirenden yüksektir.

-40 °C'ye kadar kararlıdır ve hafiftir. Deformasyon sıcaklığı 85 °C, vicat yumuşama sıcaklığı 95 °C'dir.

1.1.1.3. PC (Polikarbonat)

Polikarbonat 148 °C civarında elastik bir malzemeye dönüşür. 220°C'de ise polikarbonat akmaya başlar. Bu değer polikarbonat için erime sıcaklığı olarak tanımlanır. Polikarbonat çok amaçlı kullanılmasının en önemli nedeni 100-145 °C sıcaklık değerlerine kadar yüksek performans göstermesidir. Polikarbonatın ticari başarısının önemli nedenlerinden biri ısıl bozunma sıcaklığının yüksek olmasıdır. Cam fiber katkı ilavesi polikarbonatın ısıl genişleme katsayısını metallerin ısıl genişleme katsayı değerlerine yaklaştırır. Polikarbonatlar yüksek çarpma direnci, ısıl kararlılık ve yüksek ısıl bozunma sıcaklığına sahiptir

Özgül ağırlığı: 1.20

Deformasyon sıcaklığı: 130 °C

Vicat yumuşama sıcaklığı: 150 °C

Kullanım sıcaklık aralığı: -100°C den +135°C'ye

Erime sıcaklığı, 250°C civarı

İşleme sıcaklıkları: 280-320 °C arasında işlenmesi tavsiye edilir.

1.1.1.4. PS (Polistiren)

Polistiren 100 °C'nin altında şeffaf ve katı, 100 °C'nin üzerinde yumuşayıp akışkan hâle dönüşen ve kolayca kalıplanıp şekillendirilebilen bir plastiktir. Maksimum kullanılabilir sıcaklığı 70°C'dir

Oda sıcaklığında, polistiren katı hâlde bir termoplastiktir fakat enjeksiyon veya ekstrüzyon yolu ile işlenirken yüksek sıcaklıklarda eriyik hâle getirilir.

1.1.1.5. PE (Polietilen)

Polietilenler 80 °C 'de akmaya başlar. Temel olarak iki çeşidi vardır:

➤ **YYPE (Yüksek yoğunluklu polietilen)**

YYPE, -80°C'de bile yüksek darbe dayanımına sahip, sterilize edilebilen ve yük olmadığına 80°C'ye kadar rahatlıkla kullanılabilen bir malzemedir.

Özgül ağırlığı: 0,95

Deformasyon sıcaklığı: 80 °C

Vicat yumuşama sıcaklığı: 130 °C

Enjeksiyon da işleme için tavsiye edilen sıcaklık değerleri: 180-250°C aralığıdır.

➤ **AYPE (Alçak yoğunluklu polietilen)**

YYPE'ye göre molekül yapısında çok dallanma olan AYPE bu yüzden daha düşük kristalliliğe sahiptir. Bu nedenle sertliği ve dayanıklılığı daha düşük, kimyasal dayanımı sınırlıdır. Buna karşılık darbe dayanımı daha yüksektir. -40-70°C arasında kullanılabilen AYPE'nin yoğunluğu 0.92 g/cm³ arasındadır.

Deformasyon sıcaklığı: 110 °C

Vicat yumuşama sıcaklığı: 94 °C

Enjeksiyon da işleme için tavsiye edilen sıcaklık değerleri: 180-240°C aralığıdır.

1.1.1.6. PMMA - Poli Metil Metakrilat (Akrilik)

Polimerin optik özellikleri çok iyidir ve cam şeffaflığına yakındır, ışığın % 92'sini geçirir. Ayrıca, atmosfer koşullarına dayanıklı, boyutsal kararlılığı iyi, mekanik dayanımı yüksek ve serttir. Bu özellikleri nedeni ile camın yerine kullanılır. PMMA sıcaklık değişimlerinden fazla etkilenmeyen bir polimer olmakla birlikte saf hâlinde 65 °C gibi düşük sıcaklıklara dayanır. Kullanım sıcaklığı içerisine ısı stabilizatörü katılarak 100°C'ye kadar yükseltilebilmektedir.

Özgül ağırlığı: 1.19

Deformasyon sıcaklığı: 90 °C

Vicat yumuşama sıcaklığı: 100 °C

PMMA daha çok enjeksiyon, ekstrüzyon, vakum şekillendirme, döküm, şişirerek kalıplama yöntemleri ile şekillendirilir. Erimiş hâlde akıcılığı düşüktür. Proses sıcaklığı 170-250°C arasında olmalıdır.

1.1.1.7. PET Plastikler

PETlerin yoğunluğu 1.33-1.38 g/cm³tür. Maksimum kullanılabilir sıcaklığı 60°C'dir. En çok kullanılan plastiklerden biridir. PET, açık veya hafif renkli, yarısaydam, suda yüzebilir fakat köpük yapılamaz, 250 °C gibi yüksek erime sıcaklığına sahip bir plastiktir. Son yıllarda levha uygulamaları artmaktadır.

1.1.1.8. PVC Plastikleri

PVClerin yoğunluğu 1.32-1.42 g/ml'dir. Maksimum kullanılabilir sıcaklığı 70°C'dir. PVC ürünleri genelde sert (rijid), yumuşak (soft) olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

Polivinilklorür uygun katı maddeleri ile karıştırılarak ortaya çıkan karışım ekstrüzyon makinesinden 200 °C sıcaklık ve basınç altında işlenerek profil hâline dönüştürülür.

Bu polimer, çeşitli katkı maddeleri ile harmanlandıktan sonra yüksek sıcaklıklarda şekillendirilerek plastik hâline getirilir ve kullanılır. PVC, polimer zincirinde klor atomu taşıyan ender termoplastiklerdendir. Klor içermesi nedeni ile PVC'nin alev alma sıcaklığı yüksektir.

Polivinil klorür monomenire uygun katkı malzemeleri karıştırarak üretime hazır profil yarı mamulü hâline getirilir. Elde edilen bu karışım ekstrüzyon makinelerinde yüksek sıcaklık (~180-200°C) ve basınç altında işlenir.

1.2. Vakum Makinesi Sıcaklık Ayarları

Polimerlerin vakumla şekillendirilmesi temel olarak tabaka kesimli ve sürekli olmak üzere ikiye ayrılır. Tek istasyonlu makinelerde tabaka hâlindeki plastik levhalar, çok istasyonlu vakum makinelerinde rulo film hâlindeki tabakalar kullanılır. Plastiklerin ısıl şekillendirilmesinde bu yöntem farklılıkları, ısı değerlerinin ayarlanmasında etkilidir. Ayrıca, vakum yöntemi ile plastiklerin şekillendirilmesinde makine sıcaklık değerleri:

- Kullanılan plastik çeşidi
- Parça tasarımı
- Çekme oranı
- Tabakanın kalınlığı
- Şekillendirme tekniğine bağlı olarak da değişir.

Kalın levhalar çift taraflı ısıtılıp yumuşatıldıktan sonra vakum uygulanır.

Thermoforming, (vakumla şekillendirme), vakum ve sıcaklık altında ısıtılan plastik plakalara istenilen şekli verme işlemidir. Levhalar genel olarak 135°C -200 °C arasında ısıtılır. Çok sayıda ısıtıcı eleman, şekil verme öncesinde levhaların sıcaklık değerlerine uygun ısıtma işlevini yerine getirir. Bu nedenle ısıtıcı elemanların istenilen sıcaklık değerlerini vermeleri çok önemlidir. Isıtma işleminden sonra plastik levhalar vakum altında şekillendirilirler.

Ürünün niteliğine göre levhalara verilen şekiller farklı olabilir veya aynı levhanın değişik yerlerine farklı şekiller verilebilir. Proses sırasında levhanın istenilen şekli alması, ısıtma işleminin iyi yapılmasına bağlıdır. Bu nedenle her bir ısıtıcı eleman istenilen sıcaklık

değerini verebilecek şekilde hassas ayarlanmalıdır. Genel olarak bu işlem manüel olarak yapıldığından hassasiyeti sağlamak zordur. Isıtma bölgesinde levhalar üzerinde istenildiği gibi homojen bir ısıtma uygulanamazsa şekil verme işlemi kolay olmaz. Bunun sonucunda levhaların muhtelif yerlerinde kalınlık değişimleri meydana gelir ve levhalar istenilen şekli alamaz. Böylece açığa çıkan hurda miktarı fazla olur.

Bazı plastikler şekillendirme sıcaklığında macunumsu bir kıvam alır. Bu yüzden çok az bir basınçla kalıbın şeklini almaları mümkündür. Bazıları şekillendirilmelerinde direnç gösterir. Bu tür plastikleri işlemek için kuvvetli donanım ve makinelere ihtiyaç duyulur.

Termoplastiklerin erime sıcaklıkları bakımından ikiye ayırmak mümkündür. Bazı plastik çeşitleri yumuşadıktan sonra erir. Bazı plastik çeşitleri ise yumuşamadan erir. Yumuşamadan eriyen termoplastikleri vakumla şekillendirmek güçtür. Belirli bir noktadan sonra birkaç derece daha yüksek bir sıcaklıkta plastik eriyerek akar. Bu yüzden plastiği ısıtmak çok önemlidir.

Plastik levhanın sıcakken uzaması, kuvveti, direnci ve bozulması sıcaklıkla etkilendiğine göre sıcaklık levhanın tüm alanı üzerinde düzgün bir şekilde dağılmalı ve uygun değerdeki sıcaklık levhanın tüm yüzeyinde aynı olmalıdır.

1.2.1. Isıtıcılar

Isıtıcılar şekillendirilecek ürünün kesit alanına, kalınlığına ve plastik ham maddenin cinsine göre seçilir. Şekillendirilecek plastik levhanın cinsine uygun sıcaklık değerlerine göre malzemenin şekil almasını sağlar. Isıtıcının levha üzerinde durma süresi, levhanın kalınlığına ve plastik malzemenin cinsine göre değişir.



Resim 1.1: Isıtıcılar

Vakum makinesinin üstüne doğrudan doğruya bağlanan ısıtma panosu çok daha kullanışlıdır. Çoğunlukla, sıcaklığı 350°C ile 650°C olan kızılötesi veya ısı ileten panolar kullanılır. Uygun sıcaklık, plastiğin panonun altında tutulma zamanını ve pano ile plastik arasındaki aralığı kontrol ederek elde edilir. Uygun sıcaklığa ulaşıldığı zaman, ısıtma cihazı plastiğin üzerinden geriye çekilir.

Isıtma sistemleri, termoform makinelerinde kullanılan birçok çeşidi vardır. Bunlar, elektrik, seramik, panel, tüp kuvars, metal borulu kılıflı, katalitik halojen gaz ve gaz yakıtlı seramik içerir.

Isıtıcılar genellikle bir alüminyum reflektör plaka içinde monte edilen infrared(kızılötesi) unsurlardır. Herhangi bir ısıtıcı kullanarak en iyi vakum sonuçlar elde etmek için ısının tüm yüzey alanı üzerinde ve kalınlığı boyunca eşit olarak dağıtılması esastır. Bunu başarmak için bir dizi enerji regülatörleri tarafından kontrol edilen bölgeler olması zorunludur.

Kritik sıcaklıklarda, yüksek sıcaklık değerleri oluşturan quartz ısıtıcılar tavsiye edilir. Isı yoğunluğu çeşitli bölgelerde iyi kontrol edilir ve konveksiyon hava akımları ve kelepçe alanlarında oluşan ısı kayıpları telafi edilebilir ve tutarlı ısı değerleri sürekli olarak sağlanır.

1.2.2. Isı Değerlerinin Tespiti

Makinelerin çoğunda elektriksel ısıtıcı bir pano vardır. Bazı hâllerde, biri plastik levhanın altında, diğeri üstünde duran iki ısıtıcı pano bulunur. Bu ısıtıcılarla sağlanan sıcaklık 350-800 °C arasındadır. Plastiklerin biçimlendirme sıcaklıkları 135-200 °C arasında olduğundan plastik, ısıtıcı panoya karşı, ince levhalar için birkaç saniye, kalın levhalarda bir veya iki dakikaya kadar olmak üzere kısa bir süre tutulur.

Birden fazla ısıtma istasyonu bulunan vakum makinelerinde levha ısıtma istasyonlarına otomatik ve aralıklı olarak verilir. Isıtıldıktan sonra levhaya son şeklini verildiği istasyona aktarılır. Burada şekillenen levhanın, düzeltme istasyonunda çapak ve fazlalıklar alınır.

Levha menteşe veya tutucularla tutturularak ısıtılır. Isıtma ya belirli bir sıcaklığa getirmekle veya belirli sıcaklıkla belirli bir süre tutmakla temin edilebilir. Isıtılan levha, kalıbın kenarlarıyla temas edecek şekilde kalıp üzerine yerleştirilir.

1.2.2.1. Malzeme Isıl Şekillendirme Sıcaklığı

Polistiren	120 °C
Akrilik	160 °C
PVC	130 °C
ABS	160 °C
Polikarbonat	200 °C
Polipropilen	180 °C
Polietilen	120 °C
PETG	120 °C

Makine ilk açılıştta yaklaşık on beş dakika kadar bekletilmelidir. Eğer makine daha önceden ayarlı ise on beş dakika bekledikten sonra çalışmaya başlanmalıdır. Daha önceden ayarlı değil ise ısınma zamanı ayarı biraz uzun tutularak çalışmaya başlanır. Rezistans ürünün üzerindeyken göz ile ürünün aldığı şekle bakılabilir.

Malzeme,

- Önce gerginleşir.
- Bir süre sonra kenarlardan kırışmaya başlar.
- Daha sonra orta kısımda aşağıya doğru sarkmaya başlar.

Bu noktada işin niteliğine göre zaman ayarı yapılabilir.

- Yüksekliği fazla olmayan bir kalıpta, malzeme ince olacağından ürünün ısınıp sarkmadan önceki aşamasında ısı ayarı uygundur.
- Yüksekliği fazla olan bir kalıpta malzeme biraz daha kalın olacaktır ve ürünün ısınıp biraz sarkmaya başlama noktasında ısı ayarının yapılması uygundur.



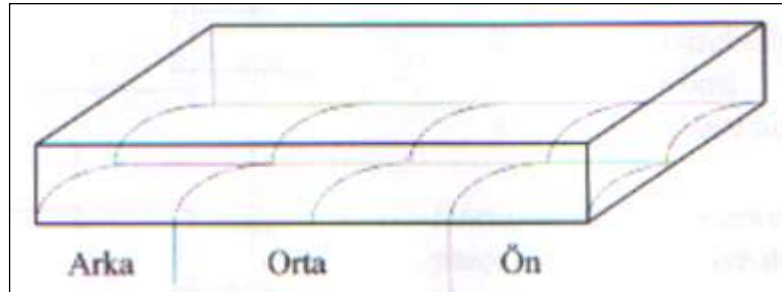
Resim 1.2: Isı değerleri

1.2.2.2. Bölgesel Sıcaklık Kontrolü

Makinenin üzerinde üç bölge vardır:

1. Bölge – ön bölge
2. Bölge – orta bölge
3. Bölge – arka bölge

Bölgesel sıcaklık kontrolleri ile makine üzerindeki bölgelerin sıcaklık kontrolü ayrı ayrı mümkündür.



Şekil 1.1: Makinenin ısınma grubu bölgeleri

Ön taraf inceliyor (Ön tarafın sıcaklığı biraz düşürülür.).

Orta taraf inceliyor (Orta tarafın sıcaklığı biraz düşürülür.).
Arka taraf inceliyor (Arka tarafın sıcaklığı biraz düşürülür.).
Ön taraf iyi çekmiyor (Ön tarafın sıcaklığı biraz arttırılır.).
Orta taraf iyi çekmiyor (Orta tarafın sıcaklığı biraz arttırılır.).
Arka taraf iyi çekmiyor (Arka tarafın sıcaklığı biraz arttırılır.).

1.2.3. Pişirme Süresi Tespiti

Plastik maddeler genellikle 20-25°C sıcaklıkta depolanır. Şekillenecek malzemenin ısıtılması mümkün mertebe çabuk olmalıdır. Şekillendirilecek olan plastiğin ısıtılma hızı,

- Levhanın kalınlığına
- Malzemenin termal iletkenliğine
- Malzemenin özgül ısısına
- Enfraruj ısıtıcısı kullanılıyorsa rutubet miktarı ve suyu emme özelliklerine
- Isısıyla bozunma özelliğine dayanmaktadır.

Yaklaşık olarak bazı plastiklerin ısıtma süreleri şu şekildedir:

PLASTİK	KALINLIK	ISITMA SÜRESİ
PS	1 mm	30 sn.
ABS	1 mm	40 sn.
PP	1 mm	50 sn.
PE	1 mm	50 sn.
PET-G	1 mm	30 sn.
PVC	1 mm	30 sn.
PC	1 mm	60 sn.

PLASTİK	KALINLIK	ISITMA SÜRESİ
PS	2 mm	60 sn.
ABS	2 mm	80 sn.
PP	2 mm	100 sn.
PE	2 mm	100 sn.
PET-G	2 mm	60 sn.
PVC	2 mm	60 sn.
PC	2 mm	120 sn.

Tablo 1.1: Bazı malzemelerin ortalama ısıtma süreleri

1.2.4. Ek Sistemler

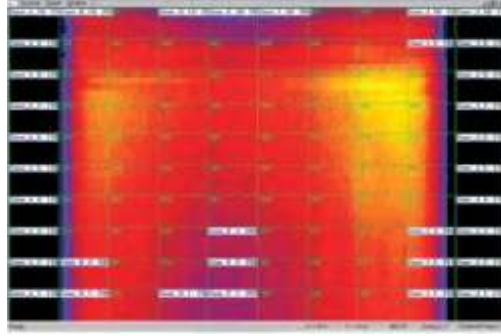
- Ön ısıtma sistemi
- Infrared (kızılötesi) yüzey sıcaklık kontrol sistemi
- Sarkma kontrol sensörü

1.2.4.1. Ön ısıtma sistemi

Genellikle çok istasyonlu seri üretim yapan vakum makinelerinde kullanılan bir sistemdir. Vakum yapılacak rulo film veya levha asıl ısıtıcı sisteme girmeden önce ön ısıtmaya tabi tutulur. Ön ısıtma hem zamandan kazandırır hem de daha iyi bir ısıtma sağlar.

1.2.4.2. Infrared (Kızıl Ötesi) Yüzey Sıcaklığı Kontrol Sistemi

Genellikle makinelerde şekil verme öncesinde levhalar üzerinde sıcaklık ölçümü yapılmamaktadır. Bu durumda da levha üzerinde olması istenilen sıcaklık profilleri görülememektedir fakat yüksek üretim miktarlarında, istenilen kalite standartlarını sürekli tutabilmek için sıcaklık dağılımını ve profilini izleme ihtiyaçlarını ortaya çıkarmaktadır.



Resim 1.3: Isı takip sistemi ekranı

İşletmenin ihtiyacı olarak levhaların yüzeyleri ve kenarları boyunca eşit sıcaklık değerlerinin elde edilmesi ve bu değerlere bağlı olarak ısıtıcı elemanların ayarlanması gerekebilir. Bunun sonucunda da hangi tür levha için nasıl bir ısıtma tekniğinin gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Isı takip sistemleri aşağıdaki fonksiyonları yerine getirebilecek özelliklere sahiptir:

➤ **Isı takip sisteminin özellikleri**

- Bütün levhalara ait termal görüntüler izlenebilir.
- Birçok bölgeye ayrılabilen sıcaklık değerleri takip edilebilir.
- Levha üzerindeki sıcaklık değerleri istenilen sınırların dışına çıkması durumunda ikaz bilgileri alınabilir.
- Sapmalar tespit edilerek ısıtıcıların kontrolü otomatik yapılabilir.
- Tüm sıcaklık takip bilgileri bilgisayarda saklanıp sonradan incelenebilir.

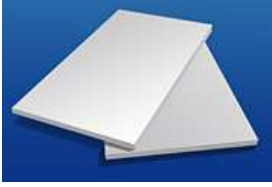
1.2.4.3. Sarkma Kontrol Sensörü

Sarkma kontrol sensörü, vakum yapılacak plastik levhanın ısıtıldıktan sonra sarkma miktarının belirlenen sınırlar içerisinde kalmasını sağlar. Sarkma miktarı belirlenen sınırlar dışına çıkması durumunda operatör ikaz edilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Atölyenizde plastik vakum yapmak üzere belirlediğiniz rulo film veya levhanın özelliklerine göre tespit ettiğiniz sıcaklık ve ısıtma süresine göre makine ayarlarını yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Vakum yapılacak plastik levhanın sıcaklık özelliklerini araştırınız.</p> 	<p>➤ Çalışma ortamını hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Modül bilgi sayfalarından edindiğiniz bilgiler doğrultusunda makine sıcaklık değerlerini belirleyiniz. ➤ Sıcaklık değerlerini belirlerken levha kalınlığını dikkate alınız.</p>
<p>➤ Vakum makinesi ısılarını açınız.</p> 	<p>➤ Isı ekran göstergelerinin düzgün çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.</p>
<p>➤ Belirlediğiniz sıcaklık değerlerine göre makine bölgesel sıcaklık değerlerini giriniz.</p>	<p>➤ Girdiğiniz sıcaklık değerlerinin hangi bölgeleri kontrol ettiğine dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Isıtma ünitesinin bekleme süresini ayarlayınız.</p>	<p>➤ Isıtma süresini belirlerken malzeme sıcaklık özelliklerini ve kalınlığını dikkate alınız. ➤</p>
<p>➤ Vakum makinesi ısılarının girdiğiniz sıcaklık değerlerine yükselip yükselmediğini takip ediniz.</p>	<p>➤ Isıları takip ederken ısıtma birimlerine elle dokunmayınız. ➤ Çalışmayan ısıtma birimlerine müdahale etmeyiniz. İşi uzmanına bırakınız.</p>
<p>➤ Makineyi çalıştırarak ısıtma ünitesi bekleme süresinin uygunluğunu tespit ediniz.</p>	<p>➤ Çalışma süresinin uygunluğunu denetlerken gerekirse çerçeveye numune bir levha yerleştiriniz.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Vakum yapılacak plastik levhanın sıcaklık özelliklerini araştırdınız mı?		
2. Vakum makinesi ısılarını açtınız mı?		
3. Belirlediğiniz sıcaklık değerlerine göre makine bölgesel sıcaklık değerlerini girdiniz mi?		
4. Isıtma ünitesinin bekleme süresini ayarladınız mı?		
5. Vakum makinesi ısılarının girdiğiniz sıcaklık değerlerine yükselip yükselmediğini takip ettiniz mi?		
6. Makineyi çalıştırarak ısıtma ünitesi bekleme süresinin uygunluğunu tespit ettiniz mi?		
7. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
8. Süreyi iyi kullandınız mı? (2 saat)		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Polimer yapıdaki ham maddelerin sıcaklık altındaki direncini saptamak için uygulanan test metodu sonucu elde edilen değer aşağıdakilerden hangisidir?
A) Ergime sıcaklığı
B) Vicat sıcaklığı
C) Özgül ağırlık
D) İşleme sıcaklığı
2. 100 °C'nin altında şeffaf ve katı, 100°C'nin üzerinde yumuşayıp akışkan hale dönüşen kolayca kalıplanıp şekillendirilebilen ve maksimum kullanılabilir sıcaklığı 70 °C olan plastik aşağıdakilerden hangisidir?
A) PS
B) PMMA
C) PE
D) PVC
3. Erime sıcaklığı 250 °C civarında olan plastik çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
A) PS
B) PVC
C) AYPE
D) PC
4. Aşağıdakilerden hangisi plastiklerin vakumla şekillendirme sıcaklık değerlerini etkileyen unsurlardan birisi değildir?
A) Kullanılan plastik çeşidi
B) Şekillendirilecek malzeme kalınlığı
C) Şekillendirilecek malzeme rengi
D) Şekillendirme tekniği
5. Vakumla kalıplamada plastiklerin biçimlendirme sıcaklığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 60-80 °C
B) 80-120 °C
C) 135-200 °C
D) 350-500 °C
6. Aşağıdakilerden hangisi vakumla şekillendirme de kullanılan ek sistemlerden değildir?
A) Ön ısıtma sistemi
B) Kızılötesi yüzey sıcaklık kontrol sistemi
C) Sarkma kontrol sensörü
D) Dozajlama sistemi

7. Vakum yapılacak plastik levhanın ısıtıldıktan sonra sarkma miktarının belirlenen sınırlar içerisinde kalmasını sağlayan sistem aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Ön ısıtma sistemi
 - B) Sarkma kontrol sensörü
 - C) Sarkma merdanesi
 - D) Korona sistemi
8. 1mm kalınlığındaki ABS levhanın ısıtma süresi yaklaşık olarak kaç saniyedir?
- A) 20 sn.
 - B) 30 sn.
 - C) 40 sn.
 - D) 50 sn.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Vakum makinesinin istenilen özellikte ürün elde edebilecek şekilde, vakum basınç ayarlarını yapabileceksiniz

ARAŞTIRMA

- Vakum makinesi ile üretim yapan iş yerlerini ziyaret ederek vakumla kalıplamada basıncın malzeme yüzeyine etkisini araştırınız.

2. VAKUM İLE İŞLEMEDE BASINÇ AYARI

2.1. Vakum İle İşlemede Vakum Basıncı ve Önemi

Vakum makinelerinde iyi bir ürün elde etmek için makine ayarları son derece önemlidir. Bu ayarlarda bir tanesi de malzemeye uygulanacak vakum değeridir.

2.1.1. Vakum Basıncı

Vakum, teknik literatürde “boşluk” ve “basıncsız ortam” anlamlarına gelmektedir. Buradan yola çıkılarak vakumun kısa tanımı şöyle yapılabilir:

- Vakum bir gaz'ın basıncının normal atmosferik basınçtan düşük olması durumudur.
- Vakum bir gazın birim hacimde bulunan molekül sayısının atmosferde bulunan miktardan az olması durumudur.

Boşluk, havasızlık anlamında kullanılan 'vakum' terimi çoğu kez yanlış anlaşılır. Normal şartlarda, deniz seviyesinde, vücudumuzun her santimetrekaresi üzerinde 1 kilogram hava basıncı vardır.

İşte basıncın, santimetrekareye 1 kilogram (1000 gram) olan atmosfer basıncının altına düşmesine vakum denilir. Örneğin, santimetrekarede 0,8 kilogramlık (800 gram) bir basınç pratikte atmosfer basıncının ne kadar altında ise o kadar yani $1000-800=200$ milibar vakum olarak ifade edilir.



Resim 2.: Basınç göstergesi

Hava basıncı: Hava basıncı teneffüs ettiğimiz havada bulunan gaz karışımının dünya yüzeyine uyguladığı basınçtır. Bu basınç hava değişimlerine (alçak/yüksek) ve deniz seviyesinden yüksekliğe göre değişir.

Normal (nominal) hava basıncı: Deniz seviyesinde 15°C’de ‘normal’ hava basıncı 1013,25 mbar’dır.

2.1.2. Vakumun Basıncının Önemi

Günümüzde ulaşılan bilgi düzeyi ve teknolojisinde vakum biliminin ve bu bilimin uygulanması sonucunda geliştirilen vakum teknolojisinin yeri tartışma götürmeyecek bir gerçektir. Her geçen gün incelenen fiziksel sistemlerin boyutları küçüldükçe daha kapsamlı vakum düzeneklerine olan ihtiyaçta artmaktadır. Günümüzde vakum düzeneği bulundurmayan araştırma laboratuvarı ve ileri teknoloji üretim merkezi yok gibidir. Son otuz yılda bilgisayar ve iletişim teknolojisinin büyük sıçramalar yapmasında nasıl yarı iletken teknolojisinin önemli katkıları olmuşsa vakum teknolojisi de yarı iletken teknolojisinin gelişmesinde önemli ve benzer bir rol üstlenmiştir

Yaşadığımız ortamda 1 m³teki atom ve molekül sayısı yaklaşık olarak 10²⁵ seviyesindedir. Buna soluduğumuz havayı içeren gazlarda dâhildir. Bunların yanında etrafımızda var olan ve gözle görülemeyen boyutlarda canlı ve cansız birçok parçacık da vardır.

2.1.3. Basınç Değerleri

Avrupa’da çoğu pompa üreticisi kaba ve orta vakum seviyesindeki değerleri milibar (mbar) cinsinden değerlendirmektedir. Mili hatırlanacağı gibi bütünün binde biri anlamına gelmektedir. Bar ise deniz seviyesindeki normal atmosferik basınca eş değer olan bir basınç birimidir. İnsanlar yaklaşık 1000 mbar (veya 1 bar) atmosferik basınç altına yaşamaktadır. 0 mbar mutlak vakum demek olup dünya yüzeyinde erişilmesi mümkün olmayan bir değerdir. Buna göre 0.009 mbar ile 1000 mbar arasındaki bir değer orta hassas bir vakum pompasının genelde ulaşabileceği bir basınç değerini göstermektedir.

Bir hektopascal (genelde meteorolojide kullanılan bir birimdir) bir milibar ile aynı değeri ifade eder ve vakum teknolojisinde de kullanılır.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ Nm}^{-2} = 1 \text{ bar} = 1000 \text{ mbar}$$

Buna göre 15°C’de deniz seviyesindeki standart atmosferik basınç aşağıdaki gibidir:
= 101 325 pascal (N m⁻²) = 1.013 25 bar = 1013.25 mbar = 101.325 kPa = 760 Torr = 14.7 psi(a)



Resim 2.2: Mutlak basınç ölçüm cihazı

2.1.3.1. Barometrik Telafi

Standart vakumetreler yalnızca vakumlanan ortam ile atmosferik ortam arasındaki basınç farkını ölçebilir. Bu durumda, gerçek atmosferik basınç (hava basıncı) ve denizden yükseklik dikkate alınmadığı için standart vakumetreler aslında ölçüm aygıtları değil göstergelerdir. Ölçüm aygıtının içinde basınç değeri kalibre edilmiş referans haznesi bulunması hâlinde bu cihazlara “barometrik telafili ölçüm aygıtları” denilmektedir. Bu cihazlar hava basıncı veya deniz seviyesinden yükseklik değişimlerinden etkilenmeksizin daima doğru değeri ölçebilir. Dijital ölçüm aygıtları genellikle barometrik telafilidir.

2.1.4. Vakum Pompaları

Vakum pompaları bir ortamda bulunan gazların veya oluşan buharların boşalmasını sağlayan, uygulama alanı oldukça geniş olan pompa çeşididir.



Resim 2.3: Vakum pompası

2.1.4.1. Vakum Pompası Çeşitleri

Vakum pompaları, kullanıldığı endüstrilere göre çeşitlilik göstermekte olup sıvı halkalı, tek kademeli ve çift kademeli, kuru-yağlı paletli, vidalı, kancalı, spiral, türbomoleküler gibi çeşitleri mevcuttur.

Geniş uygulama alanları olan vakum teknolojisi aslında hayatın her köşesinde mevcuttur. Gıda, elektrik-elektronik, sağlık, yapı-inşaat, tekstil gibi birçok sektörde vakum teknolojisi kullanılmaktadır.

➤ Paletli vakum pompaları

Paletli vakum pompaları temelde basit mekanik pompalardır. Silindirik bir alana eksenden kaçık olarak yerleştirilen bir rotor ve rotorun üzerinde hareket eden paletlerden meydana gelir. Yağ sirkülasyonlu ve kuru çalışan tipleri bulunur. Yağ sirkülasyonlu tipler daha yüksek vakum hassasiyetine sahiptir. Tek kademeli yağ sirkülasyonlu vakum pompaları en fazla 0,5 mbar basınca ulaşabilir.

➤ Yağ sirkülasyonlu vakum pompaları

Yağ sirkülasyonlu tip vakum pompalarında, yağ sürekli olarak dolaşım hâlinindedir. Çok düşük bir miktar hariç kayba uğramaz. Su, kir, aşındırıcı ve tüm diğer yabancı maddeler pompa yağında birikir.

Yağın pompada üç temel görevi vardır bunlar: yağlama, soğutma ve sızdırmazlıktır. Pompanın hareketli elemanlarının aşınmasını engeller, oluşan ısının uzaklaştırılmasını sağlar ve paletler ile stator arasında sızdırmaz bir film tabakası oluşturarak pompanın yüksek hassasiyete ulaşmasını sağlar.

➤ Sirkülasyonsuz vakum pompaları

Yüksek su buharı yüzdesi veya agresif gazlar içeren çalışma ortamlarında sirkülasyonsuz vakum pompaları kullanmak bir çözümdür. Günümüzde bu tip pompalar yerine kuru vidalı pompalar kullanılmaktadır.

2.2. Vakum Basıncına Etki Eden Faktörler

Vakumlu biçimlendirmede, levhayı biçimlendirmedeki basınç kuvveti, biçimlendirilen kısmın yüzey alanına orantılı olarak etki eder.

Plastiklerin vakumla şekillendirilmesinde sabit bir basınç değerinden söz etmek çok mümkün değildir. Vakum basınç değerini etkileyen birçok unsur vardır. Bunlar:

- Sıcaklık değerleri
- Plastik malzemenin cinsi
- Plastik malzemedeki katkı maddeleri

- Kalıp özellikleri
- Ürünün fiziksel özellikleri
- Vakum malzemesi et kalınlığı
- Vakum sisteminin özellikleri

2.2.1. Vakum Sisteminin Vakum Basıncına Etkisi

Egzoz filtreleri pompanın yağ buharı atmasını engellemek amacı ile bünyesinden geçen atmosfere bırakılan havayı temizler. Ayrıca pompa yağının zerrecikler hâlinde atılmasını engellediği için pompa yağının kısa sürede azalmasını ve pompanın yağsız kalmasını önlemiş olur.

Dönemeç ve dirsekler çok uzun düz borularda olduğu gibi hava akımına karşı direnç oluşturur. Yuvarlak dönüşler keskin (90°) dirseklere göre daha iyi sonuç verir. Keskin dirsekler ve büyük kapasiteli pompalarda küçük boru çapı kullanılması kaçınılması gereken hususlardır. Pompaya hiçbir zaman hava giriş çapından daha küçük çapta boru takılmaması en önemli kuraldır



Resim 2.4: Vakum sistemi

Gaz (hava) sıkıştırma esnasında ısınır. Çıkış tarafındaki borular fazla miktarda ısınabilir ve PVC borular (metal spiralli) ve hatta ince duvarlı metal borular deforme olup yassı hâle gelebilir. Bu durum sadece 4 – 5 saatlik bir operasyon sonrası meydana gelebilir.

2.3. Vakum Basınç Değerlerini Ayarlama ve Kontrol

Vakum kalıplama teknolojisinde istenen kalitede ürün elde edebilmek için uygun vakum değerlerinin belirlenip uygulanması son derece önemlidir. Vakum değerlerinin doğru seçilmemesi üründe hataların ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir.



Resim 2.5: Kontrol panosu

2.3.1. Vakum Değeri Belirlenmesinde Kullanılan Ölçüm Cihazları

Günümüzde dijital göstergeli, ulaşılan en düşük basınç değerini hafızada saklayabilen, mutlak ve fark basınç ölçebilen vakumetreler uygulamada daha iyi sonuçlar vermektedir. Mekanik vakumetreler dijital olanlara göre daha az hassastır ve darbelere karşı korunmaları gerekir. Dijital vakumetrelerin bazı tipleri çok hassas değerleri ölçmeye uygun üretilir (0.01 mbar gibi). Özellikle iki kademeli ve turbomoleküler pompalarla çalışırken bu tip vakumetreler kullanılmalıdır.

2.3.2. Vakum Ayarı

Vakum makinelerinde, vakum ayarı yapılırken iki unsur göz önünde bulundurulur.

- Vakum zaman ayarı
- Vakum şiddetinin ayarı

2.3.2.1. Vakum Zamanı Ayarı

Vakum zamanı ayarı makinenin arkasındaki elektrik panosunun içindeki zaman saati ile yapılır. Vakum zaman ayarı levhanın kalınlığı ile doğrudan alakalıdır.



Resim 2.6: Zaman rölesi

2.3.2.2. Vakum Şiddetinin Ayarı

Vakum miktarı ürün özelliğine göre seçilebilir. Kullanıcı, değişimi kumanda ekranından değerler girerek gerçekleştirebilir.

Tam donanımlı bir ambalaj hattında küçük kapasiteli bir vakum pompasının kullanımı (650 m³/h yerine 400 m³/h) size maddi bir kazanç sağlar, ancak hız ve hat kapasitesindeki düşüş % 25'lere varacaktır.

Gıdaların vakumla ambalajlanmasında taze kırmızı et için ortamdaki vakum 3 mbar ya da daha altında olmalıdır. İşlenmiş et mamulleri için 10 mbar'ın altındaki değerler normalde yeterlidir. Ancak bazı ürünlere bu gibi yüksek derecede vakum uygulanmamalıdır.

Vakumun fazla verilmesinden dolayı levha üzerinde şekil bozukluğu (çapak yapma, vakum deliklerinde patlama) gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Vakumun az verilmesinden dolayı ise çekme olmaz ve levha kalıbın şeklini alamaz.

2.3.3. Havanın Kontrol Edilmesi

Havanın çok olmasından dolayı kalıp ve alt tablanın montaj yerlerinde hava kaçağı meydana gelir. Hareketli alt tablanın üzerinde, delikli vakum tablasını bağlayan iki cıvata deliğinin dışında delik olmamalıdır. Bu iki delik tabla bağlandıktan sonra tıkanır. Hareketli alt tablanın üzerinde boşta kalan deliğin olması vakum kaçağına neden olur ve makinenin performansının düşmesine neden olur. Ürüne yeteri kadar vakum basıncı uygulanmazsa ürün kalıbın şeklini alamaz. Hareketli alt tabla ve çerçeve belli kullanımlardan sonra değiştirilmelidir. Contalar ve lastikler değiştirilirken, vakum kaçağını önleyecek şekilde yerleştirilmelidir.

Ambalajın içindeki basınç daima vakum odasındakinden daha yüksektir. Akış direnci, ürün yüzeyinde bulunan su buharı ve nem nedeniyle ambalaj içindeki vakum asla vakum odasındaki kadar yüksek olamaz. Pratikte bu farkın 5 mbar kadar olduğu hesaplanabilir.

Hava filtresi giriş süzgeci ve egzoz filtreleri tıkanmaya karşı kontrol edilmelidir. Yağ koyu ve kirlenmiş ise yağ boruları, pompa yağsız kalmış olabilir. Borular, vanalar, vakum

ortamı vb. sızıntılara karşı kontrol edilmelidir. Pompa içerisindeki yağın önerilen seviyede olduğundan emin olunmalıdır. Yağ keçeleri ve o-ringler ısı nedeniyle kırılgan hâle gelmiş ve pompa yağ atmaya başlamış olabilir. Paletler rotor yarıklarına sıkışmış ve bu vakum değerinin düşmesine neden olmuş olabilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Atölyenizde plastik vakum yapmak üzere belirlediğiniz rulo film veya levhanın özelliklerine göre tespit ettiğiniz vakum basınç miktarı ve süresine göre makine ayarlarını yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vakum yapılacak plastik levhanın özelliklerini araştırınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çalışma ortamını hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Hazırlanacak olan hammaddenin istenen özellikte olabilmesi için katkı maddesi oranları hakkında üretici firmadan bilgi alınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Belirlediğiniz değere göre vakum makinesi basınç ayarını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Üretimde kullanılacak yarı mamul levhanın boyutsal özelliklerini üretici firmaya bildirirken dikkatli olunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Belirlediğiniz değerlere göre makine vakum süresini ayarlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yanlış işlemlerin üretimi aksatacağını unutmayınız. ➤ Konu ile ilgili olarak modül bilgi sayfasından ve öğretmeninizden faydalanabilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isıtma ünitesinin bekleme süresini ayarlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vakumlama makinesinin ürün girişi kısmında bir sorun olup olmadığını kontrol ediniz. ➤ Rulo levhayı vakumlama makinesinin malzeme boşaltma kısmına uygun konumda yerleştiriniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Örnek bir üretim gerçekleştirerek ürünü inceleyiniz. Gerekliyse ayarları değiştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yarı mamul levhayı vakumlama makinesine bağlı olan kalıba uygun konumda yerleştiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Vakum yapılacak plastik levhanın özelliklerini araştırdınız mı?		
2. Belirlediğiniz değere göre vakum makinesi basınç ayarını yaptınız mı?		
3. Belirlediğiniz değerlere göre makine vakum süresini ayarladınız mı?		
4. Isıtma ünitesinin bekleme süresini ayarladınız mı?		
5. Örnek bir üretim gerçekleştirerek ürünü inceleyip gerekiyorsa ayarları değiştirdiniz mi?		
6. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
7. Süreyi iyi kullandınız mı? (1saat)		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir gazın birim hacimde bulunan molekül sayısının atmosferde bulunan miktardan az olması durumuna ne ad verilir?
A) Pnömatik
B) Hidrolik
C) Vakum basıncı
D) Mutlak basınç
2. Deniz seviyesinde 15 °C’de normal hava basıncı kaç mbar’dır?
A) 800,25 mbar’dır
B) 1013,25 mbar’dır
C) 1172,25 mbar’dır
D) 1375,25 mbar’dır
3. Orta hassas bir vakum pompasının genelde ulaşabileceği basınç değeri kaç mbar’dır?
A) 0 mbar
B) 0.001-0.01mbar
C) 0.009-1000 mbar
D) 800-1000 mbar
4. Bir ortamda bulunan gazların veya oluşan buharların boşalmasını sağlayan aygıt aşağıdakilerden hangisidir?
A) Vakum pompası
B) Barometre
C) Atmosferik basınç
D) Vakumetre
5. Aşağıdakilerden hangisidir vakum pompası çeşidi değildir?
A) Paletli vakum pompası
B) Yağ sirkülasyonlu vakum pompası
C) Sirkülasyonsuz vakum pompası
D) Cıvalı vakum pompası
6. Aşağıdakilerden hangisi vakumla şekillendirmede vakum basıncına etki eden faktörlerden birisi değildir?
A) Sıcaklık değerleri
B) Vakum malzemesinin rengi
C) Ürünün fiziksel özellikleri
D) Vakum malzemesi et kalınlığı

7. Vakum değeri belirlenmesinde kullanılan ölçüm cihazı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Derece
B) Mikrometre
C) Termostat
D) Vakumetre
8. Vakum basıncının düşük olması aşağıdakilerden hangisine sebep olur?
A) Levha kalıbın şeklini almaz.
B) Çapak yapar.
C) Vakum delikleri patlar.
D) Levha yüzeyinde şekil bozukluğu

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Atölyenizde plastik vakum yapmak üzere öğretmeninizin size vereceği rulo film veya levhanın özelliklerine göre tespit ettiğiniz vakum sıcaklık ve basınç değerlerine göre uygulama sürelerini de dikkate alarak makine ayarlarını yapınız.



KONTROL LİSTESİ

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Vakum makinesinin sıcaklık ayarı		
➤ Vakum yapılacak plastik levhanın sıcaklık özelliklerini araştırdınız mı?		
➤ Vakum makinesi ısılarını açtınız mı?		
➤ Belirlediğiniz sıcaklık değerlerine göre makine bölgesel sıcaklık değerlerini girdiniz mi?		
➤ Isıtma ünitesinin bekleme süresini ayarladınız mı?		
➤ Vakum makinesi ısılarının girdiğiniz sıcaklık değerlerine yükselip yükselmediğini takip ettiniz mi?		
➤ Makineyi çalıştırarak ısıtma ünitesi bekleme süresinin uygunluğunu tespit ettiniz mi?		
Vakum makinesi basınç ayarı		
➤ Belirlediğiniz değere göre vakum makinesi basınç ayarını yaptınız mı?		
➤ Belirlediğiniz değerlere göre makine vakum süresini ayarladınız mı?		
➤ Isıtma ünitesinin bekleme süresini ayarladınız mı?		
➤ Örnek bir üretim gerçekleştirerek ürünü inceleyip gerekiyorsa ayarları değiştirdiniz mi?		
➤ Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
➤ Süreyi iyi kullandınız mı? (1saat)		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ – 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	D
4	C
5.	C
6.	D
7.	B
8.	C

ÖĞRENME FAALİYETİ – 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	C
4	A
5.	D
6.	B
7.	D
8.	A

KAYNAKÇA

- **Plastik Dergisi**, Yıl.14, Sayı 75 Temmuz-Ağustos 2004.
- ÜÇÜNCÜ Mustafa, **Gıdaların Ambalajlanması**, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 2000.