

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**LEHİMLEME VE BASKI DEVRE
KARTLARI**

Ankara, 2019

- Bu bireysel öğrenme materyali, mesleki ve teknik eğitim okul / kurumlarında uygulanan çerçeve öğretim programlarında yer alan kazanımların gerçekleştirilmesine yönelik öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmıştır.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	2
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	4
1. LEHİM VE ÇEŞİTLERİ	4
1.1. Lehimleme Malzemeleri	4
1.2. Lehim Telinin Özellikleri	4
1.3. Lehim Pastasının Özellikleri	6
DEĞERLER ETKİNLİĞİ-1	7
UYGULAMA FAALİYETİ	8
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	9
2. HAVYA VE ÇEŞİTLERİ	11
2.1. Havyanın Özellikleri	11
2.2. Havya Çeşitleri	12
2.2.1 Kalem (Rezistanslı) Havyalar	12
2.2.2. Tabanca (Transformatörlü) Havyalar	12
2.2.3. Gazlı Havyalar	13
2.3. Havya Uçlarının Seçim, Bakım ve Koruma Usulleri	13
UYGULAMA FAALİYETİ	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	17
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	19
3. LEHİMLEME VE LEHİM SÖKME İŞLEMLERİ	19
3.1. Lehimleme ve Lehimleme Çeşitleri	19
3.2. Lehimlemenin Evreleri	20
3.2.1. İyi Bir Lehimlemenin Özellikleri	20
3.2.2. Lehimleme Hataları	21
3.2.3. Elektronik Devre Elemanlarının (Diyot, Direnç, Entegre vb.) Lehimlenmesi	22
3.3. Lehimleme Uygulamaları	22
3.3.1. Ünlversal Plaket Üzerine Nokta Lehimleme	22
3.3.2. İletken Uçlarının Lehimlenmesi (Ön Lehimleme)	23
3.3.3. İletkenlerin Birbirine Lehimlenmesi	23
3.3.4. Devre Elemanlarının Plaket Üzerine Lehimlenmesi	24
3.3.5. Entegrelerin Plaket Üzerine Lehimlenmesi	24
3.4. Lehim Sökme Gereçleri ve Yöntemleri	24
3.4.1. Lehim Pompası	24
3.4.2. Lehim Emme Fiteli (Örgülü Kablo)	25
3.4.3. Lehim Sökme İstasyonları	26
3.5. Lehimli Bağlantıların Kontrolü	27
UYGULAMA FAALİYETİ	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	33

4. BASKI DEVRE HAZIRLAMA.....	33
4.1. Baskı Devre Kartlarının Tanımı	33
4.2. Baskı Devre Kartlarının Yapısı ve Kullanımı	35
4.3. Yerleştirme ve Montaj Yöntemleri	35
4.3.1. Baskı Devresindeki Elemanların Ölçülerine Göre Plaket Boyutunun Belirlenmesi	37
4.3.2. Baskı Devre Plaketinin Hazırlanması	38
4.4. Baskı Devre Şeması (Patern) Çıkarma.....	38
4.5. Çizimin Plakete Aktarma Yöntemleri	39
4.5.1. Doğrudan Uygulama Metodu	39
4.5.2. Foto Rezist Metodu	40
4.5.3. Serigrafi Metodu	41
4.6. Plaketi Çürütme Yöntemleri.....	41
4.7. Plakete Devre Elemanlarının Montaj Yöntemleri	41
UYGULAMA FAALİYETİ.....	44
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	47
MODÜL DEĞERLENDİRME	49
CEVAP ANAHTARLARI.....	51
KAYNAKLAR.....	54

AÇIKLAMALAR

ALAN	Uçak Bakım
DAL	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Lehimleme ve Baskı Devre Kartları
MODÜLÜNSÜRESİ	40/16
MODÜLÜNAMACI	Bireye/öğrenciye iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak nitelikli lehimleme ve baskı devre kartları hazırlama işlemlerini yapma ile ilgili bilgi ve becerileri kazandırmaktır.
MODÜLÜN ÖĞRENME KAZANIMLARI	<ol style="list-style-type: none">1. İlgili prosedür sayfalarına göre lehim teli seçebileceksiniz.2. İlgili prosedür sayfalarına göre havya ve havya ucu seçebileceksiniz.3. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak lehimleme ve lehim sökme işlemlerini yapabileceksiniz.4. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak baskı devre çıkarabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Ortam: Elektronik laboratuvarı, işletme, kütüphane, bilgi teknolojisi ortamı vb. kendi kendinize veya grupta çalışabileceğiniz tüm ortamlar.</p> <p>Donanım: Bilgisayar, çizim programları, çalışma masası, el takımları, lehim teli, havya, lehim sökme istasyonu, baskı devre kalemi ve kimyasal maddeler.</p>
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Bireysel öğrenme materyali içinde yer alan ve her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendirebileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrencimiz,

Elektronik elemanların ve iletkenlerin doğru bir şekilde lehimlenmesi çok önemlidir. Devre tasarımı yapmak, elektronik elemanları lehimlemek ve devrenin çalışmasını görmek çok zevklidir. Herkes elektronik cihazları tanıyabilir ama nasıl yapıldığını ve devrelerinin nasıl birleştirildiğini herkes bilmez. Bu nedenle gerekli alt yapısı olmayan insanların sektörde çalışması mümkün olmayacaktır.

Sanayide elektronik cihazların çalışabilir olması önemlidir. Buradaki elektronik cihazları tamir etmek ve kullanılabilir hâlde tutmak için lehimlemeyi ve baskı devre kartları çıkarmayı bilmek gereklidir. Bu nedenle teknik elemanların geneli bunu bilmek zorundadır. İşin zevki yaptıkça ortaya çıkacaktır. Sizler kendi devrenizi ortaya koymayı başardığınızda kimseye bu konuda muhtaç kalmayacağımız gibi istediğiniz devreyi de hazırlayabileceksiniz. Bir aşçı için yemeğin hazırlığı zahmetlidir ama yemek ortaya çıktıktan sonra yemeğin beğenilmesi kadar mutlu bir an olamaz.

Bu bireysel öğrenme materyali içeriğinde size tekniğine uygun lehimleme yapabilme ve baskı devre kartı hazırlama konularında bilgi ve beceriler kazandırılmaya çalışılmaktadır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

İlgili prosedür sayfalarına göre lehim teli seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki elektronik malzemeler satan iş yerlerini tanımanız çok yararlı olacaktır. Elektronik malzemelerin satıldığı iş yerlerinden “Lehim tellerinin yapım malzemeleri nelerdir?”, “Lehim tellerinin yapılabilecekleri tel çapları nelerdir?” sorularıyla ilgili bilgi edininiz.
- Daha fazla bilgi için ders veya bölüm öğretmenlerinizden yararlanabilirsiniz. Yaptığımız araştırmaları arkadaşlarınıza aktarınız.

1. LEHİM VE ÇEŞİTLERİ

1.1. Lehimleme Malzemeleri

Elektronik ve elektriksel malzemelerin birbirine mekaniksel, dolayısı ile de elektriksel bağlantısının yapılması işlemi sırasında temel ve yardımcı malzemeler olmak üzere birçok malzeme, araç gereç kullanılır.

Temel malzeme olarak havya, lehim ya da lehim teli ve lehim pastası, yardımcı malzeme ve araç gereç olarak da bu işlem yapılırken kullanılan cımbız, entegre tutucu, temizleme fırçaları, mikroskop ve büyüteç sayılabilir.

1.2. Lehim Telinin Özellikleri

Bir bağlantıdaki iki veya daha fazla metal parçayı, bir metal bağlantı alaşımı kullanarak ısı yardımıyla birleştirme işlemine **lehimleme**, lehimleme işlemi sırasında kullanılan metal bağlantı alaşımına **lehim** ya da **lehim teli** denir.



Fotoğraf 1.1: Lehimleme işlemi

Elektrik ve elektronik sektöründe kullanılan lehim teli, kalay ve kurşun metallerinin karışımından oluşturulmuştur. Lehim telinin içindeki kalay miktarı arttıkça kalite yükselmektedir. Çünkü erime sıcaklığı kalay çoğaldıkça azalmaktadır. Lehimin kalitesi kullanılacağı devrenin hassaslığına göre değişmektedir.

Lehim Karışım Oranı (Ag: Gümüş, Sn: Kalay, Pb: kurşun, Cu: Bakır, Cd: Kadmiyum, Zn: Çinko)	Ergime ısısı (°C)	Lehimleme Sıcaklığı (°C)	Uygulama Yerleri	Lehimleme İşlemi
% 63 Sn- % 37 Pb	183	220–230	Hassas elektronik gereçler	Sızdırmalı lehimleme
% 60 Sn- % 40 Pb	190	240–250	Elektronik devre elemanları	Yumuşak lehimleme
% 50 Sn- % 50 Pb	215	260–280	Elektronik devreler ve ince iletkenler	Yumuşak lehimleme
% 40 Sn- % 60 Pb	238	280–300	Kalın iletkenler ve iri lehimler	Orta sert lehimleme
% 40 Ag- % 20 Cd- % 19 Cu-% 21 Zn	620	700–750	Bakır, nikel, çelik ve alaşımlarında	Sert lehimleme

Tablo 1.1: Lehim teli ile ilgili özellikler tablosu

Elektrik-elektronik devre bağlantılarının birbirine tutturulmasında yumuşak lehimleme olarak isimlendirilen, nispeten düşük ($430\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altında) ısıda gerçekleştirilen birleştirme yöntemi kullanılır.

Lehim telleri kalınlıklarına göre de çeşitlendirilebilir. Buna göre $0,75\text{ mm } \phi$ - $1\text{ mm } \phi$ - $1,20\text{ mm } \phi$ - $1,60\text{ mm } \phi$ çaplarında üretilebilir. Tüp veya makara olarak piyasada satılmaktadır. Makaralar 100 g, 200 g veya 500 g olabilir.



Fotoğraf 1.2: Tel lehim makarası

1.3. Lehim Pastasının Özellikleri

Havya ile yapılan lehimlemelerde, lehim pastası kullanılmalıdır. Lehim pastası kusursuz bir lehimleme için önemlidir. Lehim yapılırken metal yüzeyin temizlenmesi ve ısınmadan dolayı tekrar oluşabilecek oksitlenmeleri önlemek için lehim pastası kullanılır.

Lehim pastasının faydaları

- Pas ve oksit tabakasını yok ederek lehimlemeyi kolaylaştırır.
- Metal yüzeyleri lehimleme sıcaklık derecesine çıkarmak için yapılan ısıtma işlemi sırasında oluşabilecek yeni oksitlenmeye engel olur.
- Erimiş lehimin yayılmasını ve yüzeye yapışmasını sağlar.



Fotoğraf 1.3: Lehim pastası (solder pasta)

DEĞERLER ETKİNLİĞİ-1

DÜZENLİ OLMA (ATÖLYE KURALLARI)

Ders ve teneffüs sürelerinin saatleri bellidir. Saat kaçta derse girilir? Saat kaçta dersten çıkılır? Sınıfta nasıl davranılır? Bunların hepsi bellidir. Düzenin sağlanması için bu kurallara uyulması gerekir. Atölye derslerinde kurallar biraz değişiklik gösterir. Her öğrencinin sorumluluğu vardır ve bu sorumluluğu yerine getirmelidir. Atölyede teoride öğrendiğimiz bilgileri uygulama yaparak pekiştirmeye çalışırız. Atölye derslerinde iş önlüğü giyeriz. Malzeme, araç ve gereç kullanırız. Devreleri kurarken bazı şeylere dikkat ederiz. Öncelikle kullandığımız malzemeyi sağlam teslim almalı ve sağlam olarak teslim etmeliyiz. Çünkü o malzemeleri daha sonra başka öğrencilerde kullanacaktır.

El takımlarını kullanırken usulüne uygun kullanılmalı, bunu alışkanlık hâline getirmeliyiz. Mesela penseyi çekiç gibi kullanmamalıyız. Öğrendiğimiz bilgileri işlem basamaklarına uyararak tam olarak yapmaya çalışmalıyız. Örnek verecek olursak kabloların uçlarını ağızımızla soymamalı, bu işlem için imal edilmiş el aletlerini kullanmalıyız. Devreleri kurarken usulüne uygun, işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak çalışmalıyız.

Düzenli olmanın önemi için yukarıya yazılan “Atölye Kuralları” konusu hakkında görüşlerinizi soruları cevaplayarak tartışınız.

1. Atölye çalışmalarında okullarda niçin iş önlüğü giyeriz?
2. Atölye çalışmalarında kullandığımız malzemeleri niçin sağlam teslim etmeliyiz?
3. Devre uygulamalarını yaparken niçin işlem basamakları ve önerilere dikkat etmek gerekir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

UYGULAMA FAALİYETİ

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak aşağıdaki talimatları yerine getiriniz.

- Lehim tellerini karışım oranlarına göre ayırınız.
- Lehim tellerini çaplarına göre ayırınız.
- Elektronik devre elemanlarına göre lehim telini seçimini yapınız.
- Lehim pastasının faydalarını arkadaşlarınızla tartışınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Lehim telinin karışım oranlarını seçiniz.➤ Lehim telinin çaplarını seçiniz.➤ Lehim telini devre elemanlarına göre ayırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Karışımları etiket değerlerine göre takip etmelisiniz.➤ Lehim pastası kullanıldığında, oksit tabakasını yok ederek lehimlemeyi kolaylaştıracağız.➤ Lehim pastası kullanıldığında, metal yüzeyleri lehimleme sıcaklık derecesine çıkarmak için ısıtılırken yeni oksitlenmelere engel olabileceksiniz. Karışım oranlarını tablodan kontrol etmelisiniz.➤ Tel çaplarını yan yana koyarak karşılaştırabilmelisiniz.➤ Devre elemanlarının özelliklerini düşünerek lehim teli seçmelisiniz.➤ Lehim tellerini ergime ısılarına dikkat ederek elemanlar için seçmelisiniz

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatle okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Elektronik devrelerde bir sistemi oluşturmak için elemanları ve tellerini birbirine tutturmak amacıyla belirli sıcaklıklarda eriyebilen tellere denir.
2. Lehim teli alaşım olarak ve metallerinin karışımından oluşturulmuştur.
3. Lehim tellerinde erime sıcaklığı oranı arttıkça azalmaktadır.
4. Lehim telleri 0,75mmφ-1mmφ-1,20mmφ-1,60mmφ üretilebilir.
5. Elektronikte, hassas elektronik elemanların lehimlenmesinde sızdırmalı kullanılır.
6. Elektronik devre elemanlarını 230-250°lik ısı aralığında lehimleme yapılır.
7. Elektronik devreler ve ince iletkenler lehimlenirken 215°lik erime ısı için lehim karışımı kalay kurşun olmalıdır.
8. Kalın iletkenler ve iri lehimlemeler için lehimin erime ısı derece olmalıdır.
9. Kalın iletkenler ve iri lehimlemelerde 280-300 derecelik ısı aralığında lehimleme kullanılır.

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 **uygulamalı teste** geçiniz.

UYGULAMALI TEST

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak, seçtiğiniz lehim telleri ve pastaları karşılaştırarak inceleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (**X**) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Lehim malzemelerini tanıdınız mı?		
2. Lehim teli çeşitlerini tanıdınız mı?		
3. İşe uygun lehim teli seçimini yaptınız mı?		
4. Lehim pastasının faydalarını gözlemlediniz mi?		

DEğerLENDİRME

Değerlendirme sonunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **Evet** ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

ÖĞRENME KAZANIMI

İlgili prosedür sayfalarına göre havya ve havya ucu seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki elektronik malzemeler satan iş yerlerini tanımanız çok yararlı olacaktır. Elektronik malzemelerin satıldığı iş yerlerinde “Havya çeşitleri nelerdir?”, “Havya kullanım alanları nereleridir?” sorularıyla ilgili bilgi edininiz.
- Sanal ortamdan arama motorlarını kullanarak “havya” veya havya çeşitleri” yazarak çeşitli sitelere ulaşmanızda mümkündür. Daha fazla bilgi için ders veya bölüm öğretmenlerinizden yararlanabilirsiniz

2. HAVYA VE ÇEŞİTLERİ

2.1. Havyanın Özellikleri

Lehimlemede kullanılan önemli elemanlardan biri de havyadır. Elektrik ve elektronik devrelerde elemanları birbirine lehimleyebilmek için yüksek ve hızlı bir ısı kaynağına ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacı karşılamak üzere bu alanda elektrikle çalışan **havyalar** kullanılmıştır. Havyalar 200 ile 500 derece arasında ısı yayabilecek şekilde üretilebilir. Havyaların güçleri ise 5 ile 300 watt arasında değişebilmektedir. Firmaların üretimine göre bu oranlar değişiklik gösterebilir. Genel olarak havyaların güçlerine göre tablo 2.’deki gibi sıralanabilir. Havyalarda aranan özelliklerine çok çabuk ısınabilmesi, lehimleme esnasında herhangi bir ısı kaybının olmaması ve gövdesinin içeriden gelen ısının yalıtımlı olması sayılabilir.

Havyanın Gücü (W)	Kullanım Yeri
15	Baskı devrede çok ince hatlar, bazı elektronik malzemeler (entegre devre, küçük diyot ve transistörler)
30	Baskı devrede ince hatlar, bazı elektronik malzemeler (direnç, kondansatör, diyot ve transistörler)
40	Baskı devrelerde küçük terminaller, yüksek güçlü dirençler
60 ve üstü	Kalın iletkenler, büyük boyutlu malzemeler

Tablo 2.1: Havyalar ile ilgili özellikler tablosu

2.2. Havya Çeşitleri

Lehimleme işlemi sırasında, lehim telinin eritilmesi için gerekli ısıyı sağlayan havyalar, görünüş ve ısıtılma şekillerine göre kalem havya, tabanca havya ve gazlı havya olmak üzere üçe ayrılır.

2.2.1 Kalem (Rezistanslı) Havyalar

Rezistanslı havya olarak da isimlendirilir. Isının havyada oluşturulması rezistansla sağlanmaktadır. Rezistans, krom-nikel telden silindirik şekilde sarılarak elde edilir. Bu havyalar küçük güçlü olarak üretilir. Böylece küçük akımlı büyük dirençli olarak çalışır.

Rezistanslı havyalar, enerji kablosu, tutma sapı ve havya ucu olmak üzere üç ana parçadan oluşmaktadır. Fotoğraf 2.1'deki rezistanslı kalem havyaya örnektir.



Fotoğraf 2.1: Kalem (rezistanslı) havya çeşitleri

2.2.2. Tabanca (Transformatörlü) Havyalar

Tabanca havyalar güçlü havyalar olup daha çok elektrikçilikte ve kalın iletkenlerin lehimlenmesinde kullanılır. Tabanca havyaların içinde bir transformatör mevcut olup havya ucu sekonder sargısının uzantısıdır. Sekonder sargısı primer sargısına göre çok az sızdırılır. Bu sebeple sekonderde çok düşük gerilim ve çok yüksek akım vardır. Bu yüksek akım sekonder sargısının dolayısıyla havya uçunun çok ısınmasına sebep olur.

Primer devresinde seri bir anahtar vardır ve bu anahtar tetik biçimindedir. Anahtara basıldığında primerden ve dolayısıyla sekonderden akım geçer. Sekonderden geçen yüksek akım havya uçunu ısıtır. Anahtar bırakılırsa akım kesilir ve havya hızla soğur.

Daha önce de belirtildiği gibi tabanca havyalar yüksek güçlü ve dolayısıyla uçları çok ısınan havyalardır. Bu nedenle elektronik devrelerde lehimleme işlerinde tabanca havya kullanımından kaçınılmalıdır. Fotoğraf 2.2'de tabanca havya görülmektedir.



Fotoğraf 2.2: Tabanca (transformatörlü) havya

2.2.3. Gazlı Havyalar

Bu tip havyalar, enerji kaynağının bulunmadığı ortamlarda kullanılır. Gazın yakılması yoluyla havya ucu ısıtılarak çalışmaktadır. Çalışmasında elektrik bulunmadığı için yanıcı bir gaz kullanılmaktadır. Çalışma sırasında havya ucu hem ısıyı alacak hem de lehimi eritecek şekilde kullanılır. Fotoğraf 2.3'te gazlı havyalara örnek görülmektedir.



Fotoğraf 2.3: Gazlı kalem havya

2.3. Havya Uçlarının Seçim, Bakım ve Koruma Usulleri

Lehimleme işlemi için havya seçiminde dikkat edilmesi gereken husus, elektronik malzemelerin çoğu ısınınca bozulabilir. Bu nedenle entegre, küçük diyot ve transistör gibi ısıya dayanıksız malzemelerin lehimlenmesinde düşük güçlü havyalar tercih edilmelidir.

Kalem havyalara değişik uçlar takılabilir ve böylece ihtiyaca tam uygun uç elde edilebilir. Fotoğraf 2.4'te kalem havya uçları görülüyor.



Fotoğraf 2.4: Çeşitli kalem havya uçları

Bu uçlardan en sağda görülen uç daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Kalem havyaların uçları bakır dökme çelik, alüminyum-bakır alaşımı gibi maddelerden yapılmaktadır.

Kalem havyalar çalışma sırasında genellikle fişe takılı olarak bırakılmakta ve sürekli olarak sıcak kalmaktadır. Bunun sebebi kalem havyanın yavaş ısınmasıdır. Çalışma anında sürekli sıcak olduğu için kalem havyanın ucu temas ettiği yerlere zarar verebilir. Bu sebeple havyanın sıcak olan bölümlerine elle dokunmak, vücudun herhangi bir yerine değdirmek yanıklara sebep olur.

Ayrıca giysilere veya çevredeki eşyalara da zarar verebilir. Bu nedenle havya rasgele bir yere bırakılmamalı, havya altlığında tutulmalıdır.



Fotoğraf 2.5: Aparatlı kalem havya altlığı

Kalem havyalarda havya ucunun uzunluğu 3-3,5 cm'dir. Ancak bu uç uzatılıp kısaltılabilir. Uç kısaltılırsa daha çok, uzatılırsa daha az ısınır. Böylece havyanın çalışma ısısı

değiştirilebilir. Havya ucu bir vida aracılığıyla gövdeye bağlanmıştır. Bu vida gevşetilerek uzunluk ayar yapılabilir. Bu sırada havyanın soğuk olması gerekir. Ucu uzatıp kısaltmada kargaburnu veya pense kullanılabilir.



Fotoğraf 2.6: Kalem havya altlığı

Havya yeniyse veya ucu yeni değiştirilmişse ilk ısıtılmada lehim yapılmamalı bir süre rezistansın ve ucun üzerindeki kimyasal maddelerin (boya vb.) buharlaşıp uçması beklenmelidir. Bu esnada havyadan bir koku da gelebilir. Ancak 10-15 dakika sonra boyalar uçtuğu için havya lehimlemeye hazır hâle gelir.



Fotoğraf 2.7: Havya ucu temizleme teli

UYGULAMA FAALİYETİ

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak aşağıdaki talimatları yerine getiriniz.

- Kalem havyalarını birbirinden güçleri bakımından ayırınız.
- Kalem havyaları ısıtma şekillerine göre ayırınız.
- Tabanca havyaları çeşitli havyalar içinden ayırınız.
- Kalem havya uçlarını birbirinden elektronik malzemelere göre ayırınız.
- Havya uçlarının bakımını çeşitli yöntemlerle yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Baskı devre üzerindeki hatların kalınlığına ve elektronik elemanlara göre havyayı seçiniz.➤ Elektronik elemanlara göre kalem havya uçlarını seçiniz.➤ Havya uçlarının bakımını yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yapacağınız işin özelliğine göre havya seçimi yaparken lehmlenecek elemanların özelliklerine göre dikkat etmelisiniz.➤ Kullanılacak kalem havyanın gücüne dikkat etmelisiniz.➤ Mutlaka kalem havyalar için havya altlığı kullanmalısınız.➤ İstasyonlu kalem havyaların kullanılacak malzemeye göre ısı ayarı yapmalısınız.➤ Havyaların kalem veya tabanca havyaların kullanım alanlarını araştırmalısınız.➤ Hassas elemanların için ısıtma hızı yüksek havyaları seçmek gerekir.➤ Elektronik elemanlara göre havya uçlarını seçerken uçların kalınlığına ve inceliğine dikkat etmelisiniz.➤ Yapılan işe göre havya uçlarının temiz olması gerekir.➤ Lehim sökme için kullanılan uçları kullandıktan sonra temizlemelisiniz.➤ Havya uçlarını sökme veya lehimleme işlerinde kullanabileceğinizi unutmamalısınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatle okuyarak boş bırakılan yerlere doğru ifadeyi yazınız.

1. Elektronik devrelerde havayalar ile derece arasında ısı yayabilecek şekilde üretilir.
2. Havayalar, görünüş ve ısıtılma şekillerine göre ayrılır.
3. Kalem havayalar havayalar olarak da anılır.
4. Lehimleme yapmak için havayalar ayarlı veya ayarlı olarak kullanılabilmesi için çeşitli istasyonlar kullanılır.
5. Tabanca havayalar havayalar olup daha çok elektrikçilikte ve kalın iletkenlerin lehimlenmesinde kullanılır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. () Gazlı havayalar, enerji kaynağının bulunmadığı ortamlarda kullanılmaz.
7. () Entegre, küçük diyot ve transistör gibi ısıya dayanıksız malzemelerin lehimlenmesinde düşük güçlü havayalar tercih edilmelidir.
8. () Havya rastgele bir yere bırakılmamalı, havya altlığına tutulmalıdır.
9. () Kalem havyalarda havya ucunun genişliği 3-3,5 cm'dir.
10. () Havya ucu yeni değiştirilmişse ilk ısıtılmada lehim yapılmamalıdır.

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 **uygulamalı teste** geçiniz.

UYGULAMALI TEST

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak havya çeşitlerini sınıflandırınız ve inceleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Baskı devre üzerindeki hatların kalınlığına ve elektronik elemanlara göre havya seçtiniz mi?		
2. Elektronik elemanlara göre kalem havya uçlarını seçtiniz mi?		
3. Havya uçlarının bakımını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **Evet** ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

ÖĞRENME KAZANIMI

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak lehimleme ve lehim sökme işlemlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki elektronik cihazları tamir eden iş yerlerini tanımanız çok yararlı olacaktır. Elektronik cihazların tamir edildiği iş yerlerinde “Nasıl lehimleme yapılır?”, ”Hatalı lehimleme nedir?” ve ”Lehimleme kuralları nelerdir?” sorularıyla bilgi edininiz.
- Şehir kütüphanesinden “lehimleme” veya “lehim yapma” kelimelerini araştırarak yararlanabilirsiniz.
- Sanal ortamdan arama motorlarını kullanarak “lehimleme” veya “lehim yapma” yazarak çeşitli sitelere ulaşarak bilgi edininiz.
- Daha fazla bilgi için ders veya bölüm öğretmenlerinizden yararlanabilirsiniz. Yaptığınız araştırmaları arkadaşlarınıza aktarınız.

3. LEHİMLEME VE LEHİM SÖKME İŞLEMLERİ

3.1. Lehimleme ve Lehimleme Çeşitleri

Lehim, normal sıcaklıkta katı hâlde olan ancak belirli bir sıcaklıktan sonra eriyen bir maddedir. Elektronik devrelerde elemanların birleştirilmesinde veya elemanların baskı devreye tutturulmasında havaya ile ısıtılarak eritilir. Daha sonra ısının azalmasıyla kendiliğinden donar, tekrar katılaşır. Sıvı durumundayken birleştirilecek eleman bacaklarını kaplayıp dondurulursa eleman bacakları da sabit olarak birbirine ya da baskı devreye sabit olarak tutturulmuş olur. Piyasada çeşitli kalitelere lehimler makaraya sarılmış veya tüp şeklinde bulunmaktadır. Lehimleme, yumuşak ve sert lehimleme olarak ikiye ayrılır. Yumuşak lehimlemede çalışma ısısı 500 °C’den düşük, sert lehimlemede 500 °C’den yüksek olarak tespit edilmiştir.

3.2. Lehimlemenin Evreleri

Lehim yapmadan önce lehimin yapılacağı yüzeyin veya eleman bacağıının iyice temizlenmesi gerekir. Bu temizleme işlemi şu şekillerde yapılabilir:

- Lehimin yapılacağı baskı devre yüzeyi çok ince zımpara kullanılarak zımparalanır.
- Eleman bacakları temizlenirken ince zımpara kullanılabilceği gibi çakı da kullanılabilir. Çakı ile eleman bacağı hafifçe kazınır.
- Zımpara veya çakı ile yapılan bu temizlenen yerlerdeki küçük parçacıklar bir fırçayla giderilir.

Temizlik işlemi takiben, kullanılacak havya prize takılarak ısınması sağlanır. Isınmış ve temizlenmiş havya ucuna lehim değiştirilerek eritmesi kontrol edilir. Üzerine bir miktar lehim alması sağlanır. Temizlenerek hazırlanmış lehimlenecek parça üzerine de bir miktar lehim pastası sürülür. Isınmış havya ucu, lehimlenecek kısma değiştirilir ve bir miktar beklenir. Bu arada pasta eriyerek temizlerken havya ucundaki lehimde lehimlenecek parçanın üzerine yapışır. Bu aşamadan sonra havyanın ucu lehimlenen elemanın üzerinden çekilmeli ve lehim yeri kesinlikle oynatılmamalıdır. Lehimleme anında havya ucundaki lehim yetersiz kalırsa ısınan parçada eriyecek şekilde yeteri kadar lehim verilmelidir. Havyanın lehim yerinde kısa kalması, lehim yüzeyini pürüzlü, fazla kalması ise iğneli ve dağınık yapar. Normal sürede yapılan lehimin yüzeyi parlak, temiz, çatlaksız, deliksiz, küçük ve doğal bir tepe görüntüsündedir.

Lehim yapılırken birçok hususa dikkat edilmelidir. Havyadaki yüksek sıcaklık, daha önce de belirtildiği gibi temas hâlinde insanlara ve eşyalara zarar verebilir. Bu nedenle lehimleme yapılırken çok dikkatli olunmalı ve aşağıda sıralanan kurallara uyulmalıdır.

- Havya uzun süre kullanılmıyacaksa fişi çekilmelidir.
- Çevrede gereksiz araç gereç bulunmamalıdır.
- Havya kullanılmadığı zamanlarda havya altlığında tutulmalıdır.
- Havya ucunun havya kordonuna temas etmesi kordonu eritip kısa devrelere veya çarpılmalara neden olabilir. Havya ucunun kordona teması önlenmelidir.
- Havyanın ucundaki lehimleri uzaklaştırmak için havya ucu herhangi bir yere vurulmamalı, havada silkelenmelidir. Aksi hâlde sıcak olan lehimler sıçrayarak etrafa zarar verebilir.
- Lehim erirken çıkan duman teneffüs edilmemelidir.
- Lehimlenen devrede herhangi bir gerilim bulunmamalıdır.

3.2.1. İyi Bir Lehimlemenin Özellikleri

Lehimlemenin iyi ve başarılı olması için de aşağıdaki teknik kurallara uyulmalıdır.

- Lehim yapılacak yer iyice temizlenmelidir.

- Kaliteli lehim kullanılmalıdır.
- Havyanın ucu temiz olmalı, az miktarda lehimle kaplanmalıdır.
- Havya uygun sıcaklıkta olmalıdır.
- Eleman veya iletken uçları önceden az miktarda lehimlenmelidir. Buna ön lehimleme denir.
- Havyanın ucu lehim yapılan yeri ısıtmalı, ucun lehimle bir teması olmamalıdır. Lehim ısınan yere değdirilmeli, erimesi beklenmelidir.
- Yeteri kadar (ne az ne fazla) lehim kullanılmalıdır.
- Lehim eridikten sonra tekrar donması için 2-3 saniye beklenmelidir. Bu süre içinde lehimlenen elemanlar sarsılmamalıdır.
- Baskı devre üzerinde lehimleme yapıyorsa aşırı ısınma sonucu baskı devre kalkabilir.
- Bu durumda lehimlenen yeri aşırı ısıtmamak gerekir.

ÖNEMLİ NOT: Bazı teknisyenler lehim havyanın ucuna değdirerek havyanın ucuna bir miktar lehim almakta ve sonra ucu lehimin yapılacağı yere değdirmektedir. Bu durumda lehim çok ısındığı için özelliği kaybolabilir. Ayrıca lehimin yapılacağı alan tam ısınmayabilir. Bunun için tekrar edelim ki lehimin yapılacağı yer havya ucuyla ısıtılmalı bu sırada lehim ısınan yere değdirilerek erimesi sağlanmalıdır. Lehimlenecek bazı elemanlar lehimleme sırasında oluşan sıcaklıktan dolayı bozulabilir. Bu durum özellikle yarı iletkenler için geçerlidir. Lehimleme sırasında bu elemanların ısınmalarını önlemek için lehimlenen bacak kargaburun ya da cımbız ile tutulmalıdır. Kargaburun veya cımbız ısıyı yayarak elemanın aşırı ısınmasını önler.

İyi bir lehimlemenin özellikleri şunlardır:

- Parlak bir görünüşü vardır. Üzerinde ya da çevresinde pasta veya kir yoktur.
- Yüzeyi düz, pürüzsüz ve deliksizdir.
- Kubbemsi bir şekli vardır. Çok yaygın ya da çok sivri değildir.
- Lehimlenen malzeme bacaklarının lehimin içinde kalan bölümünün hatları fark edilir.

3.2.2. Lehimleme Hataları

- Yeteri kadar lehim kullanılmamışsa bağlantı sağlam olmaz.
- Çok fazla lehim kullanılmışsa fazla lehim yayılarak kısa devrelere yol açabilir.
- Lehimleme sırasında lehim donmadan malzemeler hareket ettirilmişse lehim sağlam olmaz.
- Lehimlenecek yer iyi temizlenmemişse ortaya sağlıklı bir lehim çıkar. Daha sonra devrede arızalara yol açabilir.
- Lehimleme sırasında havya sıcaklığı uygun değilse soğuk lehim meydana gelir. Soğuk lehim durumunda malzemeler tam olarak bağlanamaz veya bir süre sonra bağlantı kopar.

3.2.3. Elektronik Devre Elemanlarının (Diyot, Direnç, Entegre vb.) Lehimlenmesi

Direnç, kondansatör, transistör, diyot gibi devre elemanları bir devre oluşturmak üzere baskı devre ya da üniversal plaket üzerine lehimlenerek birleştirir.

Bu elemanların baskı devre ya da üniversal plaket üzerine lehimlenmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Direnç, kondansatör gibi elemanların bacakları düzeltilmelidir.
- Eleman direnç, diyot gibi bir malzemeyse bacaklar lehimlenecek deliklerin arasındaki mesafe dikkate alınarak kargaburun yardımıyla 90 derece bükülür. Elemanı tanıtan yazı, işaret vb. üste gelmelidir.
- Plaket üzerinde dirençler renk kodları, kondansatör uçları soldan sağa ya da aşağıdan yukarıya gelecek şekilde monte edilmelidir.
- Direnç, diyot gibi elemanların plaket üzerinde kalan uçları eşit ve en az 2 mm uzunluğunda olmalıdır. Bu elemanlar plakete çok yakın ve paralel lehimlenmelidir. 1 watt değerinden daha düşük güçlü dirençler ve diyotlar plakete temas edecek şekilde lehimlenir.
- Kondansatör, transistör gibi elemanlar plakete lehimlenirken plakete eleman arasında 3-6 mm mesafe bulunmalıdır.
- Transistör bacakları asla çapraz lehimlenmemelidir. Yarı iletkenler ısıya karşı hassas olduğundan bunlar lehimlenirken bacakları cımbız ya da kargaburunla tutularak ısı dağıtılmalıdır.
- Entegreler doğrudan doğruya plakete lehimlenmemeli, entegre soketi kullanılmalıdır.
- Lehimlemeden sonra elemanın bacağının artan kısmı kesilmelidir.

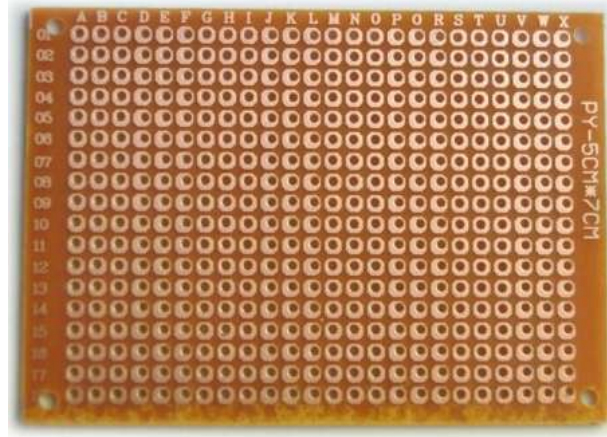
3.3. Lehimleme Uygulamaları

Bu bölümde lehimleme uygulamalarına yer verilmiştir. Uygulamalarda 20-30 watt gücünde kalem havya ve reçineli lehim kullanılmalıdır.

Lehimleme işlemi, elektronik devre montaj ve onarımında en önemli işlerdendir. Bu konuda beceri kazanılması çok önemlidir.

3.3.1. Üniversal Plaket Üzerine Nokta Lehimleme

Üniversal plaket baskı devre çıkarma işlemi yapılmaksızın elektronik devre montajı yapmakta kullanılan delikli plaketlerdir. Bu deliklerin çevreleri bakır kaplı olup iletkenler ve malzemeler buraya lehimlenir. Özellikle şemaların denenmelerinde çok yaygın olarak kullanılırlar. Fotoğraf 3.1’de üniversal plaket görülmektedir.



Fotoğraf 3.1: Üniversal plaket

3.3.2. İletken Uçlarının Lehimlenmesi (Ön Lehimleme)

İletkenler birbirine, bir elektronik malzemenin bacağına ya da baskı devre plaketine lehimlenirken bağlantının sağlam olması için iletken ucunun önceden lehimlenmesi gerekir. Bu işlem ön lehimleme olarak adlandırılır. Buna göre ön lehimleme asıl lehimlemenin daha sağlıklı olması için yapılan bir işlemdir.

Tek damarlı iletkenlerde ön lehimleme iletken ucunun tam olarak temizlenmesi ve asıl lehimleme işlemine hazırlık işlevine sahiptir. Çok damarlı iletkenlerde ise bunlara ek olarak damarların toparlanması, dağılmanın önlenmesi gibi çok önemli faydaları vardır. Çok damarlı iletken ön lehimlemeye tabi tutulduğunda iletkenin ucu tek damarlı gibi olur ve asıl lehimleme işlemi sonucunda dağılma, saçaklanma gibi istenmeyen durumlar meydana gelmez.

3.3.3. İletkenlerin Birbirine Lehimlenmesi

Sarma tipi terminal lehimlemelerinde kullanılacak kabloların ucu 15 mm yalıtılır ve ucun 3 mm uzunluğundaki bölümüne ön lehimleme yapılır. Plakete yapılacak lehimlemelerde ise kablonun ucu 5 mm açılır ve bunun 3 mm'lik bölümüne ön lehimleme yapılır. İki iletkenin açılan uçlarının ön lehimleme aşamasından sonra birbirlerine lehimlenmesi işlemidir.

3.3.4. Devre Elemanlarının Plaket Üzerine Lehimlenmesi

Elektronik devre elemanlarını plaketlerin üzerine lehimlemeden önce, bacaklarını elemana göre bükmek gerekir. Bacakları bükülürken üzerindeki yazılar okunacak şekilde olmalıdır. Elemanların ayakları çok uzun veya çok kısa bırakılmamalıdır.

3.3.5. Entegrelerin Plaket Üzerine Lehimlenmesi

Entegre ve entegre soketlerini tanıtıcı işaretler, nokta ve çentikler şeklinde görüldüğü gibi sol tarafa, dik monte edilecekse üste gelmelidir. Fotoğraf 3.2’de entegrelerin lehimlenmesi görülmektedir.



Fotoğraf 3.2: Entegrenin lehimlenmesi

3.4. Lehim Sökme Gereçleri ve Yöntemleri

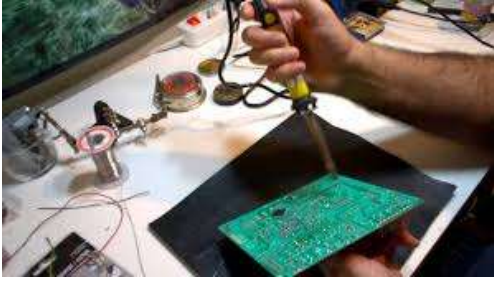
Elektronik devrelerde arıza durumunda parça değiştirilmesi en sık rastlanan işlerdendir. Değiştirilecek parça baskı devreye ya da diğer elemanlara lehimlenerek tutturulmuşsa (çoğu kez böyledir) o takdirde bu elemanın bağlantısını sağlayan lehimin eritilmesi gerekir. Bazen sadece eritme yetmez o bölgede bulunan tüm lehimin alınması gerekir. Örnek olarak direnç, diyot gibi iki bacaklı elemanları bağlı oldukları yerden sökerken sadece tek bacadaki lehimin eritilip elemanın o yönden çekilip bağlantıdan kurtarılması daha sonra da aynı işlemin diğer bacak için yapılması yeterlidir. Buna göre iki bacaklı elemanların bükülmesinde lehim eritmek için havya, parçayı çekmek için kargaburun, cımbız gibi aletlerin dışında özel bir lehim sökücü kullanılması gerekli olmayabilir. Buna karşılık entegreleri lehimli oldukları yerden sökerken bacakları tek tek kurtarmak mümkün olmadığı için her bacağın bağlantısındaki lehim eritip o bölgeden tamamen almak gerekir. Lehimin tamamen temizlenip alınmasında lehim pompası, lastik balonlu lehim gücü havya veya lehim emme fitili kullanılır.

3.4.1. Lehim Pompası

Lehim pompası ucu sıcaklıktan etkilenmeyen bir maddeden yapılmış, üst tarafında bulunan düğme içeri itilerek kurulan bir alettir.

Temizlenecek olan lehim ilk önce havayla ısıtılarak eritilir. Bu anda lehim pompası kurulu olarak ucu lehime değecek biçimde tutulmalıdır. Lehim erimeye başladıktan sonra aletin yan tarafında bulunan butona basılır. Kurulu olan lehim pompasının pistonu kurtulur ve geriye doğru hızla giderken lehim pompasının ucunda bir emme basıncı oluşur. Bu basınç erimiş olan lehimi çeker (fotoğraf 3.3).

Lastik balonlu lehim sökücü havyalarda bulunmaktadır. Bu aletin havya bölümü lehimi eritmeye, lastik balon kısmı ise erimiş olan lehimi emilmesi işini yapar. Lehim önce aletin ucuyla ısıtılır. Lastik balon sıkılır ve havasının boşalması sağlam bırakılınca balonun içine dolan hava içeri doğru bir emme basıncı oluşturur. Bu sırada eriyik hâlindeki lehim lastik balona gider.



Fotoğraf 3.3: Lehim pompası

3.4.2. Lehim Emme Fiteli (Örgülü Kablo)

Fotoğrafta görüldüğü gibi pastaya emdirilmiş örgü ile lehim sökme işlemi yapılır. Lehim emme fitili, esnek, örgülü bir iletkenidir. Fitilin ucu sökülecek lehimin üstüne konulduktan sonra sıcak havya fitilin üstüne değdirilir. Eriyen lehim fitil tarafından emilecektir. Daha sonra fitil çekilir (fotoğraf 3.4).



Fotoğraf 3.4: Örgülü kablo ile lehim sökme

3.4.3. Lehim Sökme İstasyonları

Günümüzde cep telefonu, DVD oynatıcılar gibi pek çok cihazda kullanılan mini yapılı BGA tip entegrelerin ve SMD olarak isimlendirilen (Surface Mount Devices) yüzeye monteli devre elemanlarının sökümünde özel istasyonlar kullanılır.



Fotoğraf 3.5: Vakumlu lehim sökme istasyonu



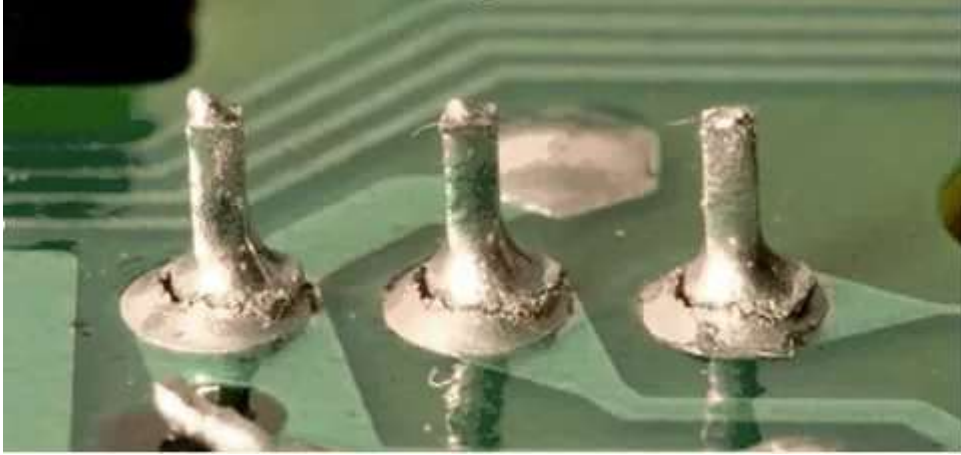
Fotoğraf 3.6: (a)-(b)-(c): BGA lehim sökme istasyonları



Fotoğraf 3.7: SMD lehim sökme istasyon

3.5. Lehimli Bağlantıların Kontrolü

Lehimlemeden sonra lehim yerleri gözle, ince hatlar ise büyüteçle (mikroskopla) kontrol edilir. Kontrolde, kısa devre, soğuk lehim, komşu elemanların zarar görüp görmediği, lehim çatlağı gibi hususlara dikkat edilir.



Fotoğraf 3.8: Soğuk lehim örneği



Fotoğraf 3.9: Çatlak lehim örneği

UYGULAMA FAALİYETİ

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak aşağıdaki talimatları yerine getiriniz.

- Üniversal plakete üzerine nokta lehimleme uygulaması yapınız.
- İletken uçlarına ön lehimleme uygulaması yapınız.
- İletkenleri birbirine ön lehimleme yaptıktan sonra lehimleyiniz.
- Direnç, diyot, ve transistör gibi elemanlardan dörder tanesini delikli plakete üzerine lehimleyiniz.
- Uygun havya ucunu kullanarak 8 (4+4), 14 (7+7), 16 (8+8), 18 (9+9), 20 (10+10) ayaklı entegrelerden ikişer tanesini delikli plakete üzerine lehimleyiniz.
- Lehimlediğiniz direnç, diyot ve transistör gibi elemanlardan ikişer tanesini plaketenin lehim sökme pompası yardımıyla sökünüz.
- Lehimlediğiniz 8 (4+4), 14 (7+7), 16 (8+8), 18 (9+9), 20 (10+10) ayaklı entegrelerden ikişer tanesini plaketenin lehim sökme pompası yardımıyla sökünüz.
- Lehimlediğiniz direnç, diyot ve transistör gibi elemanlardan ikişer tanesini plaketenin lehim emme fitili yardımıyla sökünüz.
- Lehimlediğiniz 8 (4+4), 14 (7+7), 16 (8+8), 18 (9+9), 20 (10+10) ayaklı entegrelerden ikişer tanesini plaketenin lehim emme fitili yardımıyla sökünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Elektronik elemanları lehimleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Güvenliğiniz için lehimlenen parçaların fırlaması veya lehim sıçramasına karşı gözlük kullanmalısınız.➤ Kızgın havya ucunda lehim bulunmamasına dikkat etmelisiniz.➤ Havya ucunun gevşek olmamasına dikkat etmelisiniz.➤ Kullanmadığınız zamanlarda güvenli bir şekilde havya altlığında tutmalısınız.➤ Rastgele yerlere koymamalısınız.➤ Elinizi asla sıcak lehime ve havyaya dokundurmuyunuz.➤ Lehimden sonra elinizi sabunla yıkamalısınız.➤ Havya kordonunu havyanın sıcak kısmından uzak tutmalısınız.➤ Uzun süre kullanmayacaksanız havyanın fişini prizden çekmelisiniz.

<p>➤ Lehimleme metotlarını kullanarak çeşitli devreleri lehimleyiniz.</p> <p>➤ Arızalı elemanları plaket üzerinden sökünüz.</p>	<p>➤ Metal parça ve lehim bir alaşım oluşturmaktadır.</p> <p>➤ Birleşme yerindeki metaller temiz olmalıdır.</p> <p>➤ Metal parça ve lehim yeterince ısıtılmalıdır.</p> <p>➤ Lehimleme hatalarına dikkat etmek gerekir.</p> <p>➤ İyi ve doğru lehim yapabilmek için lehimlemeyi tekrar etmek gerekir.</p> <p>➤ Havyayı uygun sıcaklıkta kullanmalısınız.</p> <p>➤ Havya lehimlenecek yüzeye 45° açıyla tutulmalıdır.</p> <p>➤ Havya lehimlenecek yere gereğinden fazla veya az tutulmamalıdır. Zira fazla tutulursa bakır yollar kalkabilir, az tutulursa soğuk lehimleme oluşabilir.</p> <p>➤ Her lehimleme esnasında havya ucu temizlenmelidir.</p> <p>➤ Gerekenden az veya fazla lehim kullanılmamalıdır.</p> <p>➤ Lehim havya ucu ile değil ısıtılan yüzeye temas ettirilmeli, havyanın ucuyla ısıtılan yüzeyin ısıyla eritilmesidir. Böylelikle lehimin yüzeyde homojen dağılımı sağlanmış olur.</p> <p>➤ Lehim sadece lehimlenecek yüzeyi kaplamalı, diğer bölgelere kısa devre yapması önlenmelidir.</p> <p>➤ Lehimler gruplar hâlinde yapılmalıdır.</p> <p>➤ Direnç, diyot gibi malzemelerden lehimlenmeye başlanmalıdır. Çünkü bu elemanlar montaj aşamasında genellikle plakete yapışık durumdadırlar ve daha yüksek elemanlara öncelik verildiğinde bu tür malzemelerin lehimlenmesi güçleşir.</p> <p>➤ Elemanların isim, kod veya yön gibi belirgin işaretleri gözükecek şekilde olmalıdır.</p> <p>➤ Havya uygun sıcaklığa geldiğinde sökülecek elemana ait lehimi</p>
---	---

<p>➤ Özel elemanları lehim sökme istasyonları ile sökünüz.</p>	<p>eritmelisiniz. Havyayı gereğinden uzun süre bu noktada tutmamalısınız.</p> <p>➤ Lehim pompasının pistonunu basılı durumdayken pistonu bırakması için butona basıp o noktadaki tüm lehim emilene kadar işleme devam etmelisiniz.</p> <p>➤ Her lehim emildiğinde pompanın iç haznesindeki lehimi boşaltmak amacıyla pompayı plaket üzerinden uzaklaştırarak pistonu basmalısınız.</p>
--	--

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatle okuyarak boş bırakılan yerlere doğru ifadeyi yazınız.

1. lehimlemede çalışma ısı 500°C'den düşük, lehimlemede 500 °C'den yüksek olarak tespit edilmiştir.
2. Lehimin yapılacağı baskı devre yüzeyi çok ince kullanılarak zımparalanır.
3. Normal sürede yapılan lehimin parlak, temiz, çatlaksız, deliksiz, küçük ve tabii bir tepe görüntüsündedir.
4. Havadaki yüksek, daha önce de belirtildiği gibi temas hâlinde insanlara ve eşyalara zarar verebilir.
5. Havaya kullanılmadığı zamanlarda havaya tutulmalıdır.
6. Lehim erirken çıkan dumanı etmemelisiniz.
7. Lehim yapılacak yer iyice
8. Eleman veya iletken uçları önceden az miktarda lehimlenmelidir. Buna denir.
9. Eleman direnç, diyot gibi bir malzemeyse bacaklar lehimlenecek arasındaki dikkate alınarak kargaburun yardımıyla 90 derece bükülür.
10. İki iletkenin açılan uçlarının ön lehimleme aşamasından sonra lehimlenmesi işlemidir.

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 **uygulamalı teste** geçiniz.

UYGULAMALI TEST

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak lehimleme ve lehim sökme tekniklerini inceleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (**X**) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Elektronik elemanların lehimleme işlemini yaptınız mı?		
2. Lehimleme metotlarını kullanarak çeşitli devrelerde lehimleme işlemi yaptınız mı?		
3. Özel elemanların, lehim sökme istasyonları ile sökme işlemini yaptınız mı?		

DEğerLENDİRME

Değerlendirme sonunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **Evet** ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

ÖĞRENME KAZANIMI

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak baskı devre çıkarabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

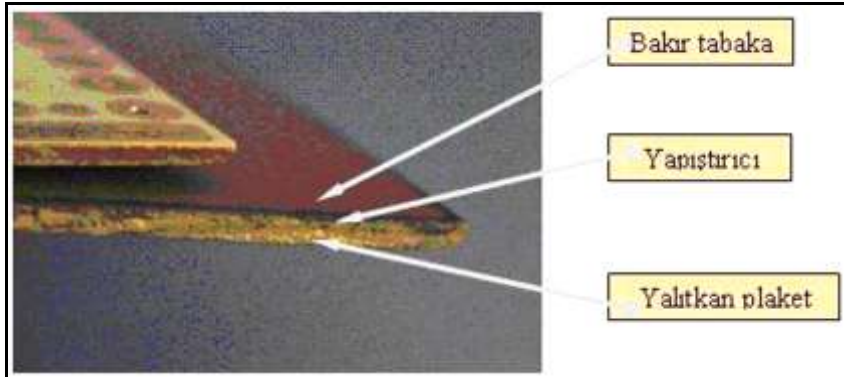
- Elektronik cihazların tamir edildiği iş yerlerinde “nasıl lehimleme yapılır?”, “hatalı lehimleme nedir?” ve “Lehimleme kuralları nelerdir?” sorularıyla bilgi ediniz.
- Sanal ortamdan arama motorlarını kullanarak “lehimleme” veya lehim yapma” yazarak araştırınız.
- Daha fazla bilgi için ders veya bölüm öğretmenlerinizden yararlanabilirsiniz. Yaptığınız araştırmaları arkadaşlarınıza aktarınız.

4. BASKI DEVRE HAZIRLAMA

4.1. Baskı Devre Kartlarının Tanımı

PCB (Printed Circuit Board) olarak bilinen baskı devre paneli (plaketi - kartı), elektronik devre elemanlarının üzerine yerleştirildiği ve bu elemanlar arasındaki elektriksel bağlantının bakırlı yüzde oluşturulan yollarla sağlandığı plakalara verilen addır.

Baskı devre plakelerinde yalıtkan plaket üzerine ince bir bakır tabakası güçlü ve dayanıklı bir yapıştırıcı ile tutturulmuştur.

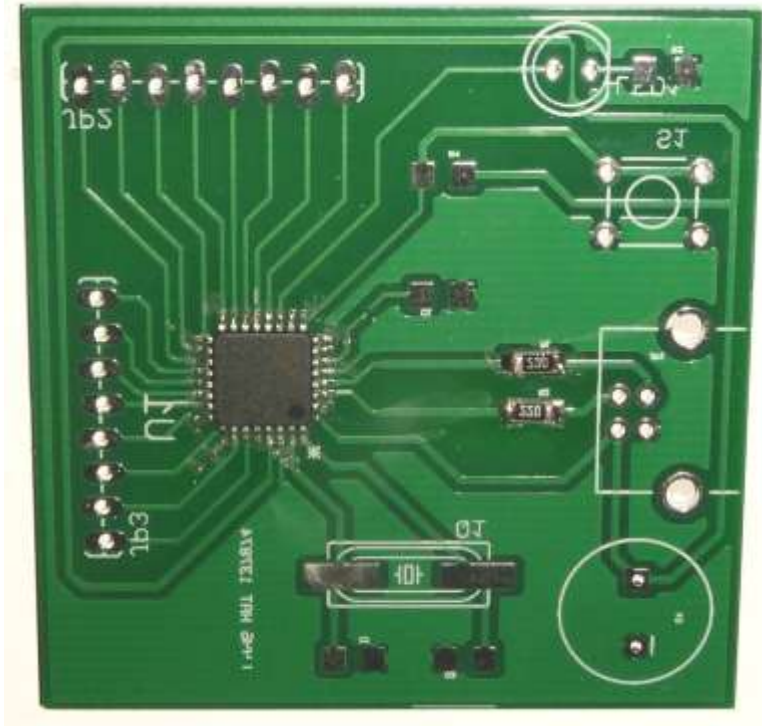


Fotoğraf 4.1: Baskı devre plaketi katmanları

Elektronik devrelerin baskı devre plaketi üzerine yapılmasının sağladığı faydalar şunlardır:

- Elektronik devrelerin seri üretimi kolaylaşır.
- Cihazların fiziki boyutları küçülür, ağırlığı azalır.
- Seri üretimin artması sonucu cihazların fiyatları düşer.
- Baskı devre plaketi malzemeleri toparlayacağından devre sadeleşir, yapım ve onarım kolaylaşır.
- Tel şeklinde iletkenler daha az kullanılacağından özellikle yüksek frekanslı devrede distorsiyon (elektriksel gürültü) azalır. Bu sayılan faydalardan dolayı günümüzde küçük cep telefonlarından televizyon cihazına kadar her tip elektronik devre baskı devre plaketi üzerine monte edilmektedir.

Baskı devrelerde bakır yüzeyin bir bölümü eritilerek bakır yollar meydana getirilir. Baskı devre üzerine yerleştirilen devre elemanlarının bacakları deliklerden geçirilir ve alt bölümdeki bakırlı bölgeye lehimlenir. Elektronik devre elemanları bu bakırlı yollar aracılığıyla birbirine bağlanır. Böylece devre elemanı hem fiziki hem de elektriksel olarak devreye bağlanmış olur.



Fotoğraf 4.2: Baskı devre

4.2. Baskı Devre Kartlarının Yapısı ve Kullanımı

Baskı devre kartları bir veya iki yüzeyi elektrolitik bakırla kaplanmış özel levhalar üzerine monte edilir.



Şekil 4.1: Bir yüzeyi bakır kaplı baskı devre kartı



Şekil 4.2: İki yüzeyi bakır kaplı baskı devre kartı

Baskı devre kartlarının yalıtkan kısımları, fiber, plastik veya epoksi denilen maddeden üretilir. Fiber yalıtkanlı baskı devre kartları, diğerlerine nazaran daha ucuz olup esnek bir yapıya sahiptir ve kırılma özelliği gösterir. Bu tip kartlar genellikle protip hazırlama ve amatör uğraşlarda kullanılır.

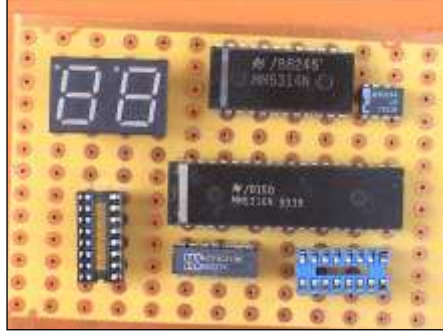
Epoksi yalıtkanlı baskı devre kartları; darbe ve baskılara dayanıklı olması, yüksek ısı duyarlılığı, nem ve rutubete dayanıklılığı, yüksek yalıtkanlık direnci gibi birçok üstünlükleri vardır. Bu nedenle birçok uygulamada bu kartlar tercih edilir.

Plastik yalıtkanlı baskı devre kartları; kolayca şekillendirilebildiği ve yüksek frekans uygulamalarında iyi sonuçlar verdiği için son yıllarda kullanımı yaygınlaşmıştır. Yalıtkan maddenin kalınlığı 1 mm ile 3 mm arasında değişebilir. Kalınlık kullanılan yalıtkan tipine bağlıdır.

Baskı devre kartlarının yüzeylerine kaplanan elektrolitik bakırın kalınlığı 35 mikron ile 70 mikron (0,035 mm-0,070 mm) arasında değişmektedir. Yüzeye kaplanan elektrolitik bakırın kalınlığı kartın kalitesini etkiler.

4.3. Yerleştirme ve Montaj Yöntemleri

Baskı devre çizilmesi sürecine elemanların plaket üzerine yerleşim planı yapılarak başlanır. Yerleşim planı yapılırken estetik görünüş yanında bazı teknik özelliklere de dikkat etmek gerekmektedir.

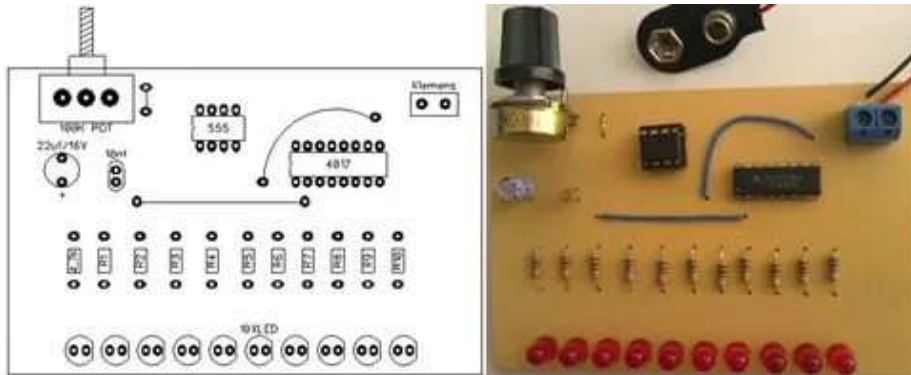


Fotoğraf 4.3: Devre elemanlarının plaket üzerine yerleştirilmesi

Elemanların baskı devre plaketi üzerine yerleştirilmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Devredeki elemanların boyutları göz önüne alınmalıdır. Elemanların boyutları baskı devre plakentinin büyüklüğünü de belirleyecektir.
- Transistor, tristör gibi elemanlar dik; direnç, diyot gibi elemanlar yatık olarak monte edileceklerdir.
- Transistor, tristör gibi üç bacaklı elemanların bacakları arasındaki mesafe çok fazla ya da çok az olmamalıdır.
- Yüksek frekanslı devrelerde birden fazla bobin varsa bunlar yan yana yerleştirilir.
- Yüksek güçlü transistor, triyak gibi elemanların soğutucuları da hesaba katılmalıdır.

Bu hususlar dikkate alınarak milimetrik (ya da kareli) kâğıt üzerine devrenin üstten görünüşü çizilir.



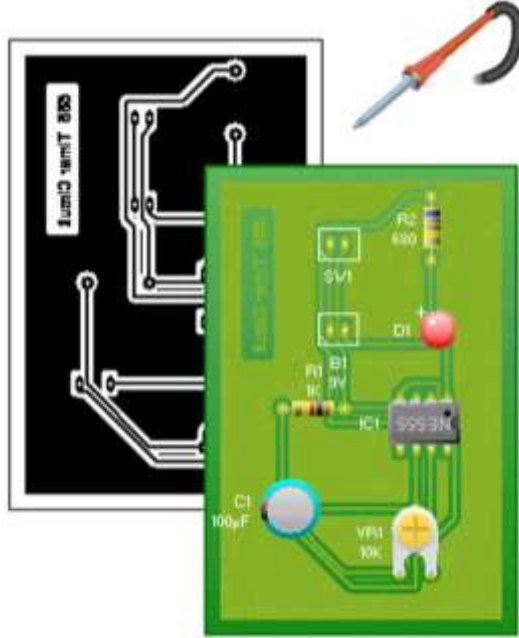
Fotoğraf 4.4: Devrenin üstten görünüşü ve şeması

Milimetrik kâğıt üzerinde devrenin üst görünüşü çizildikten sonra eleman uçlarının geleceği delik yerleri işaretlenir. Deliklerin aynı hizada olmasına dikkat edilmelidir. Delikler arasına elemanların sembolleri bire bir çizilir.

Daha sonra elemanları birbirine bağlayan hatlar koyulaştırılır. Bundan sonra milimetrik kâğıt ters çevrilir ve delik yerleriyle hatlar bu yönden çizilir. Altan görünüş olacak olan bu görünüşün rahatça çıkarılabilmesi için kâğıt, pencere camına kenarından tutturulabilir. Bu sayede üstten görünüşteki çizgi ve delik yerleri tersten çizilebilir. En son elde edilen görünüş, plaketin bakırlı yüzeyinde oluşturulacak olan görünüşüdür. Buraya kadar yapılan işlem baskı devresinin alttan (bakır kaplı taraf) görünüşünün kâğıt üzerine çizilmesidir. Bundan sonra yapılması gereken işlem bu şeklin bakırlı plaketin bakır kaplı yüzeyine aktarılması ve bakırlı yollar meydana getirilmesidir.

4.3.1. Baskı Devresindeki Elemanların Ölçülerine Göre Plaket Boyutunun Belirlenmesi

Baskı devresinin hazırlanması için devrede bulunan elektronik elemanların plaket üzerine yerleşim şekli düşünüldükten sonra gerekli sadelik sağlanarak, şema yeniden düzenlenir. Kullanılan devrenin elemanlarının gerçek boyutları ölçülerek kaydedilir.



Şekil 4.3: Plaket boyutunun belirlenmesi

4.3.2. Baskı Devre Plaketinin Hazırlanması

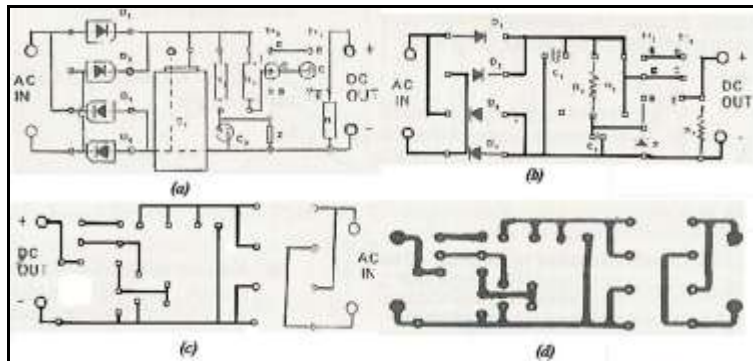
Uygulanacak devrenin büyüklüğüne göre baskı devre plaketleri istenilen ölçülerde olmayabilir. Bunun için bu plaketleri kesmek gerekir. Kesme işlemi için giyotin makas, maket bıçağı, demir testeresi kullanılabilir.



Fotoğraf 4.5: Plaketin kesilmesi

4.4. Baskı Devre Şeması (Patern) Çıkarma

Baskı devre plaketi üzerine aktarılabilecek olan paternin çıkarılabilmesi için milimetrik kâğıt kullanılır. Devre eleman boyutları göz önüne alınarak elemanlar milimetrik kâğıt üzerine yerleştirilir (şekil 4.4-a). Plaketin elemanlı yüzü kabul edilir. Eleman bacaklarının geleceği delik yerleri arasına semboller çizilir. Devreye uygun olarak hatlar koyulaştırılır (şekil 4.4-b). Milimetrik kâğıt ters çevrilerek, eleman bacaklarının geleceği yerler ve hatlar işaretlenip çizilir (şekil 4.4-c). Plaketin bakırlı yüzü kabul edilir. Hazırlanan patern uygun bir metotla bakırlı yüzeye aktarılır. Hat kalınlıkları 1,5~2 mm, bağlantı noktaları 3-5 mm olmalıdır (şekil 4.4-d).



Şekil 4.4 (a)-(b)-(c)-(d): Patern çıkarma aşamaları

4.5. Çizimin Plakete Aktarma Yöntemleri

Baskı devre çiziminin tasarlanması zihinsel bir çalışmadır. Üzerinde ne kadar fazla düşünülürse ve birikim ne kadar fazla ise o kadar iyi çizim yapılır. Çizimin bakırlı plaket üzerine aktarılması ise başka bir süreçtir. Çizimin bakırlı plakete aktarılmasında şu yöntemler kullanılır:

- Doğrudan uygulama metodu
- Foto rezist metodu
- Serigrafi metodu

4.5.1. Doğrudan Uygulama Metodu

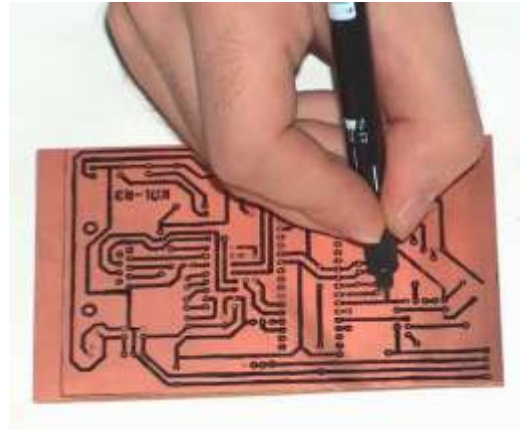
Basit ve ucuz bir yöntem olması nedeniyle daha çok amatör uygulayıcıların ve öğrencilerin tercih ettiği pratik bir yöntemdir. En çok kullanılan yöntemleri baskı devre kalemi metodu ve ütü ile uygulama metodudur.

4.5.1.1. Baskı Devre Kalemi Metodu

Kâğıt üzerine yapılan çizim bakırlı plaketin bakır kaplı olan yüzüne baskı devre kalemi ile aktarılır. Aktarma işlemi elle yapılır. Bu yöntem basit ve kalitenin pek aranmadığı uygulamalarda tercih edilir. Sonuçta, bakırlı yolların elle çizilmiş olduğu belli olur. Baskı devre kaleminin özelliği çizilen yollar kuruduktan sonra eritici sıvıda boyanın kalkmamasıdır. Baskı devre kalemi permanant kalem olarak da bilinir.



Fotoğraf 4.6: Baskı devre kalemi

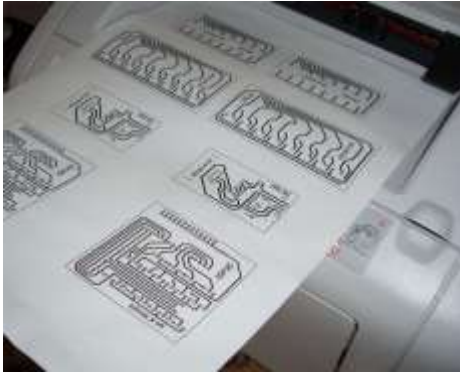


Fotoğraf 4.7: Baskı devre kalemi ile çizim

4.5.1.2. Ütü ile Isıtma Metodu

Ütü ile baskı devre kartı (PCB) hazırlamak için öncelikle çıkarılan ölçülere göre bakır plaket uygun yöntem kullanılarak kesilir ve hazırlanır. Tasarlanan devre için hazırlanan baskı devre şeması çeşitli programlar kullanılarak bilgisayarda çizilebilir. Bu durumda şemanın çıktısını almak için lazer yazıcı ve beyaz elışı kâğıdı ya da kuşe fotoğraf kâğıdı kullanılmalıdır. Kâğıdın kalitesi, tonerin bakır yüzeye çıkması açısından çok önemlidir. Bilgisayar çıktısı alma imkânı olmaması durumunda aynı şemayı aynı kâğıtlara baskı devre kalemi ile elle de çizilebilir.

İki yöntemden birisi ile hazırlanan baskı devre şeması çizimi bakır plaketin üzerine, çizim ile bakır karşılaştıkça şekilde kapatılır. Buharsız bir ütü ile ütünün ısı ayarına da bağlı olarak en fazla 5 dakika kâğıdı kaydırmadan her yere eşit ısı gelecek şekilde yavaş yavaş ütülenir. Ütüleme işlemini tamamladıktan sonra yavaş yavaş kuşe kâğıdı olarak plaket üzerinden tamamen kaldırılır. Kâğıdı plaket üzerinden tamamen temizledikten sonra çizilmiş yolların bakır üzerine çıkıp çıkmadığı kontrol edilir. Çıkmayan bir yer varsa baskı devre kalemi ile eksik yeri tamamlanır.



Fotoğraf 4.8: Baskı devre şeması



Fotoğraf 4.9: Ütü ile patern çıkarma

4.5.2. Foto Rezist Metodu

Bu metotta devrenin bağlantı yollarının çizimi aydınlar kâğıdı üzerine yapılır. Aydınlar üzerine yapılan çizim elle yapılacağı gibi bilgisayar programları aracılığıyla yapıp lazer yazıcıdan da elde edilebilir. Çizim elle yapılacaksa rapido kalem veya baskı devre kalemi kullanılır.

Aydınlar üzerine çizilen çizimler net ve koyu olmalıdır. Koyu olan yerler ışık geçirmeyecek şekilde tam koyu, aydınların diğer yerleri ise tertemiz ve lekesiz olmalıdır. Foto rezist metodunda ışığa dayanıklı bir madde kullanılır. Bu madde piyasada pozitif 20 olarak adlandırılmakta ve bu isimle satılmaktadır. Bu yüzden bu metod pozitif 20 metodu olarak da adlandırılır.

4.5.3. Serigrafi Metodu

Bu metotta da devrenin bağlantı yollarının şekli aydıngere aktarılır. Aydınger üzerine çizme işlemi foto rezist metoduyla tamamen aynıdır. Serigrafi metodunda nakış çerçevesi gibi bir çerçeveye ipek gerilir. Gerek çerçeve gerekse ipek piyasada ayrı ayrı bulunabileceği gibi ipek çerçeveye gerilmiş biçimde hazır da satılmaktadır. İpeğin gözenek sayısı çok olanı kullanılırsa baskı devre daha kaliteli olacaktır. Kırmızı ışıkla hafifçe aydınlatılmış bir odada ipek üzerine ışığa duyarlı madde uygulanır. Bundan sonra aydınger gergin ipek üzerine konup pozlandırmaya bırakılır. İpek pozlandıktan sonra musluk altında yıkanır ve kurutulur. İpek üzerine dökülen yağlı boya ile çizim ipeğe aktırılmış olur. İpek gerekli yerlerin boyanmasını diğer yerlerin boyanmamasını sağlayan bir süzgeç görevi yapar.

4.6. Plaketi Çürütme Yöntemleri

Baskı devre plakentinin bakırlı yüzünde kalması gereken bakır yollar dışındaki bakırın plaketten ayrılması işlemine **eritme ya da çürütme işlemi** denir. Eritici olarak asit veya diğer bazı kimyasal çözeltiler kullanılır. Eritme işleminde kullanılan sıvının cilde sıçraması tehlikelidir. Bu nedenle eritme işlemi dikkatle yapılmalıdır. Eritme işlemi sırasında deriye sıçrama olmuşsa sıçranan yer hemen bol su ile yıkanmalıdır. Eritme işlemi sırasında eriyiğe doğru eğilmemeli, eriyikten çıkan gazlar solunmamalıdır. Eritici olarak demirüçklörür (Fe_3Cl), amonyum persülfat ve hidrojen peroksit (perhidrol)-hidroklorik asit (tuz ruhu) karışımı sıklıkla kullanılan eriyiklerdir. Bunların içinde en çok kullanılanı perhidrol-tuz ruhu karışımıdır. Plastik bir kaptaki bir ölçek perhidrole üç ölçek tuz ruhu katılarak çözeltili hazırlanabilir. Plaket bu çözeltiliye daldırılır. Plaketin büyüklüğüne vb. bağlı olarak değişmek şartıyla erime işlemi yaklaşık 5 dakika sürer. Bakırlı plaket tahta bir maşa aracılığıyla çözeltiliden çıkarılır ve hemen bol suyla yıkanır. Daha sonra bir bezle silinerek kurulanır.

Kart iyice temizlenince önce gözle sonra avometreyle bakır yolların kontrolü yapılmalıdır. Kontrolden sonra bakır yüzün oksitlenmeden korunması ve lehimin kolayca yapılabilmesi için varsa koruyucu vernikle kaplanır. Vernikleme işlemi daha ziyade profesyonel amaçlı işlerde yapılmaktadır. Artık bakırlı plaket delme işlemine hazırdır.

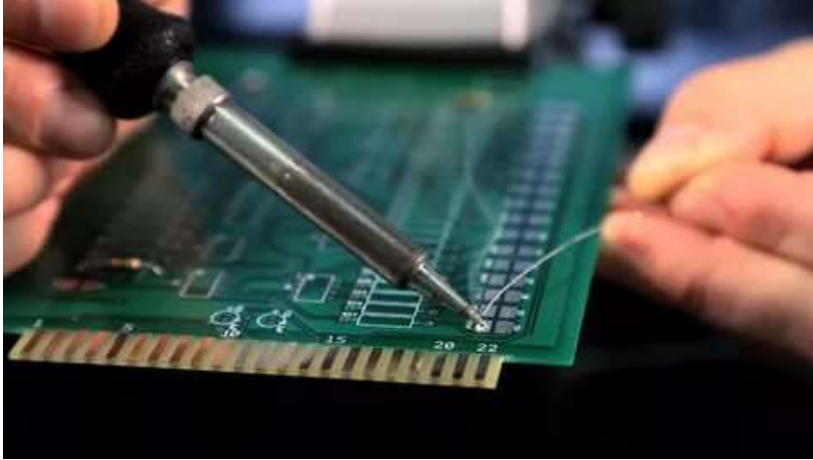
4.7. Plakete Devre Elemanlarının Montaj Yöntemleri

Hazırlanan baskı devresi üzerine devre elemanlarının montajının yapılabilmesi için öncelikle bu elemanların ayaklarının baskı devre üzerinde lehimleneceği yerlerin matkapla delinmesi gerekir.



Fotoğraf 4.10: Baskı devre kartının delinmesi

Delme işlemi takiben montaj işlemine geçilir. Montaj işlemi devre elemanlarının plaket üzerine yerleştirilmeleri ve lehimlenmeleri aşamasını içerir. Devrenin sağlıklı çalışması ve plaketin alacağı son görünümü belirlemesi bakımından elemanların montaj aşaması da çok önemlidir. Dizayn aşamasında titiz davranılmış bir kartın (plaketin) montajı da özenle yapılırsa görünüşü çok düzenli, temiz, kullanılması ve en önemlisi sağlıklı olarak çalışan bir devre elde edilir.



Fotoğraf 4.11: Baskı devre kartına malzeme montajı

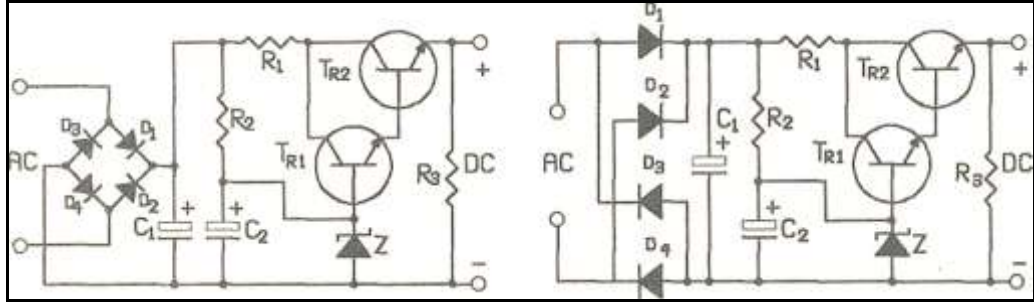
Montaj sırasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Montaja başlamadan önce eldeki kartın bakırlı yolları avometre ile tek tek kontrol edilerek bir kısa devre olup olmadığı anlaşılmalıdır. İki hat arasında istenmeyen bir temas varsa bu temas keskin bir çakı veya maket bıçağı ile mümkün olduğunca dikkatli olarak giderilir.

- Montaj sırasında kullanılan elemanların şemada belirtilen özelliklerde olması gerekir. Az sayıda üretilen işlerde, elemanların sağlam olup olmadığını avometre kullanılarak tek tek kontrol edilir.
- Elemanların ya şemaya göre belli bir sırada ya da plaketin bir tarafından diğer tarafına doğru sırayla monte edilmesi gerekir. Böylece montaj sırasında bazı elemanların unutulmasının önüne geçilir. Elemanlar yerleşim planına göre monte edilmelidir.
- Özellikle yarı iletken elemanların bacakları yanlış, elektrolitik kondansatörlerin uçları ters bağlanmamalıdır.
- Lehimleme işleminde temizlik çok önemlidir. Lehimlenecek noktalar temiz olmalıdır. Lehimleme esnasında dikkat edilecek diğer bir önemli nokta elemana zarar vermeden lehimleme işlemini bitirmektir. Lehimleme sırasında fazlaca ısınan bir eleman bozulabilir.
- Soğutucu üzerine monte edilecek elemanlar varsa soğutucu ile eleman arasına ısıyı iyi ileten bir macun sürülmeli, ayrıca elemanın soğutucudan yalıtılması gerekiyorsa araya ısıya dayanıklı bir yalıtıcı konmalıdır.
- Bazı elemanlar çeşitli nedenlerle kart dışında yer alır. Bir de kartın giriş ve çıkış bağlantısı vardır. Bu nedenlerle karta bağlanması gereken kablolar dikkatle lehimlenmeli, varsa renklerine dikkat edilmeli, kablo kalınlıklarının uygun olmasına özen gösterilmelidir. Büküm taşıyan kabloların kalın, bunların karta bağlantılarını yapan lehimlerin sağlam ve uygun büyüklükte olması gerekir.
- Transformatör gibi ağır elemanlar çoğu kez kartın dışında yer alır. Ancak kart üzeri-monte edildiklerinde de bunların lehimlenmesinde bol lehim kullanmak ve lehimin en iyi yayılması sağlamlık açısından önemlidir.
- Montaj tamamlandıktan sonra kart enerji uygulamadan önce ve sonra test edilir. Testler sonunda devrenin sağlam olduğu anlaşılırsa kart tamamlanmış demektir. Bazı devrelerde yüzeyin verniklenmesi işlemi malzemelerin plakete lehimlenmesinden sonra yapılmaktadır.

UYGULAMA FAALİYETİ

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak, aşağıda verilen şemanın baskı devresini çıkartarak devreyi kurunuz.



Devre eleman listesi

D₁-D₄: 1N 4001 diyot

C₁: 470 μ F 35V kondansatör

C₂: 10 μ F 25V kondansatör

Z: 12V $\frac{1}{4}$ W zener diyot

Tr₁: BC 237 transistor

Tr₂: BD 239 transistor

R₁: 1,2 Ω 1W direnç

R₂: 470 Ω 1/4 W direnç

R₃: 1 K Ω 1 W direnç

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devre şemasına göre baskı devre şeklini aydıngere alt ve üst görünüşleri çıkarınız. ➤ Baskı devre alt şemasını pertinaks üzerine aktarınız. ➤ Gerekli eritme sıvısını hazırlayınız. ➤ Pertinaks banyosunu ve temizliğini yapınız. ➤ Devre elemanlarının ayak yerlerini deliniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devre elemanlarının ölçülerine göre ayak yerlerini belirlemelisiniz. ➤ Üst görünüşü sembollerine uygun çizmelisiniz. ➤ Alt ve üst görünüşün ölçüsünün eşit olmasına dikkat etmelisiniz. ➤ Plaketi malzemelerin büyüklüklerine göre ölçüsünü ayarlamalısınız. ➤ Plaketi giyotinle kesiyorsanız makasın emniyet kilidi olmalıdır. ➤ Giyotinin bıçak ve kol ayarı tam olarak yapılmalıdır. ➤ Plaket bıçağı ile kesiliyorsa eğri kesilmemesine dikkat etmelisiniz. ➤ Testere ile kesmede ise demir testere kullanılır. ➤ Testere ile kesmede ise kesme hızı yavaş olmalıdır. ➤ Baskı devrenin plakete aktarılmasında plaketin temiz olmasına dikkat etmelisiniz. ➤ Baskı devrenin plaket üzerine aktarırken acele etmemelisiniz. ➤ Uyguladığınız yönteme göre basamakların sırasına dikkat etmelisiniz. ➤ Eritmeyi hızlandırmak için sıvı içindeki plaket, cam veya plastik bir çubukla, sakın bir şekilde ve bakır yollara zarar vermeden hareket ettirebilmelisiniz. ➤ Hazırlanmış eriyikle çok fazla plaket eritme işlemine tabi tutulursa eriyik zamanla bakıra doyacağından iş yapamaz duruma gelir. ➤ Bakırların tamamen eridiği tespit edildikten sonra, hızlı bir şekilde, el değmeden eriyikten çıkartmalısınız. ➤ Delme işleminde şarjlı matkaplar veya küçük masa matkap tezgâhları kullanmalısınız. ➤ Plaket çalışma masasında delinecekse

<p>➤ Elemanların montajını yapınız.</p>	<p>mutlaka altına düz bir tahta takoz koymalısınız.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Delikler önceden noktalanarak işaretlenmiş yerlerden delmelisiniz.➤ Delme işlemi mutlaka bakırlı taraftan delmelisiniz.➤ Plakete aşırı baskı uygulayarak delik ağızları patlatmamalısınız.➤➤ Plaket üzerinde doğrudan ekler varsa bunlar için iletkenler hazırlamalı ve yerine takmalısınız.➤ Yerleştirmede önce küçük ebatlı elemanlardan başlanmalı ve gerekirse lehimlemelisiniz.➤ Entegre ve transistör soketleri varsa bunlar takılmalıdır.➤ Transistör, tristör ve triyak gibi dik bacaklı elemanları takmalısınız.➤ Büyük kapasiteli kondansatörler yerlerine takmalısınız.➤ Wattlı dirençler ve taş dirençler ile soğutucular yerlerine takmalısınız.➤ Elemanların yerlerine doğru takılıp takılmadığı, devre şemasına bakılarak tekrar kontrol edilmeli ve lehimlemeye geçebilirsiniz.
---	---

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatle okuyarak boş bırakılan yerlere doğru ifadeyi yazınız.

1. Elektronik devrelerin elemanlarının bağlantılarını bakır yollarla yapılabilmesine tekniği denir.
2. Baskı devrede elemanların gerçek dikkate alınarak kaydedilir.
3. Baskı devre çıkarılacak plaketi kesmek için makas kullanılabilir.
4. Baskı devreyi plaketin üzerine aktarmak için kâğıt kullanılır.
5. Baskı devrenin plaket üzerine baskı devre kalem, foto rezist metodu ve metotları kullanılır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. () Baskı devre kalemine permanant kalem de denir.
7. () Foto rezist metodunda ışığa dayanıklı olan pozitif 30 maddesi kullanılır.
8. () Baskı devre çıkartılarak plaketin bakırlı yüzeyinin lekeli ve yağlı olması çok önemli değildir.
9. () Eritme işleminde eritici olarak demirüçklorür, amonyum persülfat ve hidrojen peroksit-hidroklorik asit karışımı kullanılır.
10. () Devre elemanlarının plaket üzerine yerleştirilmesi ve lehimlenmesi aşamasına montaj denir.

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.

UYGULAMALI TEST

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak baskı devresi hazırlık aşamalarını inceleyerek uygulayınız.

KONTROL LİSTESİ

Aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1.Devre şemasına göre baskı devre şeklinin alt ve üst görünüşlerini çıkardınız mı?		
2.Baskı devre alt şemasını pertinaks üzerine aktardınız mı?		
3.Gerekli eritme sıvısını hazırladınız mı?		
4.Çürütme işlemini yaparak pertinaksı temizlediniz mi?		
5.Devre elemanlarının ayak bağlantı yerlerini deldiniz mi?		
6.Devre elemanlarının montajını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **Evet** ise **modül değerlendirmeye** geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak lehimleme işlemini plaket üzerine yapınız.

KONTROL LİSTESİ

Aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Faaliyetler için gerekli hazırlık çalışmalarını (dosya veya klasör) yerine getirmiş mi?		
2. Faaliyette içinde gerekli özeni ve düzenlemeyi yapmış mı?		
3. Faaliyeti yerine getirirken iş alışkanlığını yerine getirmiş mi?		
4. Faaliyette lehim tellerini çaplarına göre ayırt edebiliyor mu?		
5. Faaliyette lehim tellerinin karışım oranlarına göre ayırabiliyor mu?		
6. Lehim tellerini elektronik devre elemanlarına göre ayırabiliyor mu?		
7. Lehim tellerinin üzerindeki etiketleri okuyabiliyor mu?		
8. Havyaları baskı devre hatlarının kalınlığına göre seçebiliyor mu?		
9. Havyaları elemanlara göre seçebiliyor mu?		
10. Kalem havya uçlarını elemanların özelliğine göre seçebiliyor mu?		
11. Havya uçlarının bakımını yapabiliyor mu?		
12. Elektronik elemanları lehimleyebiliyor mu?		
13. Ön lehimleme yapabiliyor mu?		
14. İletkenleri birbirine lehimleyebiliyor mu?		

15. Çeşitli devre elemanlarını plaket üzerine lehimleyebiliyor mu?		
16. Lehim pompasını kullanarak lehim sökebiliyor mu?		
17. Lehim emme fitilini kullanarak lehim sökme işlemini yapabiliyor mu?		
18. Devre şemasına göre baskı devre şeklini aydıngere alt ve üst görünüşleri çıkartabiliyor mu?		
19. Baskı devre alt şemasını pertanaks üzerine aktarabiliyor mu?		
20. Gerekli eritme sıvısını hazırlayabiliyor mu?		
21. Pertanaks banyosunu ve temizliğini yapabiliyor mu?		
22. Devre elemanlarının ayak yerlerini delebiliyor mu?		
23. Elemanların montajını yapabiliyor mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **Evet** ise bir sonraki bireysel öğrenme materyaline geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	lehim
2	kalay ve kurşun
3	kalay
4	çaplarda
5	lehimleme
6	yumuşak
7	%50
8	Lehimin 238
9	orta sert

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	200 ile 500
2	üçe
3	rezistanslı
4	Isı- gerilim
5	transformatörlü
6	YANLIŞ
7	DOĞRU
8	DOĞRU
9	YANLIŞ
10	DOĞRU

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Yumuşak-sert
2	zımpara
3	yüzeyi
4	sıcaklık
5	altlığında
6	teneffüs
7	temizlenmeli
8	Ön lehimleme
9	deliklerin
10	birbirlerine

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	baskı devre
2	ölçüleri
3	giyotin
4	milimetrik
5	serigrafi
6	teneffüs
7	DOĞRU
8	YANLIŞ
9	YANLIŞ
10	DOĞRU

KAYNAKÇA

- Faruk ACIELMA, Mehmet USTA, **Elektrik Atölye ve Laboratuvar İş ve İşlem Yaprakları 9. Sınıf**, Millî Eğitim Basımevi, İstanbul, 2004.
- Ahmet DİNLER, **Atölye ve Laboratuvar 1**, Elif Ofset, İstanbul, 1995.
- Muhsin NAYMAN, **Atölye 1**, Özkan Matbaacılık, Ankara, 2002.
- Kemal YARCI, ÖZTÜRK Orhan, **Elektrik-Elektronik Atölyesi ve Ölçme Laboratuvarı**, Yüce Yayınları, İstanbul, 2000.
- Saip SERFİÇELİ, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi 1**, MEB Yayınmevi, İstanbul, 2004.
- http://www.teknikyaz.com/2016/02/lehim-nedir_5.html (Erişim Tarihi: 02.11.2017/16.00)
- <http://www.tyih.gov.tr/TR,419/saglikli-eglenceler.html> (Erişim Tarihi: 02.11.2017/16.50)