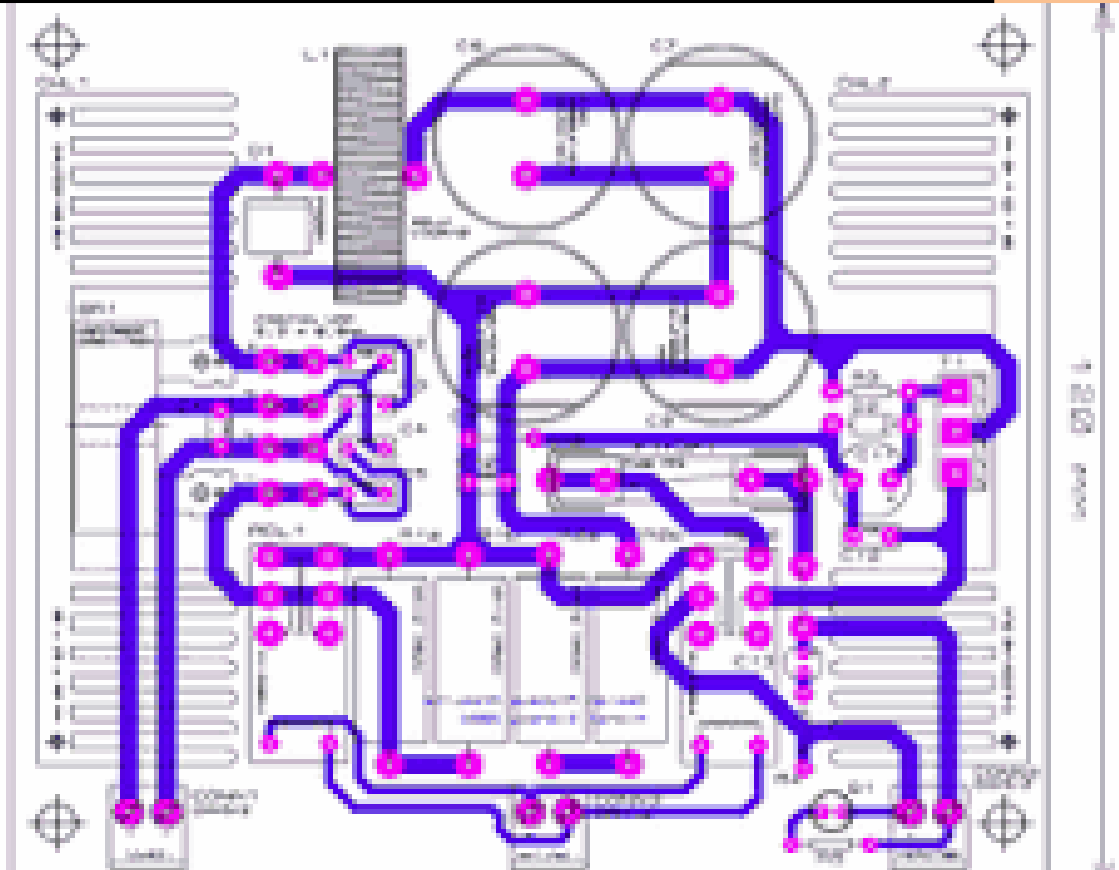


2017

EETE234 Elektronik Atölye



Ali Özcanlı

İçindekiler

1	SMD ELEMANLAR.....	1
1.1	SMD Elemanlar	1
1.2	SMD Dirençler.....	6
1.3	SMD Kondansatörler	8
1.3.1	SMD Seramik Kondansatör Kodları.....	8
1.3.2	SMD Elektrolitik Kondansatör Kodları.....	9
1.3.3	SMD Kodlar	11
1.4	SMD Malzeme Lehimleme ve Sökme Elemanları.....	12
1.4.1	Havya	12
1.4.2	Sıcak Hava Üfleyici.....	13
1.4.3	SMD Rework istasyonu	14
1.4.4	Baskı Devre Ön Isıtıcı (Preheater).....	14
1.4.5	Yardımcı Araçlar	15
1.5	SMD Elemanı Lehimleme	16
1.5.1	Havya ile lehimleme	16
1.5.2	Sıcak hava üfleyici ile lehimleme.....	17
1.6	SMD Elemanın Lehimini Sökme	17
1.6.1	Cımbız havya ile sökme.....	17
1.6.2	Çatal uçlu havya ile sökme	18
1.6.3	Sıcak hava üfleyici ile sökme	19
2	KÜÇÜK PAKET YAPILI ENTEGRELER	20
2.1	Küçük Paket Yapılı Entegreler.....	20
2.2	Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Lehimlenmesi	21
2.2.1	Havya ile lehimleme	22
2.2.2	Sıcak hava üfleyici ile lehimleme	23
2.3	Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Lehimini Sökme	24
2.3.1	Yuvalı (çatal) uçlu havya ile sökme.....	24
2.3.2	Sıcak hava üfleyici ile sökme	25
3	ÇİPSETLER.....	26
3.1	Çipsetler	26
3.2	Çipsetlerin Lehimlenmesi	26
3.3	Çipsetlerin Lehimini Sökme.....	29
4	LEHİMLEMEDE KULLANILAN MALZEMELER	31
4.1	Lehim.....	31
4.2	Pasta.....	32
5	HAVYA.....	34
5.1	Havya.....	34
5.1.1	Havya Çeşitleri:	35
5.1.2	Tabanca (Transformatörlü) Havyalar	36
5.1.3	Gazlı Havyalar.....	37
5.2	Kalem Havya Uçları ve Bakımının Önemi.....	38
6	LEHİMLEME.....	41
6.1	Lehimleme ve Lehimleme Çeşitleri.....	41
6.2	Lehimleme Metotları	41
6.2.1	Lehimlenecek Yerin Temizlenmesi.....	41
6.2.2	Lehimlemenin Yapılması	42
6.3	Lehimleme Uygulamaları	46
6.3.1	Üniversal Plaket Üzerine Nokta Lehimleme	47
6.4	Lehim Sökme İşlemleri.....	49

6.4.1	Lehim Pompası.....	49
6.4.2	Lehim Emme Fiteli (Örgülü Kablo).....	50
6.4.3	Lehim Sökme İstasyonları.....	51
7	BASKI DEVRE.....	53
7.1	Baskı Devre	53
7.2	Baskı Devre Plaketlerinin Yapısı.....	54
7.3	Baskı Devresindeki Elamanların Ölçülerine Göre Plaket Boyutunun Belirlenmesi.....	57
7.4	Yerleştirme Şekli ve Montaj Ölçülerinin Ayarlanması	58
7.5	Baskı Devre Plaketinin Hazırlanması.....	59
7.6	Patern Çıkarmak	61
7.7	Paternin Baskı Devre Plaketi Üzerine Aktarılması.....	62
7.7.1	Baskı Devre Kalemı Metodu	62
7.7.2	Foto Rezist Metodu	63
7.7.3	Serigrafi Metodu.....	63
7.8	Baskı Devreyi Plaket Üzerine Çıkarma Yöntemleri.....	63
7.8.1	Pozlandırma.....	64
7.8.2	Banyonun Hazırlanması ve Banyo İşlemi	68
7.8.3	Eritme İşlemi	70
7.8.4	Plaketin Delinmesi.....	72
7.8.5	Montaj	72

Resimler

Resim 1-1: Tablet bilgisayar iç görünüşü.....	1
Resim 1-2: Deliklere montaj teknolojisi (Through Hole Technology – THT)	1
Resim 1-3: Yüzey montaj teknolojisi (Surface Mount Technology – SMT)	2
Resim 1-4: Çeşitli SMD kılıf yapıları	3
Resim 1-5: Yaygın SMD malzemelerin boyutları	5
Resim 1-6: SMT baskı devre	5
Resim 1-7: PAD (bakır nokta)	6
Resim 1-8: VIA (kalay kaplı delik)	6
Resim 1-9: SMD direnç	6
Resim 1-10: SMD seramik kondansatörler	8
Resim 1-11: SMD elektrolitik kondansatörler	9
Resim 1-12: SMD tantal kondansatörler	10
Resim 1-13: SMD RLC metre	10
Resim 1-14: SOD ve MELF kılıflar	11
Resim 1-15: SOT kılıflar	11
Resim 1-16: Havya uçları	12
Resim 1-17: Cımbız havya.....	13
Resim 1-18: Sıcak hava üfleyici.....	13
Resim 1-19: Nozzle uç	14
Resim 1-20: Vakum pompası.....	14
Resim 1-21: Baskı devre ön ısıtıcı	15
Resim 1-22: Havya ile lehimleme	17
Resim 1-23: Sıcak hava kullanarak lehimleme	17
Resim 1-24: Cımbız havya ile SMD eleman sökme.....	18
Resim 1-25: Çatal uçlu havya ile SMD eleman sökme.....	18
Resim 2-1: THT ve SMD entegre.....	20
Resim 2-2: SOIC kılıf	20
Resim 2-3: PLCC kılıf	21
Resim 2-4: QFP ve TQFP kılıf	21
Resim 2-5: QFN kılıf	21
Resim 2-6: Küçük yapılı entegrenin normal uçlu havya ile lehimlenmesi	22
Resim 2-7: Küçük yapılı entegrenin kesik uçlu havya ile lehimlenmesi	23
Resim 2-8: Küçük yapılı entegrenin yuvarlak nozzle uçlu sıcak hava üfleyicisi ile lehimlenmesi	24
Resim 2-9: Yuvalı (çatal) uçlu havya ile küçük yapılı entegrenin sökülmesi.....	24
Resim 2-10: Küçük yapılı entegrenin yuvarlak nozzle uçlu sıcak hava üfleyicisi ile sökülmesi	25
Resim 3-1: Çipset çeşitleri	26
Resim 3-2: SMD çipset lehim istasyonu	27
Resim 3-3: Şablon yardımıyla terminallere sıvı lehim uygulanması.....	27
Resim 3-4: Şırınga yardımıyla terminallere sıvı lehim uygulanması.....	28
Resim 3-5: Çipsetin vakumlu havya ile taşınması.....	28
Resim 3-6: Sıcak hava uygulaması.....	29
Resim 3-7: X-Ray ışını ile çipset lehimlerinin kontrolü	29
Resim 3-8: Baskı devre kartın alttan ısıtılmasıyla çipsetlerin sökülmesi	30
Resim 4-1.....	31

Resim 4-2.....	31
Resim 4-3: Lehim pastası (solder pasta).....	33
Resim 5-1: Havya.....	34
Resim 5-2: Kalem havya	34
Resim 5-3: Kalem (Rezistanslı) havya çeşitleri	35
Resim 5-4: İstasyonlu kalem havya	36
Resim 5-5: İstasyosuz kalem havya	36
Resim 5-6: Tabanca (transformatörlü) havya.....	37
Resim 5-7: Gazlı kalem havya	37
Resim 5-8: Kalem Havya.....	38
Resim 5-9: Aparatlı kalem havya altlığı	39
Resim 5-10: Kalem havya altlığı.....	39
Resim 5-11: Havya ucu temizleme teli	40
Resim 6-1: Lehimleme örneği.....	41
Resim 6-2.....	42
Resim 6-3: Temizleme aparatı ile havya ucunun temizlenmesi	43
Resim 6-4.....	44
Resim 6-5.....	45
Resim 6-6: Üniversal Plaket.....	47
Resim 6-7.....	48
Resim 6-8.....	49
Resim 6-9.....	50
Resim 6-10.....	50
Resim 6-11 Vakumlu lehim sökme istasyonu.....	51
Resim 6-12: (a)-(b)-(c): BGA lehim sökme istasyonları.....	52
Resim 6-13: SMD lehim sökme istasyon	52
Resim 7-1: Baskı devre plaketi katmanları	53
Resim 7-2.....	54
Resim 7-3.....	54
Resim 7-4.....	55
Resim 7-5.....	55
Resim 7-6.....	56
Resim 7-7.....	57
Resim 7-8.....	58
Resim 7-9.....	59
Resim 7-10.....	59
Resim 7-11.....	60
Resim 7-12.....	61
Resim 7-13: (a)-(b)-(c)-(d).....	62
Resim 7-14.....	62
Resim 7-15.....	64
Resim 7-16: (b)	65
Resim 7-17: (b)	67
Resim 7-18: (b)	69
Resim 7-19: (b)	71
Resim 7-20.....	72

Tablolar

Tablo 1-1: Pasif SMD kılıf ölçüleri.....	4
Tablo 1-2: Tantal kondansatör SMD kılıf ölçüleri	4
Tablo 1-3: SMD direnç elemanı kodları.....	8
Tablo 1-4: SMD seramik kondansatör kodları	9
Tablo 1-5: SMD elektrolitik kondansatör kodları	10
Tablo 1-6: SMD kod tablosu (1 ile başlayan kodların bir kısmı)	12
Tablo 4-1: Lehim teli ile ilgili özellikler tablosu	32
Tablo 5-1: Havyalar ile ilgili özellikler tablosu	35

1 SMD ELEMANLAR

1.1 SMD Elemanlar

Teknolojik gelişmeler ve tüketici talepleri cep telefonu, bilgisayar, televizyon vb. cihazların küçülmesine neden olmuştur. Bu cihazlar bir veya daha fazla elektronik baskı devre kartına sahiptir.



Resim 1-1: Tablet bilgisayar iç görünüşü

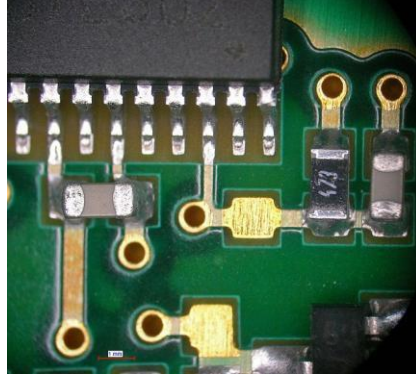
Baskı devre kartları devre elemanlarının montajının yapıldığı yüzeylerden ve bu elemanları birbirine bağlayan hatlardan oluşur. Elektronik devre elemanları, deliklere montaj teknolojisi (Through Hole Technology – THT) ve yüzey montaj teknolojisi (Surface Mount Technology – SMT) olmak üzere iki yöntem ile baskı devreye monte edilir.

Deliklere montaj teknolojisi, geleneksel olarak kullanılan yöntemdir. Elektronik devre elemanlarının bacaklarının baskı devre kartı üzerinde yer alan deliklere yerleştirilmesi ve baskı devre kartına bu delikler aracılığıyla lehimlenmesi yöntemidir.



Resim 1-2: Deliklere montaj teknolojisi (Through Hole Technology – THT)

Yüzey montaj teknolojisi ise elektronik devre elemanlarının baskılı devre kartının üzerine doğrudan yerleştirildikleri yüzeye lehimlenmesi yöntemidir.



Resim 1-3: Yüzey montaj teknolojisi (Surface Mount Technology – SMT)

Teknolojik gelişmeler, delikli montaj teknolojisi ile üretilen kartların yerini yüzey montaj teknolojisi ile üretilen kartların almasına neden olmuştur. Çünkü yüzey montaj teknolojisinde kullanılan devre elemanlarının bacaklarının çok küçük olması ya da hiç olmaması, delikli montaj teknolojisinde kullanılan devre elemanlarına göre daha küçük bir yapıda üretilmesini sağlamıştır. Yüzey montaj teknolojisinde kullanılan devre elemanlarına **Yüzey Montaj Elemanı** (Surface Mount Device – SMD) denir.

Yüzey montaj elemanları kullanılarak üretilen devrelerin bacaklı devre elemanları ile üretilen devrelere göre avantajları şunlardır:

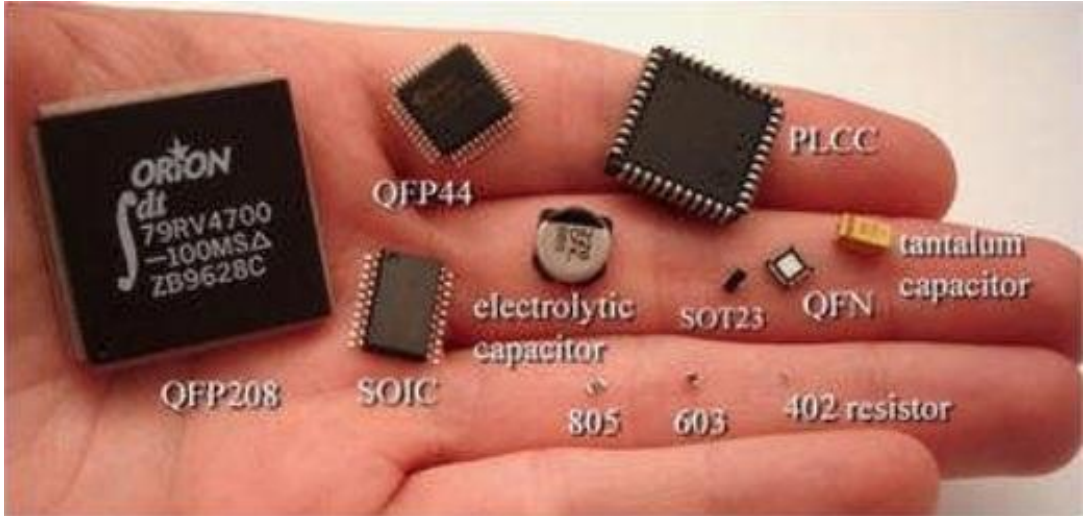
- THT (Deliklere Montaj Teknolojisi) ile üretilen devrelere göre SMT (Yüzey Montaj Teknolojisi) ile üretilen devreler daha küçük boyutta ve hafiftir.
- SMT ile üretilen baskı devre kartlarının her iki yüzüne de eleman monte edilebilir.
- Devre elemanlarının bacak boyutları elektriksel sinyaller karşısında direnç ve endüktans oluşturabilir. Yüzey montaj elemanlarının bacaklarının çok küçük olması ya da olmaması düşük iç direnç ve iç endüktansa sahip olmasını sağlar. Bu sayede SMD elemanlarının yüksek frekanslı devrelerde performanslarının yüksek olmasını sağlar.
- SMT ile üretilen kartlarda THT ile üretilen kartlarda bulunan delikler bulunmaz.
Deliklerin olmaması üretim maliyetini azaltır.
- SMT ile üretilen devreler daha az ısınır.
- SMT ile üretilen devrelerle daha az güç tüketen devreler yapılabilir.

- SMT ile üretilen devrelerin THT ile üretilen devrelere göre seri imalatı dizgi yapılabilen robotlarla daha kolaydır.
- SMT ile üretilen devreler mekanik sarsıntılara karşı daha dayanıklıdır.
- SMT ile üretilen devreler daha az istenmeyen parazit sinyallere neden olur.
- SMD elemanlarını elektromanyetik girişim (EMI) ve radyo frekanslı girişimden (RFI) korumak daha kolaydır.

Yüzey montaj elemanları kullanılarak üretilen devrelerin bacaklı devre elemanları ile üretilen devrelere göre dezavantajları şunlardır:

- SMT üretimi daha karmaşıktır.
- SMT ilk üretim yatırım maliyeti daha yüksektir.
- SMD elemanlarının paket yapısı çok küçük olduğu için el ile müdahalesi ve tamiri zordur.
- SMD elemanlarının tamir sonrasında görsel olarak denetimini yapmak zordur.
- SMT ile üretilen devrelerde elemanlarının sık olarak yerleşmiş olması ve paket yapılarının küçük olması kartların temizlenmesini zorlaştırır.
- Prototip üretimi pahalıdır.

Yüzey montaj teknolojisinde kullanılan tüm malzemeler, yüzey montaj teknolojisine uygun gövde (kılıf) yapılarında üretilmelidir. SMD elemanlarının kılıf yapıları, JEDEC adı verilen bir organizasyon tarafından belli bir standarda bağlanmıştır.



Resim 1-4: Çeşitli SMD kılıf yapıları

Direnç, kondansatör ve bobin gibi pasif SMD elemanlarda standart isimler çoğunlukla elemanın eni ve boyunun inç veya metrik birimde yan yana yazılmasıyla verilir. Örneğin 1,0 mm eninde ve 0,5 boyunda olana bir SMD eleman metrik ölçü birimiyle 1005 kılıf olarak adlandırılır. Eğer bu eleman direnç ise R1005 veya 1005R; kondansatör ise C1005 veya

1005C; endüktans ise L1005 veya 1005L olarak adlandırılır.

SMD elemanların kılıf ölçüleri çoğunlukla inç (1 inç=2,54 cm) olarak yazılır. Örneğin metrik 1005 kılıfa sahip bir eleman 1,0 x 0,5 mm = 0,04" x 0,02" olması nedeniyle 0402 olarak adlandırılır.

İSİMLENDİRME		BOYUTLARI (En x Boy)	
İNÇ (")	METRİK (mm)	İNÇ (")	METRİK (mm)
01005	0402	0,01" x 0,005"	0,4 mm x 0,2 mm
0201	0603	0,02" x 0,01"	0,6 mm x 0,3 mm
0402	1005	0,04" x 0,02"	1,0 mm x 0,5 mm
0603	1608	0,06" x 0,03"	1,6 mm x 0,8 mm
0805	2012	0,08" x 0,05"	2,0 mm x 1,2 mm
1206	3216	0,12" x 0,06"	3,2 mm x 1,6 mm
1806	4516	0,18" x 0,06"	4,5 mm x 1,6 mm
1812	4532	0,18" x 0,12"	4,5 mm x 3,2 mm

Tablo 1-1: Pasif SMD kılıf ölçüleri

Tablo 1.1’de verilen SMD kılıfları haricinde tantal kondansatörler için kullanılan SMD kılıflar Tablo 1.2’de verilmiştir.

SMD Paket Türü	Boyutlar (mm)	EIA Standardı
Boyut A	3,2 x 1,6 x 1,6	EIA 3216-18
Boyut B	3,5 x 2,8 x 1,9	EIA 3528-21
Boyut C	6,0 x 3,2 x 2,2	EIA 6032-28
Boyut D	7,3 x 4,3 x 2,4	EIA 7343-31
Boyut E	7,3 x 4,3 x 4,1	EIA 7343-43

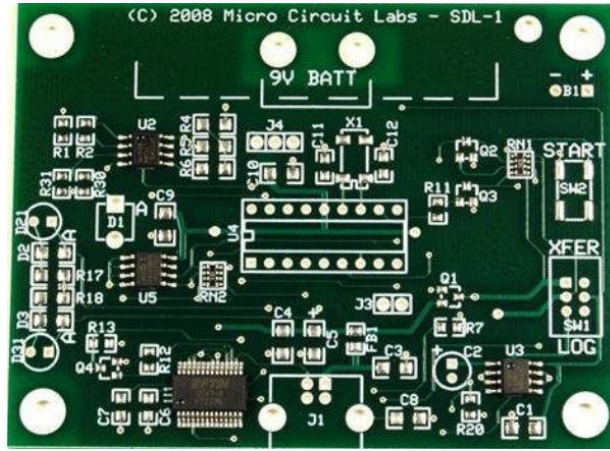
Tablo 1-2: Tantal kondansatör SMD kılıf ölçüleri

SMD’de kullanılan transistörler ise SOT (Small Outline Transistor), diyotlar ise SOD (Small Outline Diode) kılıf yapısında üretilir.



Resim 1-5: Yaygın SMD malzemelerin boyutları

Birçok SMD elemanı aynı kılıfa sahip olabilir. Elemanların ne olduğunu anlamak için baskı devre üzerindeki kodlarına bakılır.



Resim 1-6: SMT baskı devre

Resim 1.6'da verilen baskı devrede;

- R:** Direnç (resistor),
- Q:** Transistör (transistor),
- D:** Diyot (diode),
- C:** Kondansatör (capacitor),
- F:** Sigorta (fuse),
- X:** Kristal (xtal),
- U:** Entegre,

ifade eder. SMD elemanlar baskı devre üzerinde PAD olarak adlandırılan bakır noktalara lehimlenir.



Resim 1-7: PAD (bakır nokta)

Yüzey montaj teknolojisinde kullanılan baskı devrelerin her iki yüzüne eleman yerleştirilebildiği gibi bakır yollarda her iki yüzde yer alabilir. Günümüzde üretilen baskı devreler içerisinde de bakır yollar yerleştirilmekte ve çok katmanlı baskı devreler üretilmektedir. Katmanlar üzerinde yer alan bakır yolların diğer katmanlarda yer alan bakır yollarla bağlantısı, VIA olarak adlandırılan içi kalay kaplı delikler yardımı ile olur.



Resim 1-8: VIA (kalay kaplı delik)

SMD devreler üretim esnasında baskı devre üzerine yapıştırıcıyla montaj ve kremle lehimle olmak üzere iki metot ile kullanılarak monte edilir.

1.2 SMD Dirençler

Yüzey montaj teknolojisi ile üretilen devrelerde direnç olarak küçük boyutlu ve çok az yer kaplayan SMD dirençler kullanılır. SMD dirençler standart kılıf yapılarında üretilir. Yüzey montajlı teknoloji ile üretilen devrelerde sabit değerli SMD dirençler kullanılır. SMD sabit dirençler, genellikle siyah renkli ve yassı elemanlardır.



Resim 1-9: SMD direnç

Karbon dirençlerin değerlerinin bulunmasında renk kodları kullanılmaktadır. SMD dirençlerde ise direnç değeri direnç üzerinde yazan rakamlar aracılığıyla bulunur. SMD dirençlerin değerlerinin hesaplama yöntemi karbon dirençler ile aynıdır.

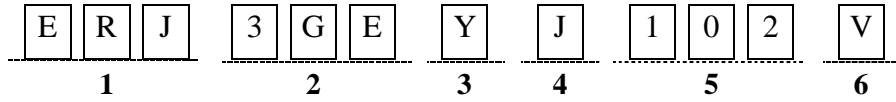
Üç basamaklı rakamlardan oluşan bir direncin değeri bulunurken okunan sayıların ilk iki değeri aynen yazılırken üçüncü sayı çarpandır. Örneğin 122 yazan bir SMD direncin değeri $122 = 12 \times 10^2 = 1200 \Omega = 1,2 \text{ K}\Omega$ 'dur.

SMD direnç üzerinde yazan sayı 4 (dört) basamaklı ise okunan rakamların ilk üç değeri aynen yazılırken dördüncü sayı çarpandır. Örneğin 1764 yazan bir SMD direncin değeri $1764 = 176 \times 10^4 = 1760000 \Omega = 1760 \text{ K}\Omega = 1,76 \text{ M}\Omega$ 'dur.

SMD direnç üzerinde yazan değerler içerisinde sayılar haricinde R harfi de kullanılır. Rakamların önünde, arkasında, ortasında yer alan R harfi virgüllu ifade eder. Örneğin 6R2 yazan bir SMD direncin

değeri $6R2 = 6,2 \Omega$ 'dur.

Bunların dışında, üretici firmalara göre değişiklik gösterse de SMD dirençleri ifade eden katalog değerleri mevcuttur. Örneğin;



- 1 - [E R J] : Ürün türü (kalın kaplamalı çip direnç)
- 2 - [3 G E] : Boyutu ve gücü
- 3 - [Y] : Yüzey kaplama türü (Y ise siyah kaplama, kod yok ise şeffaf kaplama)
- 4 - [J] : Tolerans değeri ($\pm\%5$)
- 5 - [1 0 2] : Üç basamaklı direnç değeri (ohm) ($102 = 10 \times 10^2 = 1000 \Omega$)
- 6 - [V] : Paket tipi

SMD dirençlerin fiziksel boyutları üzerlerinde harcanacak güç ile orantılıdır. SMD dirençler genellikle 0,03 ile 1 W arasında üretilir.

TİP	BOYUT (inç)	GÜÇ (Watt)
XGE	0,1005	0,031
1GE	0,201	0,05
2GE	0,402	0,063
3GE	0,603	0,1
6GE	0,805	0,125
8GE	1,206	0,25
14	1,210	0,25
12	1,812	0,5
12Z	2,010	0,5
1T	2,512	1

Tablo 1-3: SMD direnç elemanı kodları

1.3 SMD Kondansatörler

Yüzey montaj teknolojisi ile üretilen devrelerde kondansatör olarak küçük boyutlu ve çok az yer kaplayan SMD kondansatörler kullanılır. SMD kondansatörler genellikle seramik, elektrolitik ve tantal malzemelerden yapılır. SMD dirençler gibi standart kılıf yapılarında üretilir.

1.3.1 SMD Seramik Kondansatör Kodları

SMD seramik kondansatörler düşük kapasiteli ve kutupsuzdur. Yüzey montaj teknolojisinde en fazla kullanılan SMD kondansatör çeşididir. SMD seramik kondansatörler kahverengi veya haki yeşil renkli kılıf yapılarıyla ayırt edilebilir. Ancak SMD seramik kondansatörler üzerinde genelde bir kod bulunmaz.



Resim 1-10: SMD seramik kondansatörler

SMD seramik kondansatörler üzerlerinde bir ya da iki harf ve bir rakamdan oluşan kod bulunur. SMD seramik kondansatör üzerinde bulunan koddaki harf ve rakam pikofarad (pF) cinsinden kapasite değerini gösterir. Örneğin K3 kodlu bir SMD seramik kondansatörün kapasite değeri $K3 = 2,4 \times 10^3 \text{ pF} = 2400 \text{ pF} = 2,4 \text{ nF}$ 'dir.

Bazı üretici firmalar bir harf ve bir rakam haricinde kendilerini tanımlamak amacıyla kondansatör değerini gösteren kod önüne bir harf yazar. Örneğin KA2 kodlu bir SMD seramik kondansatörde K harfi kondansatörün Kemet firması tarafından üretildiğini, A2 kodu ise kapasite değerinin $A2 = 1,0 \times 10^2 \text{ pF} = 100 \text{ pF}$ olduğunu ifade eder.

HARF	DEĞER	HARF	DEĞER	HARF	DEĞER
A	1,0	M	3,0	Y	8,2
B	1,1	N	3,3	Z	9,1
C	1,2	P	3,6	a	2,5
D	1,3	Q	3,9	b	3,5
E	1,5	R	4,3	d	4,0
F	1,6	S	4,7	e	4,5
G	1,8	T	5,1	f	5,0
H	2,0	U	5,6	m	6,0
J	2,2	V	6,2	n	7,0
K	2,4	W	6,8	t	8,0
L	2,7	X	7,5	y	9,0

Tablo 1-4: SMD seramik kondansatör kodları

1.3.2 SMD Elektrolitik Kondansatör Kodları

SMD kondansatörler içerisinde en çok kullanılan diğer kondansatör çeşididir. Bu kondansatörler genellikle kutuplu ve çok yüksek kapasitelidir. SMD elektrolitik kondansatörlerin kapasite değeri μF cinsinden olacak şekilde rakamlarla gösterilir.

Örneğin **22 16 V** kodu kondansatörün kapasitesinin $22\mu\text{F}$, çalışma geriliminin 16 volt olduğunu ifade eder.



Resim 1-11: SMD elektrolitik kondansatörler

Bazı SMD elektrolitik kondansatörlerde ise kapasite değeri ve çalışma gerilimi değerleri kodlama ile belirtilir. Bu kod bir harf ve üç rakamdan oluşur. Birinci basamakta bulunan harf çalışma gerilimini (volt) gösterir (Tablo 1.5).

HARF	GERİLİM
e	2,5 Volt
G	4 Volt
J	6,3 Volt
A	10 Volt
C	16 Volt
D	20 Volt
E	25 Volt
V	35 Volt
H	50 Volt

Tablo 1-5: SMD elektrolitik kondansatör kodları

Rakamlar ise pikofarad (pF) cinsinden kapasite değerinin ifade eder. Bu rakamların ilk ikisi kapasite değerini, üçüncüsü ise çarpanını belirler.

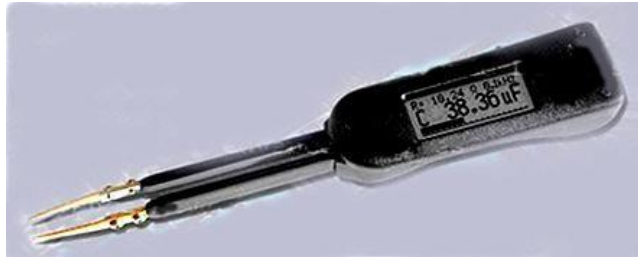
Örneğin A226 kodlu SMD elektrolitik kondansatörün çalışma gerilimi 10 volt ve kapasite değeri $226 = 22 \times 10^6 \text{ pF} = 22 \times 10^3 \text{ nF} = 22 \text{ }\mu\text{F}$ 'dir.

SMD tantal kondansatörler, SMD elektrolitik kondansatör sınıfına giren bir çeşit SMD elemandır. İki kondansatör arasındaki tek fark elektrolitik kondansatörlerde alüminyum plaka kullanılırken tantal kondansatörlerde tantalyum adı verilen madde kullanılmıştır. Ölçümleri normal alüminyum elektrolitik kondansatörler gibidir.



Resim 1-12: SMD tantal kondansatörler

Pasif SMD elemanlarının değerlerinin ölçülmesi ve sağlamlık kontrollerinin yapılabilmesi için birçok çeşit cihaz mevcuttur. Resim 1.13'de bu cihazlara örnek olarak bir cımbız RLC metre görülmektedir. Bu cihazla yardımıyla SMD elemanların direnç, kapasite ve endüktans değerleri ölçülebilir.



Resim 1-13: SMD RLC metre

1.3.3 SMD Kodlar

Yüzey montaj teknolojisinde üretilen yarı iletken devre elemanları (diyot, BJT transistör, JFET, MOSFET gibi) genellikle benzer kılıf yapılarına sahiptir. Klasik bir diyot veya transistör üzerinde ne olduğu yazılıdır ve rahatlıkla okunabilir. Ancak SMD elemanların boyutlarının küçük olması nedeniyle üzerlerinde 2 ya da 3 basamaklı karakterlerden oluşan kod bulunur.

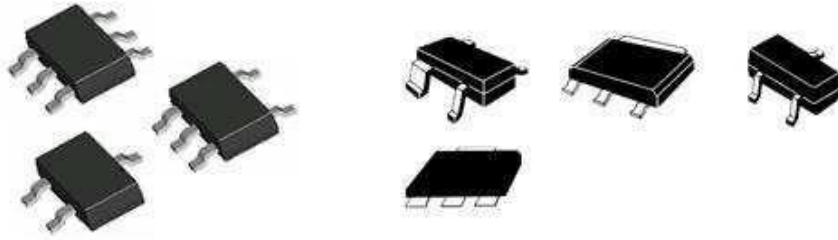
Bir SMD elemanı tanımak için üzerlerinde yazan kodun ne anlama geldiğini iyi bilmek gerekir. Ancak SMD eleman üzerinde yazan kod elemanı tanımlamak için yeterli değildir. Çünkü farklı SMD elemanlar aynı kodu üzerlerinde barındırabilir. Bu durumda SMD elemanın kılıf yapısı ayırt edici olur. İki farklı SMD elemanın kodu aynı olsa da kılıf yapısı aynı olmaz. Bu nedenle bir SMD elemanın ne olduğunun anlaşılabilmesi için ilk olarak kılıf yapısına bakılır.

SMD diyotlar en çok SOD (Small Outline Diode) ve MELF (Metal Electrode Face Bonding) kılıf yapılarında üretilir.



Resim 1-14: SOD ve MELF kılıflar

SMD transistörler ise en çok SOT (Small Outline Transistore) kılıf yapılarında üretilir.



Resim 1-15: SOT kılıflar

SMD elemanın kılıf yapısı belirlendikten sonra SMD kod tablosu yardımıyla eleman üzerinde yazan kod tespit edilir. SMD kod tablolarına *internet* üzerinden ulaşılabilir.

Kod	Malzeme Adı	Üretici Firma	Bacak Tipi	Kılıf Yapısı	Elemanın Özelliği ve Standart Eleman Karşılığı
1	2SC3587	Nec	CX		nnp RF ft10GHz
1	BA277	Phi	I	SOD523	VHF Tuner band switch diode
1 (red)	BB669	Sie	I	SOD323	56-2.7 pF varicap
10	MRF9411L	Mot	X	SOT143	nnp Rf 8GHz MRF941
10	1PS59SB10	Phi	C	SOT346	30V 0.2A schottky diode
10A	PZM10NB2A	Phi	A	SOT346	dual ca 10V 0,3W zener
10V	PZM10NB	Phi	C	SOT346	10V 0,3W zener

Tablo 1-6: SMD kod tablosu (1 ile başlayan kodların bir kısmı)

1.4 SMD Malzeme Lehimleme ve Sökme Elemanları

SMD elemanların lehimlenmesi veya sökülmesinde hava, sıcak hava üfleyici veya bunların tümünü üzerinde barındıran SMD Rework istasyonları kullanılır.

1.4.1 Havya

Geleneksel lehimleme elemanıdır. SMD elemanlarının lehimlenmesi işleminde sıcaklık ayarlı, hassas havya istasyonları kullanılır. Havya ile yapılacak lehimleme işleminde uygun havya ucunun seçimi önemlidir.

SMD elemanlar küçük boyutlu oldukları için kullanılacak havya ucu da ince olmalıdır. Aksi hâlde lehimleme işlemi sırasında elemanın bacakları arasında kısa devreler oluşabilir. Ancak havya ucunun çok ince seçilmesi ise sıcaklığın transferini ve dolayısı ile lehimin erimesini zorlaştırır. Bu nedenle havya ucu olarak lehimleme işleminde SMD elemanın bacak boyutlarına uygun en büyük uç seçilmelidir.



Resim 1-16: Havya uçları

SMD elemanlar, kılıf yapılarına bağlı olarak farklı farklı bacak yapısına sahiptir. Her SMD elemanın bacak yapısına uygun havya ucu ile lehimlenmesi ve özellikle sökülebilmesi için SMD elemanın kılıf yapısına uygun özel uçlar kullanılmalıdır. Bunlar yuvalı, dörtgen, tünel ve spatula tipli uçlardır.

- **Yuvalı uç:** Direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük SMD elemanlar için,
- **Dörtgen (Quad) uç:** Dört tarafında da bacakları olan kılıf yapısına sahip SMD entegreler için,
- **Tünel (tunnel) uç:** Bacakları iki yanda dizili olan kılıf yapısına sahip SMD entegreler için,
- **Spatula tipli uç:** SMD entegreler söküldükten sonra kalan lehim artıklarını lehim emme fitili ile temizlemek için kullanılır.

Normal havyelerin dışında SMD elemanların sökülmesi ve monte edilmesi için cımbız havyeler kullanılır.



Resim 1-17: Cımbız havya

Cımbız havya isminden anlaşılacağı üzere hem cımbız hem de havya vazifesi görür. Cımbız havya ile SMD elemanın sökülmesi işleminde havya özelliği ile lehimi eritilir ve cımbız özelliği ile elemanı yerinden kolaylıkla sökülür. Cımbız havyelerinde SMD elemanın özelliğine uygun uçları vardır.

1.4.2 Sıcak Hava Üfleyici

SMD elemanların sökülmesinde kullanılan cihazdır. Sıcak hava üfleme işlemi için ayarlı sıcak hava istasyonları, sıcak hava tabancaları veya SMT rework istasyonları kullanılır.



Resim 1-18: Sıcak hava üfleyici

Sıcak hava üfleyicilerde sıcaklık ayarı ve hava akış hızının ayarı için iki düğme bulunur. Sıcak hava üfleyicide hava akış hızı sökülecek SMD elemanın; boyutuna, baskı devre ile temas ettiği yüzeyin büyüklüğüne, etrafındaki malzemeler ile yakınlığı ve sıklığına göre ayarlanır.

SMD elemanın kılıf yapısına uygun olarak havya ucu seçildiği gibi sıcak hava üfleyici aparatın ucu da seçilmelidir. Sıcak hava üfleyici uçlarına “nozzle” denir.



Resim 1-19: Nozzle uç

SMD elemanın kılıf yapısına uygun nozzle ucunun seçilmesi sıcak havanın geniş alanlara yayılarak karta hasar vermesinin önüne geçilmesini sağlar.

1.4.3 SMD Rework istasyonu

Hem havya hem de sıcak hava üfleyicisini üzerinde barındıran cihazlardır. Bu cihazların üzerinde ayrıca vakum pompası da bulunabilir.



Resim 1-20: Vakum pompası

Vakum pompası hem havya hem de vakum özelliğine sahiptir. Bu özelliği sayesinde değdiği noktanın lehimini eritir ve bir düğme aracılığı ile eritilen bu lehim vakumlayarak içine çeker. Vakum pompası, sökülen SMD elemanların geride bıraktığı lehim artıklarını temizlemek amacıyla kullanılır.

1.4.4 Baskı Devre Ön Isıtıcı (Preheater)

Baskı devre üzerinde bulunan büyük boyutlu bir SMD elemanın lehimlenebilmesi veya sökülebilmesi için gerekli sıcaklığa ulaşmak uzun sürebilir. Bu ısıtma işlemi baskı devreye, etrafında bulunan malzemelere (özellikle yarı iletken devre elemanlarına) veya lehimlere

zarar vererek arızalar oluşturabilir. Baskı devrenin fazla ısınmasını önlemek amacıyla baskı devre ön ısıtıcı kullanılır.

Resim 1-21: Baskı devre ön ısıtıcı



Baskı devre ön ısıtıcı, baskı devre üzerinde yapılacak herhangi bir lehimleme veya sökme işleminden önce baskı devreyi ısıtmak için kullanılır. Bu işlem sayesinde baskı devrenin belirli bir sıcaklığa gelmesi sağlanır. Böylece eleman üzerine uygulanacak az ısı ile lehimin erime sıcaklığına ulaşılır. Ön ısıtma işlemi sayesinde lehimleme hataları azalmış olur. Piyasada sıcak havalı ve ışıklı olmak üzere iki türü vardır.

1.4.5 Yardımcı Araçlar

- **Fluks:** Lehimlenecek metal yüzeyin üzerindeki oksit tabakasını temizleyen ve lehimleme sırasında sıcaklıktan dolayı oluşabilecek yeni oksitlenmeleri engelleyen kimyasal bir bileşiktir. Ayrıca ısının daha kolay iletilmesini sağlar. Bu sayede lehim yüzeye daha iyi yayılır.
- **Lehim:** Kalay ile başka bir metalin belli oranlarda alaşımından meydana gelir. Lehimin erime sıcaklığı, kalay ile başka bir metalin alaşım oranına göre değişir. Erime sıcaklığının artması, çalışma sıcaklığının artması ve lehimleme ve sökme işleminde uygulanan ısının artması anlamına gelir. SMD elemanların montajında genellikle 0,5 veya 0,75'lik lehim telleri kullanılır.
- **Krem lehim:** Sabit oranlarda homojen olarak karıştırılmış, tam küresel, yumuşak lehim parçacıkları ve yapılacak uygulamanın özelliğine göre seçilmiş fluks karışımlarıdır. Krem lehim fluks içerdiğinden ayrıca fluks uygulanması gerekmez. QFP ve QFN kılıf yapındaki entegreler için kullanılır.
- **Cımbız:** Lehimleme ve sökme işlemi sırasında SMD elemanı tutmak için kullanılır. SMD elemanların bozulmaması için antistatik cımbızlar kullanılır.
- **Lehim emme teli:** Esnek, örgülü fluks emdirilmiş bir iletkenidir. SMD elemanların sökülmesi işleminden sonra “pad”lerdeki fazla lehimlerin temizlenmesi için kullanılır.
- **Elektronik mikroskop veya mercekle:** Lehimleme işleminden sonra bir kısa devre

veya açık devrenin olup olmadığının kontrolü için kullanılır.

- **Temizleyiciler:** Lehimleme veya sökme işlemi sonrasında baskı devre üzerinde kalan fluks artıklarının temizlenmesi için kullanılır. Bunlar izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan çözücülerdir. Temizleyiciler devreye fırça yardımıyla uygulanır

1.5 SMD Elemanı Lehimleme

Direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük kılıf yapısına sahip SMD elemanlar havya veya sıcak hava üfleycisi kullanarak devreye monte edilir.

Küçük kılıf yapısına sahip SMD elemanların devreye lehimlemesinde ilk olarak havya ile lehimleme yöntemi kullanılır. Ancak havya ile lehimleme yönteminde SMD elemanın havya ısısı ile bozulmaması için ayarlı havyalar kullanılır. Havya ucunun ısısı baskı devre üzerinde kullanıldığı bölgeye ve SMD elemanı özelliğine göre ayarlanır.

Kaliteli bir lehim için dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri de havyanın lehimle olan temas süresidir. Lehim erimesini tamamladıktan sonra havya fazla bekletilmemeli ve çekilmelidir.

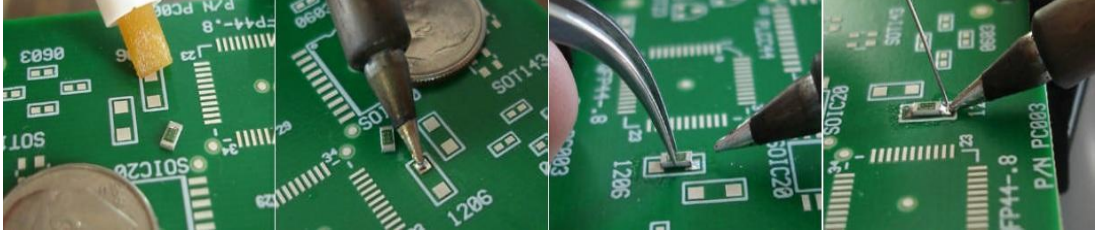
Sıcak hava kullanarak lehimleme yönteminde baskı devre üzerindeki diğer malzemelere lehimin etkisi olabilir. Lehim, baskı devre üzerinde ısı farklılıkları nedeniyle baskı devrenin bozulması ve ısı nedeniyle elemanlardan birinin sökülmesi gibi hatalara neden olabilir. Bu nedenle sıcak hava ile lehimle yöntemi havyanın yetersiz olduğu durumlarda kullanılmalıdır.

1.5.1 Havya ile lehimleme

SMD elemanın yerleşeceği ve bacaklarının lehimleneceği yüzey (“pad”ler) fluks yardımıyla temizlenir. Eğer kullanılacak lehim teli fluks içeriyorsa yüzeyin fluks ile temizlenmesine gerek yoktur.

Fluks ile temizlenen “pad”lerden bir tanesine havya yardımıyla lehim verilir. SMD eleman cımbız yardımıyla baskı devre üzerinde yerleştirileceği konumda tutulur ve daha önce lehim verilen “pad”e denk gelen bacak, rampa oluşturacak şekilde doldurularak lehimlenir. SMD elemanın diğer bacakları da havya yardımıyla rampa oluşturacak şekilde doldurularak lehimlenir.

SMD elemanın bacaklarında bulunan lehimler elektronik mikroskop veya mercek ile incelenerek oluşan hatalar düzeltilir.



Resim 1-22: Hava ile lehimleme

Baskı devrede yüzeyinde bulunan fluks artıkları fırça yardımıyla izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenir.

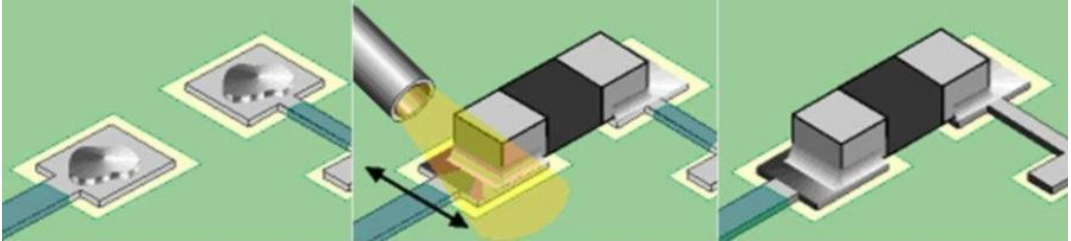
1.5.2 Sıcak hava üfleyici ile lehimleme

SMD elemanın yerleşeceği “pad”lere ince bir tabaka krem lehim sürülür. Krem lehim bulunmadığı durumlarda “pad”ler öncelikle fluks ile temizlenir ve hava ile bir miktar lehim uygulanır.

SMD eleman baskı devre üzerine cımbız yardımıyla düzgün bir şekilde yerleştirilir.

Sıcak hava üfleyicisine SMD elemana uygun nozzle uç takılır ve SMD elemana uygun üfleyicinin sıcaklık ve hava akış hızı ayarlanır.

Sıcak hava üfleyicisi lehimlenecek bacağına uygulanır. Lehim erime sıcaklığına ulaştığında sıcak hava üfleyicisi çekilir ve baskı devrenin soğuması beklenir.



Resim 1-23: Sıcak hava kullanarak lehimleme

SMD elemanın bacaklarında bulunan lehimler elektronik mikroskop veya mercek ile incelenerek oluşan hatalar düzeltilir.

Baskı devrede yüzeyinde bulunan fluks artıkları fırça yardımıyla izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenir.

1.6 SMD Elemanın Lehimini Sökme

Direnç, kondansatör, diyot, transistor gibi küçük kılıf yapısına sahip SMD elemanlar cımbız hava, çatal uçlu hava veya sıcak hava üfleyicisi kullanarak devreden sökülür.

1.6.1 Cımbız hava ile sökme

Sökülecek SMD elemanın bacaklarına fluks sürülür. Cımbız hava uçları arasındaki mesafe SMD elemanın kılıf yapısına uygun hâle getirilir.

Cımbız havya uçları SMD elemanın bacaklarına uygulanır. Lehim erime sıcaklığına ulaştığı anda SMD eleman baskı devre üzerinden çekilerek, sökülerek alınır. Bu işlem sırasında lehim tam erimeden SMD elemanı sökülmemeye çalışılmamalı ve devre “pad”lerine gereğinden fazla ısı uygulamamaya dikkat edilmelidir.



Resim 1-24: Cımbız havya ile SMD eleman sökme

SMD elemanın söküldüğü “pad”lerde kalan lehim artıkları vakum pompası veya lehim emme teli yardımıyla temizlenir.

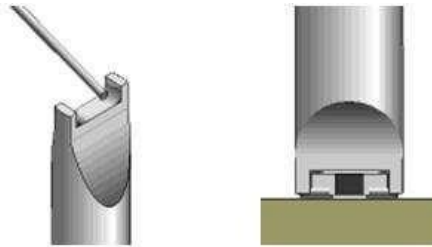
Baskı devrede yüzeyinde bulunan fluks artıkları fırça yardımıyla izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenir.

Sökülen SMD elemana ait “pad”lerin ve “pad”lere ait yollar elektronik mikroskop veya mercek ile incelenerek oluşan hatalar düzeltilir.

1.6.2 Çatal uçlu havya ile sökme

Sökülecek SMD elemanın bacaklarına fluks sürülür. SMD elemana uygun çatal havya ucu seçilir ve ısıtılır. Havya ucu lehim eritecek seviyeye ulaştığında boşluk kısmında lehim eritilir.

Havya ucu SMD elemanın üzerine tam oturacak şekilde yerleştirilir. SMD eleman bacaklarındaki lehim eridikten sonra havya ucu çekilir.



Resim 1-25: Çatal uçlu havya ile SMD eleman sökme

SMD elemanın söküldüğü “pad”lerde kalan lehim artıkları vakum pompası veya lehim emme teli yardımıyla temizlenir.

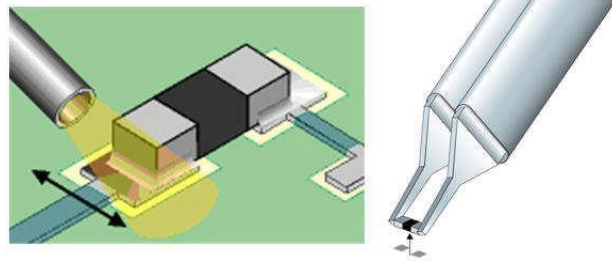
Baskı devrede yüzeyinde bulunan fluks artıkları fırça yardımıyla izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenir.

Sökülen SMD elemana ait “pad”lerin ve “pad”lere ait yollar elektronik mikroskop veya mercek ile incelenerek oluşan hatalar düzeltilir.

1.6.3 Sıcak hava üfleyici ile sökme

Sökülecek SMD elemanın bacaklarına fluks sürülür. Cımbız uçları arasındaki mesafe, SMD elemanın kılıf yapısına uygun hâle getirilir.

Sıcak hava üfleyicisine SMD elemanın kılıf yapısına uygun nozzle uç takılır. Sıcak hava üfleyicisinin sıcaklığı ve hava akış hızı SMD elemanın özelliklerine göre ayarlanır. Sıcak hava üfleyicisi sökülecek SMD elemanın bacaklarında bulunan lehim tam eritecek şekilde SMD elemanın tüm lehimleme noktalarına hareket ettirerek uygulanır.



Resim 1.26: Sıcak hava üfleyici ile SMD eleman sökme

Lehim tam eridikten sonra SMD eleman cımbız yardımıyla devreden sökülür. Bu işlem sırasında lehim tam erimeden SMD elemanı sökmeye çalışılmamalı ve devre “pad”lerine gereğinden fazla ısı uygulamamaya dikkat edilmelidir.

SMD elemanın söküldüğü “pad”lerde kalan lehim artıkları vakum pompası veya lehim emme teli yardımıyla temizlenir.

Baskı devrede yüzeyinde bulunan fluks artıkları fırça yardımıyla izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenir.

Sökülen SMD elemana ait “pad”lerin ve “pad”lere ait yollar elektronik mikroskop veya mercek ile incelenerek oluşan hatalar düzeltilir.

2 KÜÇÜK PAKET YAPILI ENTEGRELER

2.1 Küçük Paket Yapılı Entegreler

Minyatürleştirme işlemi ne kadar devreleri küçültülürse küçülsün karmaşık ve çok sayıda elemanlar büyük yer kaplayacaktır. Bu durum entegre adı verilen devre elemanları ile çözülmüştür. Direnç, kondansatör, diyot, transistor gibi çok sayıda elemanın bulunduğu bir devre aynı kılıf altında toplanarak üretilen elemanlara *entegre* denir. Entegre içerisinde bulunan devrenin uygun yerlerinden dışarıya bacaklar çıkarılmıştır. Entegre içerisinde bulunan devre metal, seramik veya plastik bir kılıfla kaplanmıştır. Bu sayede entegre içerisinde bulunan devre dış etkenlerden korunur.

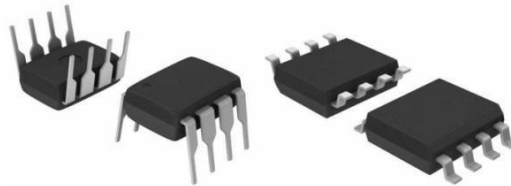
Baskı devrelerde yüzey montaj teknolojisi gelişen minyatür direnç, kondansatör, diyot, transistor gibi küçük kılıf yapısına sahip SMD elemanlar gibi entegrelerinde küçülmesini sağlamıştır. Delikli montaj teknolojisinde kullanılan entegreler de yüzey montaj teknolojisine uygun olarak küçülmüştür. Ancak bacak bağlantıları arasında farklılıklar olabilir.



Resim 2-1: THT ve SMD entegre

Yüzey montaj teknolojisinde kullanılan entegreler pek çok kılıf yapısında üretilebilir. En çok kullanılan kılıf yapıları SOIC, TSOP, PLCC, QFP ve QFN'dir.

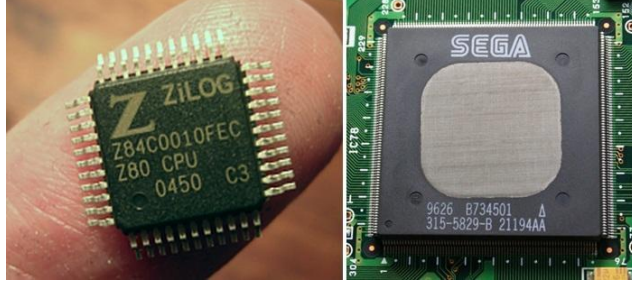
SOIC (Small Outline Integrated Circuit): Dikdörtgen kılıf yapısına sahiptir. Entegre bacakları iki yanında sıralanmış ve bacaklar martı kanadı şeklindedir. THT'de üretilen entegrelere göre %30 ile %50 oranında daha küçük ve %70 oranında daha incedir. SOIC kılıf yapısında isimlendirme yapılırken entegrenin bacak (pin) sayısına göre isimlendirilir. Eğer entegre 8 bacaklı ise SOIC-8, 14 bacaklı ise SOIC-14 gibi isimler alır.



Resim 2-2: SOIC kılıf

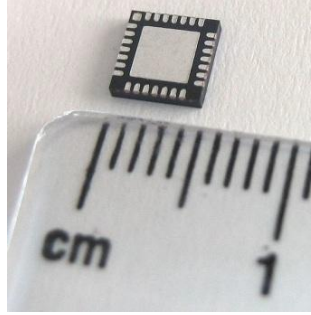
TSOP (Thin Small Outline Package): SOIC kılıflarına benzer. Aralarındaki tek fark çok küçük pin boyutlarına sahip olmasıdır.

PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier): Dikdörtgen kılıf yapısına sahiptir. Entegre bacakları entegrenin etrafında sıralanmış ve J şeklindedir.



Resim 2-3: PLCC kılıf

QFP (Quad Flat Package): Dikdörtgen veya kare kılıf yapısına sahiptir. Entegre bacakları entegrenin etrafına sıralanmış ve martı kanadı şeklindedir. Pin boyutları küçültülerek 300'den fazla pine sahip QFP kılıflar üretilmiştir. Bu kılıflara TQFP (Thin Quad Flat Package) kılıflar denir.



Resim 2-4: QFP ve TQFP kılıf

QFN (Quad Flat No-Lead): Dikdörtgen veya kare kılıf yapısına sahiptir. Entegre pinleri entegrenin etrafına sıralanmış ve bacak içermeyen bakır noktalardan oluşur. Bu pinler vasıtasıyla baskı devreye lehimlenir. QFN kılıfa sahip entegreler bacak içermediği için baskı devre üzerinde daha az yer kaplar. Ancak QFP kılıfa göre lehimlemesi daha zordur.



Resim 2-5: QFN kılıf

2.2 Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Lehimlenmesi

Küçük yapılı entegreler SMD elemanlar gibi havaya ve sıcak hava üfleyicisi yardımıyla lehimlenebilir. Bu yöntemlerinden farklı olarak küçük yapılı entegreler ışıkla lehimleme istasyonları da kullanılarak lehimlenir. Bu yöntem daha çok çipsetlerin sökülmesinde kullanılır.

Küçük yapılı entegrelerin lehimlenme işleminde entegrenin devre kartı üzerine doğru şekilde yerleştirilmesine ve hizalanmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca küçük yapılı entegrelerin montajında komşu bacaların kısa devre edilmeden lehimlenmesine dikkat edilmelidir.

2.2.1 Havya ile lehimleme

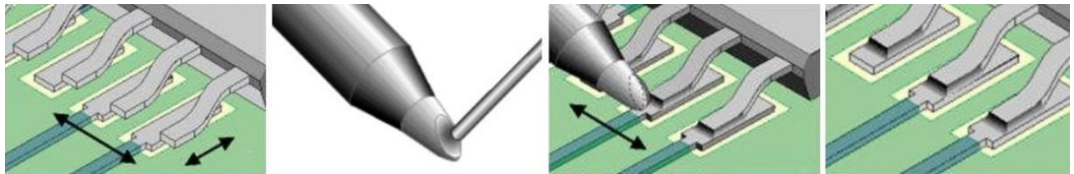
Havya ile lehimleme yöntemi martı kanadı ve J bacak tipli entegrelerin lehimlenmesinde kullanılan yöntemdir.

Küçük yapılı entegrenin yerleşeceği ve bacalarının lehimleneceği yüzey ("pad"ler) fluks yardımıyla temizlenir. Eğer lehimleme işleminde kullanılan lehim teli fluks içeriyorsa yüzeyin fluks ile temizlenmesine gerek yoktur. Ayrıca küçük yapılı entegrelerin lehimlenmesinde fluks içeren lehim telleri tercih edilir. Çünkü fluks içeren lehim teli ile yapılan lehimleme işleminde entegre bacaları arasında kısa devre oluşması minimumdur.

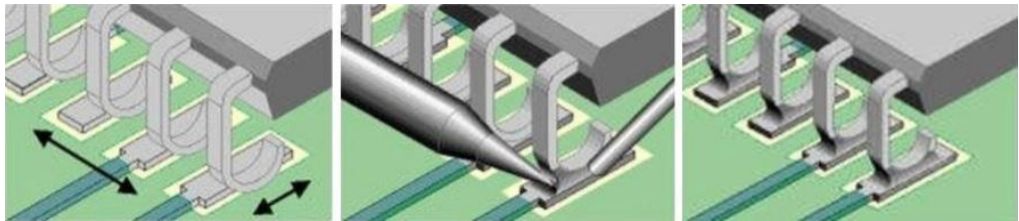
Fluks ile temizlenen "pad"lerden bir tanesine havya yardımıyla lehim verilir. Küçük yapılı entegre cımbız yardımıyla baskı devre üzerinde doğru yerleştirilerek hizalanır. Daha önce lehim verilen "pad"e denk gelen bacak lehimlenir.

Havya ile lehimleme işlemi sırasında iki farklı havya kullanılabilir. Bunlardan biri normal uçlu diğeri ise entegre bacağına uygun genişlikte kesik uçludur.

Lehimleme işlemi sırasında normal uçlu havya kullanılıyorsa önce havya ucu bacağına değdirilir ve sonra ısınan bacağına lehim telinin ucu değdirilir. Lehim tam kapladığında önce lehim teli sonra havya çekilir.



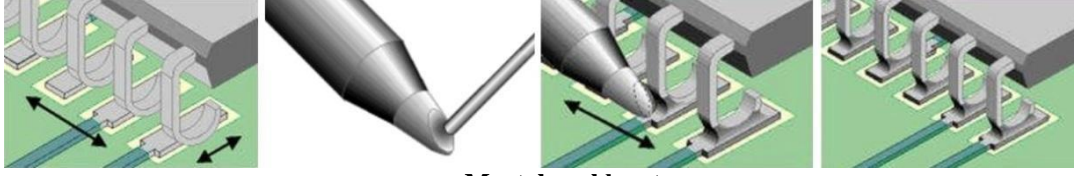
a. Martı bacaklı entegre



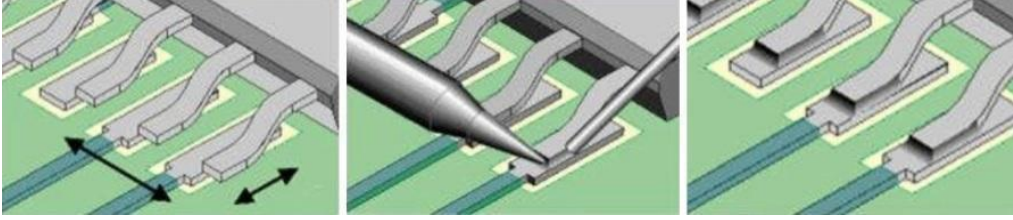
b. J bacaklı entegre

Resim 2-6: Küçük yapılı entegrenin normal uçlu havya ile lehimlenmesi

Lehimleme işlemi sırasında kesik uçlu havya kullanılıyorsa önce havya ucuna kesik kısmı dolacak kadara lehim verilir. Havya ucunda toplanan lehim entegre bacalarına uygulanır.



a. Martı bacaklı entegre



b. J bacaklı entegre

Resim 2-7: Küçük yapılı entegrenin kesik uçlu hava ile lehimlenmesi

Lehimleme işleminde önce entegrenin köşe bacakları lehimlenir. Bu sayede entegre hatasız hizalanabilir. Daha sonra sırayla diğer bacaklar lehimlenir.

Entegre bacaklarında bulunan lehimler elektronik mikroskop veya mercek ile incelenir. Entegre bacakları arasında kısa devreler varsa lehim emme teli yardımıyla temizlenerek oluşan hatalar düzeltilir.

Baskı devre yüzeyinde bulunan fluks artıkları fırça yardımıyla izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenir.

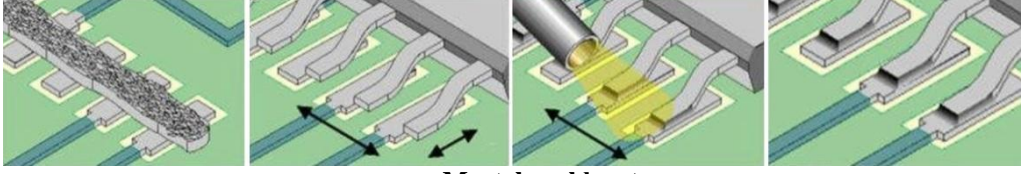
2.2.2 Sıcak hava üfleyici ile lehimleme

Sıcak hava üfleyicisi ile lehimleme yöntemiyle bütün kılıf yapıları için kullanılabilir. Küçük yapılı entegrenin lehimleneceği “pad”lere ince bir tabaka krem lehim sürülür. Krem lehimin bulunmadığı durumlarda “pad”ler öncelikle fluksla temizlenir ve hava ile bir miktar lehim uygulanır. QFN kılıf yapısına sahip entegreler için “pad”lere uygulanabilecek en az lehim uygulanır.

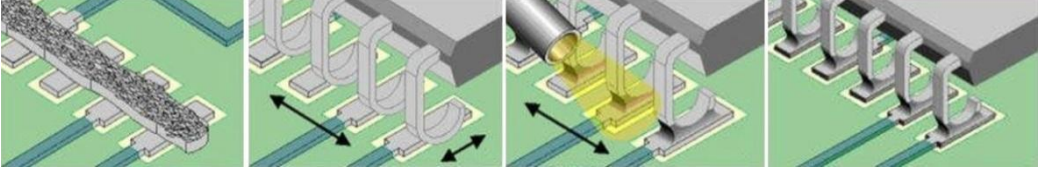
Entegre, cımbız yardımıyla baskı devre üzerinde doğru yerleştirilerek hizalanır.

Sıcak hava üfleyicisine entegrenin kılıf yapısına uygun nozzle uç takılır. Eğer entegreye uygun nozzle uç yoksa entegre bacaklarına uygun yuvarlak nozzle takılır. Sıcak hava üfleyicinin sıcaklık ve hava akış hızı ayarlanır.

Nozzle, entegre üzerine tam oturacak şekilde ve entegrenin hizalamasını bozmadan yerleştirilir ve bacaklardaki lehimin erimesi beklenir. Yuvarlak uçlu nozzle kullanılıyorsa tüm lehim birleşim noktaları üzerinde sıcak hava üfleyicisi hareket ettirilerek lehimin erimesi beklenir. Lehim erime sıcaklığına ulaştığında sıcak hava üfleyicisi çekilir ve baskı devrenin soğuması beklenir.



a. Martı bacaklı entegre



a. J bacaklı entegre

Resim 2-8: Küçük yapıli entegrenin yuvarlak nozzle uçlu sıcak hava üfleyicisi ile lehimlenmesi
Entegre bacaklarında bulunan lehimler elektronik mikroskop veya mercek ile incelenir. Entegre bacakları arasında oluşan hatalar düzeltilir.

Baskı devrede yüzeyinde bulunan fluks artıkları fırça yardımıyla izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenir.

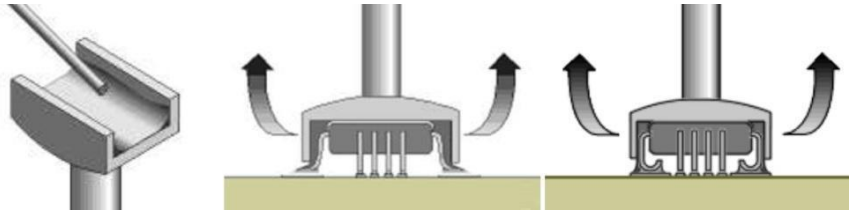
2.3 Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Lehimini Sökme

Küçük yapıli entegreler kılıf yapısına uygun yuvalı (çatal) uçlu havya veya sıcak hava üfleyicisi kullanarak devreden sökülür.

2.3.1 Yuvalı (çatal) uçlu havya ile sökme

Sökülecek entegre bacaklarına fluks sürülür. Entegre kılıfına uygun yuvalı havya ucu seçilir ve ısıtılır. Havya ucu lehim eritecek seviyeye ulaştığında yuva (boşluk) kısmına lehim verilerek eritilir.

Yuvalı havya ucu entegrenin üzerine tam oturacak şekilde yerleştirilir. Entegre bacaklarındaki lehim eridikten sonra havya ucu çekilir ve entegre çıkarılır.



a. Yuvalı (çatal) uçlu havya ile küçük yapıli entegrenin sökülmesi

Entegrenin söküldüğü “pad”lerde kalan lehim artıkları vakum pompası veya lehim emme teli yardımıyla temizlenir.

Baskı devrede yüzeyinde bulunan fluks artıkları fırça yardımıyla izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenir.

Sökülen entegreye ait “pad”lerin ve “pad”lere ait yollar elektronik mikroskop veya mercek ile incelenerek oluşan hatalar düzeltilir.

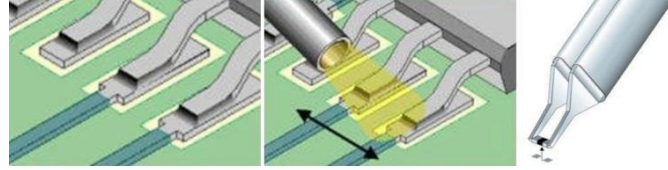
2.3.2 Sıcak hava üfleyici ile sökme

Sökülecek entegrenin bacaklarına fluks sürülür. Cımbız uçları arasındaki mesafe, entegrenin kılıf yapısına uygun hâle getirilir.

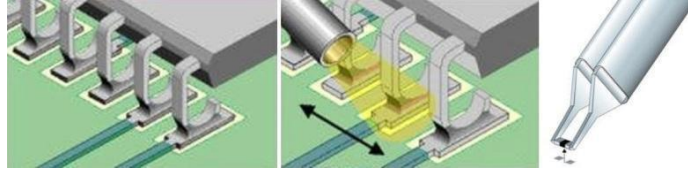
Sıcak hava üfleyicisine entegre kılıfına uygun nozzle uç takılır. Eğer entegreye uygun nozzle uç yoksa entegre bacaklarına uygun yuvarlak nozzle takılır. Sıcak hava üfleyicisinin sıcaklığı ve hava akış hızı ayarlanır.

Nozzle uç entegreye tam oturacak şekilde yerleştirilir. Sıcak hava bütün birleşim noktalarında bulunan lehim tam eriyinceye kadar uygulanır. Yuvarlak nozzle uç yardımıyla sökme işlemi gerçekleştiriliyorsa entegrenin bütün birleşim noktalarında hareket ettirilerek lehimler tam eriyinceye kadar uygulanır. Ancak birleşme noktalarındaki lehimin erime sıcaklığına ulaşma süresi entegrenin büyüklüğüne göre değişir. Bu işlemin uzun sürmesi komşu devre elemanlarının bozulmasına ve / veya baskı devrenin bükülmesine neden olabilir.

Lehim tam eridikten sonra entegre cımbız yardımıyla devreden sökülür. Bu işlem sırasında lehim tam erimeden entegrenin sökülme çalışılmamasına ve devre “pad”lerine gereğinden fazla ısı uygulamamaya dikkat edilmelidir.



a. Martı bacaklı entegre



b. J bacaklı entegre

Resim 2-10: Küçük yapılı entegrenin yuvarlak nozzle uçlu sıcak hava üfleyicisi ile sökülmesi
Entegrenin söküldüğü “pad”lerde kalan lehim artıkları vakum pompası veya lehim emme teli yardımıyla temizlenir.

Baskı devrede yüzeyinde bulunan fluks artıkları fırça yardımıyla izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenir.

Sökülen entegreye ait “pad”lerin ve “pad”lere ait yollar elektronik mikroskop veya mercek ile incelenerek oluşan hatalar düzeltilir.

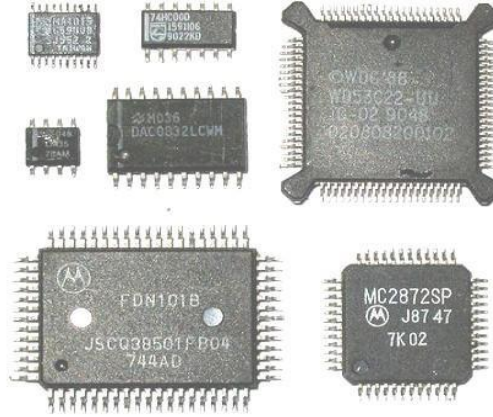
3 ÇİPSETLER

3.1 Çipsetler

Çipset (chipset) ya da yonga seti bilgisayar veya cep telefonunda kullanılan entegre çeşididir. Çipsetler sistem hakkında hemen hemen her şeyin tanımlandığı yerdir. Çipsetler anakart üzerinde bulunan temel ve bütünleşik arabirimleri yönetir ve bunlar arasındaki veri akışını sağlar.

Bilgisayar anakartlarında kullanılan çipsetler mikroişlemcinin (CPU) en büyük yardımcısıdır. Mikroişlemcide meydana gelen teknolojik gelişmeler çipsetlerde kullanılan teknolojinin de gelişmesini sağlamıştır. Ayrıca kullanılacak anakarta bağlı olarak da değişiklik gösterebilir.

Çipsetlerin üretiminde BGA kılıf yapısının türevi olan PBGA (Plastic Ball Grid Array), CBGA (Ceramic Ball Grid Array), CCBGA (Ceramic Column Grid Array), CSP / Micro BGA (Chip Scale Package) kılıf yapıları kullanılır.



Resim 3-1: Çipset çeşitleri

3.2 Çipsetlerin Lehimlenmesi

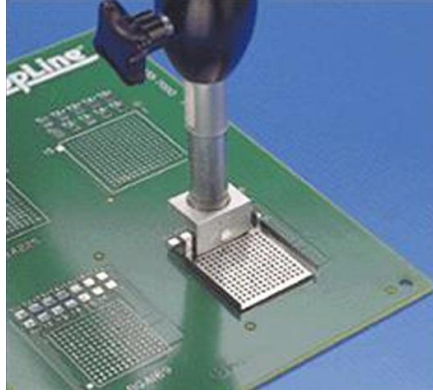
Çipsetler, BGA kılıf yapısına sahiptir. Bu nedenle çipsetler; küçük yapılu entegrelerin ve SMD elemanların lehimlenmesi yöntemlerinde olduğu gibi direkt ısı verilerek baskı devreye monte edilemez. Ayrıca çipsetlerin pin sayısının fazla olması ve pinlerin birbirlerine çok yakın olması nedeniyle baskı devre üzerindeki “pad”lere (terminallere) lehim uygulanmasında özel teknikler kullanılır. Çipsetler için özel lehim istasyonları üretilmiştir.



Resim 3-2: SMD çipset lehim istasyonu

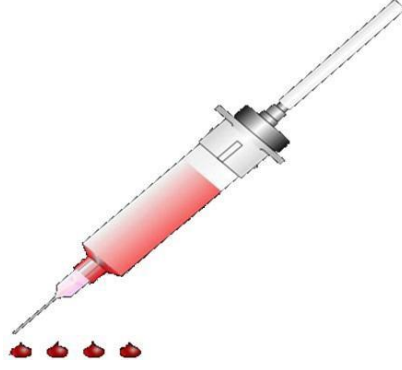
BGA kılıf yapısına sahip çipsetlerin lehimlenmesi işlemi terminallere sıvı lehim uygulanarak gerçekleştirilir. Baskı devre üzerinde bulunan terminallere şablon kullanarak veya şırınga kullanarak sıvı lehim uygulanır.

Şablon kullanımı yönteminde; çipsetin kılıf yapısına uygun, ince bir tabakadan oluşan şablonlar kullanılır. Şablon çipsetin yerleşeceği terminaller üzerine yerleştirilir ve şablon üzerinden sıvı lehim geçirilir. Böylece lehim, şablon delikleri aracılığıyla terminal noktalarına uygulanır.



Resim 3-3: Şablon yardımıyla terminallere sıvı lehim uygulanması

Şırınga kullanımı yönteminde ise terminaller üzerine şırınga yardımıyla sıvı lehim damlatılır.



Resim 3-4: Şırınga yardımıyla terminallere sıvı lehim uygulanması

Baskı devre ön ısıtıcı (Preheater) yardımıyla PCB'nin tamamı ya da bir bölgesel ısıtılır. Çipset terminaller üzerine yerleştirilmeden önce vücutta bulunan statik elektriğin çipseti bozması için topraklama yapılır. Topraklama için kullanılacak en kolay yöntemlerin başında antistatik bilezik kullanmak gelir.

Çipset vakumlu havya yardımıyla terminaller üzerine doğru şekilde ve hizalanmasına dikkat edilerek yerleştirilir.



Resim 3-5: Çipsetin vakumlu havya ile taşınması

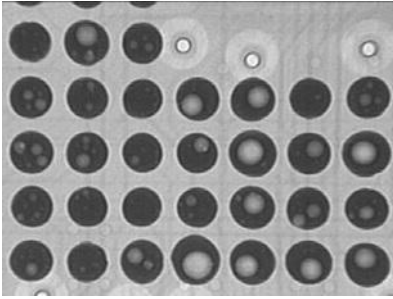
Çipset üzerine ısı uygulanarak lehimleme işlemi gerçekleştirilir. BGA kılıf yapısına sahip çipsetlerin lehimlenmesinde sıcak hava uygulama yöntemi kullanılır. Bu sayede lehimin erimesi için gereken ısı çipsete direkt uygulanmadığı için zarar vermez. Lehimleme sırasında, direkt ısı uygulamayan ısı tabancası vb. lehim istasyonları kullanılır. Lehim akışkan hâle geldiğinde sıcak hava uygulayıcısı çekilerek devrenin soğuması beklenir.



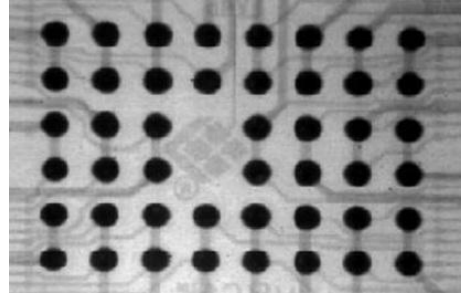
Resim 3-6: Sıcak hava uygulaması

Yapılan lehimleme işlemi görsel olarak kontrol edilir. Lehimleme işleminin görsel olarak kontrolü için X-Ray cihazları kullanılır. Çünkü lehimleme noktaları çipset ile baskı devre arasındadır. X ışınları yardımıyla lehimleme sırasında oluşan hatalar net olarak görülür.

a. Hatalı lehimleme



b. Hatasız lehimleme

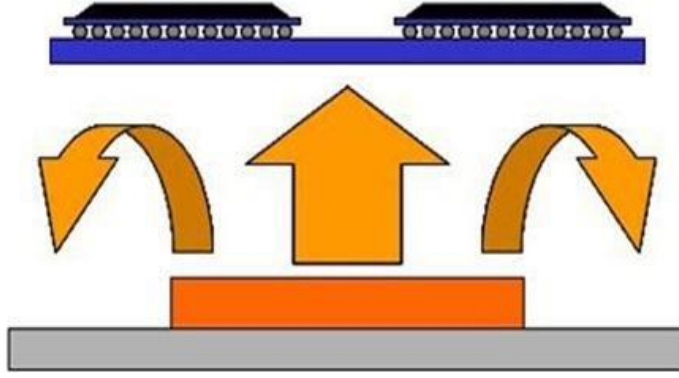


Resim 3-7: X-Ray ışını ile çipset lehimlerinin kontrolü

3.3 Çipsetlerin Lehimini Sökme

Çipsetlerin sökülmesi işleminde, lehimlenme işlemi gibi özel teknikler kullanılır. Sökme işlemi, montaj işleminin tersidir.

Çipsetin sökülme işleminde iki yöntem kullanılır. Bunlardan biri lehimleme işleminde olduğu gibi sıcak hava ısıtıcısı ile sıcak hava üflenerek sökme yöntemidir. Diğer yöntemde işleminin gerçekleştirileceği bölgenin müsait olmasına bağlı olarak alttan sıcak hava üfleyerek çipset sökülür. Böylece çipset ısıtılmamış sadece terminaller ısıtılmış olur.



Resim 3-8: Baskı devre kartın alttan ısıtılmasıyla çipsetlerin sökülmesi

Terminallerdeki lehimler tam eridikten sonra çipset vakumlu havaya yardımıyla devreden sökülür. Bu işlem sırasında terminallerde bulunan lehim tam erimeden çipset sökülmeye çalışılmamalıdır.

Entegrenin söküldüğü terminallerde kalan lehim artıkları vakum pompası veya lehim emme teli yardımıyla temizlenir.

Baskı devre yüzeyinde bulunan artıklar fırça yardımıyla izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenir.

Sökülen çipsete ait terminaller ve terminallere ait yollar elektronik mikroskop veya mercek ile incelenerek oluşan hatalar düzeltilir.

4 LEHİMLEMEDE KULLANILAN MALZEMELER

4.1 Lehim

Elektronik devrelerde bir sistemi oluşturmak için; elamanları ve tellerini birbirine tutturmak amacıyla belirli sıcaklıklarda eriyebilen tellere “lehim” denir. Lehimlerin sayesinde elektrik akımı devrelerin içerisinde elamanları çalıştıracak şekilde dolaşabilecektir. Lehim telinin özelliğine ve kalınlığına göre nerelerde kullanıldığını bu modülle öğreneceksiniz. Lehim tellerini birbirinden ayırtan özellikleri göreceksiniz.



Resim 4-1



Resim 4-2

Elektrik ve elektronik sektöründe kullanılan lehim teli kalay ve kurşun metallerinin karışımından oluşturulmuştur. Lehim telinin içerisindeki 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 işlemi
%63 Sn- %37 Pb	183	220–230	Hassas elektronik gereçler	Sızdırmalı lehimleme
%60 Sn- %40 Pb	190	240–250	Elektronik devre elamanları	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 4-1: Lehim teli ile ilgili özellikler tablosu

Elektrik-elektronik devrelerin bağlantılarının birbirine tutturulmasında yumuşak lehimleme kullanılır. Yumuşak lehimde direnç değerinin çok düşük olması, elektrik akımının iletilmesini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Lehim telleri kalınlıklarına göre de çeşitlendirilebilir. Buna göre 0,75mm-1mm-1,20mm-1,60mm çaplarında üretilebilirler. Tüp veya makara olarak piyasada satılmaktadırlar. Makaralar 100gr, 200gr veya 500gr olabilir.

4.2 Pasta

İletkenleri birbirine tutturabilmek için 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 pastası, katı durumda satılmaktadır. Erime ısıları lehime göre daha düşüktür. Bu nedenle lehimleme işleminden önce çok çabuk olarak uçucu gaz haline dönüşmektedir.

Havayla temas halinde olan bütün madenlerin üzerinde bir pas tabakası oluşur, ilk zamanlar çok ince olan bu tabaka zamanla artar ve kalınlaşır. Havadaki nem ve hava sıcaklığı bu pasın oluşmasını hızlandırır. Gözle görünmese bile her metalin yüzeyi zamanla böyle bir tabaka ile kaplanır.

Üzeri paslı olan bir metal yüzeyine lehimin yapışması zordur. Lehimleme sırasında lehim, lehimlenecek yüzeyi tam olarak ıslatmalı ve en küçük gözeneklere kadar sızmalıdır. Lehim yapılacak eleman bacağına veya yüzeyinin pastan temizlenebilmesi için lehim pastası kullanılır.



Resim 4-3: Lehim pastası (solder pasta)

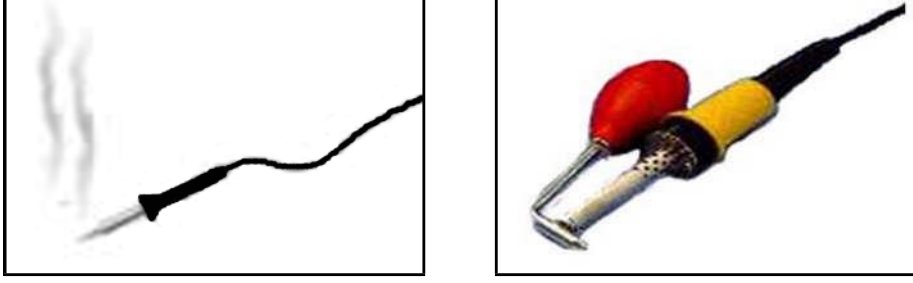
Lehim tellerini elektronik parka satan dükkânlardan satın alırken üzerinde yazan işaretlerin ne anlama geldiğinin bilinmesi gerekir. Ambalaj üzerinde etikette yazılan kodlamalar malzemenin yapısı hakkında bilgi vermektedir. Örneğin; RS (RH), 63, 0.75 A şeklinde olabilir.

Anlamı:

RS (RH): Cinsi (reçine nüveli lehim) 63: Tipi ve kalay oranı

0,75: Lehim telinin dış çapı A: Özelliği

5 HAVYA



Resim 5-1: Havya

5.1 Havya

Lehimlemede kullanılan önemli elemanlardan biriside havyadır. Elektrik ve elektronik devrelerde elemanlarını birbirine lehimlemeyebilmek 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 üretilenlerdir. Havyaların güçleri ise 5 ile 300 watt arasında değişebilmektedir. Firmaların üretimine göre bu oranlar değişiklik gösterebilir. Genel olarak havyaların güçlerine göre tablo2-1’deki gibi sıralanabilir. Havyalarda aranan özellikler arasında; çok çabuk ısınabilmesi, lehimleme esnasında herhangi bir ısı kaybının olmaması ve gövdesinin içeriden gelen ısının yalıtımlı olması sayılabilir. Havyalar genel olarak ısıtma durumuna ve yalıtım direncine göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmaya uygun olarak elektrik elektronik alanında kullanılan ısıtma durumuna göre havya çeşitlerini göreceğiz.



Resim 5-2: Kalem havya

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 5-1: Havyalar ile ilgili özellikler tablosu

5.1.1 Havya Çeşitleri:

Havyalar, görünüş ve ısıtılma şekillerine göre üçe ayrılırlar:

5.1.1.1 Kalem (Rezistanslı) Havyalar

Rezistanslı havya olarak da isimlendirilirler. Ancak, tabanca havyaya benzer modelleri de vardır. Isının havyada oluşturulması rezistansla sağlanmaktadır. Rezistans, krom-nikel telden silindirik şeklinde sarılarak elde edilir. Bu havyalar küçük güçlü olarak üretilirler. Böylece küçük akımlı büyük dirençli olarak çalışırlar.

Rezistanslı havyalar, enerji kablosu, tutma sapı ve havya ucu olmak üzere üç ana parçadan oluşmaktadır. Şekil 2-3'deki rezistanslı kalem havyaya örnektir.



Resim 5-3: Kalem (Rezistanslı) havya çeşitleri

Sanayinin içerisinde havya istasyonları elektronikçiler için kolaylık ve güvenlik sağlamaktadır. Enerji beslemesi 220Volt olmasına rağmen ısı ayarı imkânı sağlayarak çalışma güvenliği sağlarlar. Böylece havya ucundaki ısı değerini sabit tutma imkânı sağlamaktadır. Buna göre kalem havyalar ikiye ayrılır:

5.1.1.2 İstasyonlu Kalem Havyalar

Bu tip havyalar ısı ayarlı veya gerilim ayarlı olarak kullanılabilmesi için çeşitli düzenekler kullanılır. Böylece havya ucundaki ısı sabit tutulur. Güvenli bir çalışma ortamı için böyle düzenekler kullanılabilir. Ancak, her yerde kullanılmaları mümkün olmayabilir. Bir istasyon modeli olarak kabul ettiğimiz bu tip havyalar daha çok seri üretim yapan firmalarda kullanılır. Şekil 2.4'te istasyonlu kalem havyalara örnektir.



Resim 5-4: İstasyonlu kalem havya

5.1.1.3 İstasyonsuz Kalem Havyalar

Bu havyaları genel kullanıcı olarak isimlendirdiğimiz bakım ve onarım yapan küçük firmalar, hobi devreleri yapan kimseler ve öğrenciler kullanmaktadır. İstasyonlu havyalardan tek farkları, her alanda kullanılabilir olmalarıdır. Şekil 2.5'te istasyonsuz kalem havyaya örnektir.



Resim 5-5: İstasyonsuz kalem havya

5.1.2 Tabanca (Transformatörlü) Havyalar

Tabanca havyalar güçlü havyalar olup daha çok elektrikçilikte ve kalın iletkenlerin lehimlenmesinde kullanılırlar. Tabanca havyaların içinde bir transformatör mevcut olup havya ucu fek sekonder sargısının uzantısıdır. Sekonder sargısı primer sargısına göre çok az siplelidir. 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. Şekil 2-6'da tabanca havya görülmektedir.



Resim 5-6: Tabanca (transformatörlü) havya

5.1.3 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. Şekil 2-7 de gazlı havyalara örnek görülmektedir.



Resim 5-7: Gazlı kalem havya

5.2 Kalem Havya Uçları ve Bakımının Önemi

Lehimleme işlemi için havya seçiminde dikkat edilmesi gereken husus şudur: Elektronik malzemelerin çoğu ısınca 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. Şekil 2.8 kalem havya uçları görülüyor.



Resim 5-8: Kalem Havya

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.



Resim 5-9: Aparatlı kalem hava aıtılığı

Kalem havyalarda hava 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.



Resim 5-10: Kalem hava aıtılığı

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



Resim 5-11: Havya ucu temizleme teli

6 LEHİMLEME

6.1 Lehimleme ve Lehimleme Çeşitleri

Lehim, normal sıcaklıkta katı halde 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 katılaştır. 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 500oC' den düşük, sert lehimlemede 500oC' den yüksek olarak tespit edilmiştir. Lehimleme örneği şekil 3-1 de verilmiştir.



Resim 6-1: Lehimleme örneği

6.2 Lehimleme Metotları

6.2.1 Lehimlenecek Yerin Temizlenmesi

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

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

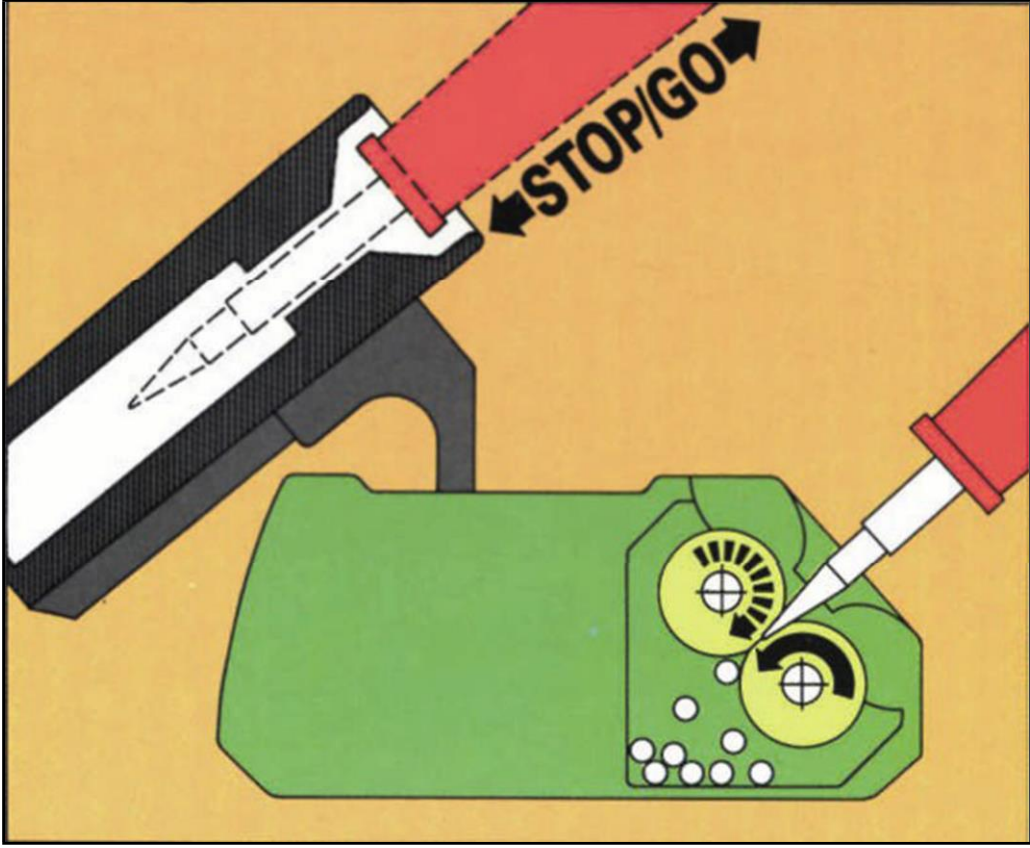


Resim 6-2

6.2.2 Lehimlemenin Yapılması

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 (şekil 3-2). 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.

Havya ucunun lehimlemeye hazırlanması: Havya ucu, ıslak temizleme süngeri üzerinde yavaşça döndürülerek temizlenmelidir. Bundan sonra havya ucunda az bir miktarda lehim eritilir. Daha sonra da havyanın ucu temizleme aparatı veya ıslak sünger üzerinde hafifçe döndürülerek lehimin ucu kaplaması sağlanır. Artık havya, lehimleme işlemine hazırdır.



Resim 6-3: Temizleme aparatı ile havya ucunun temizlenmesi

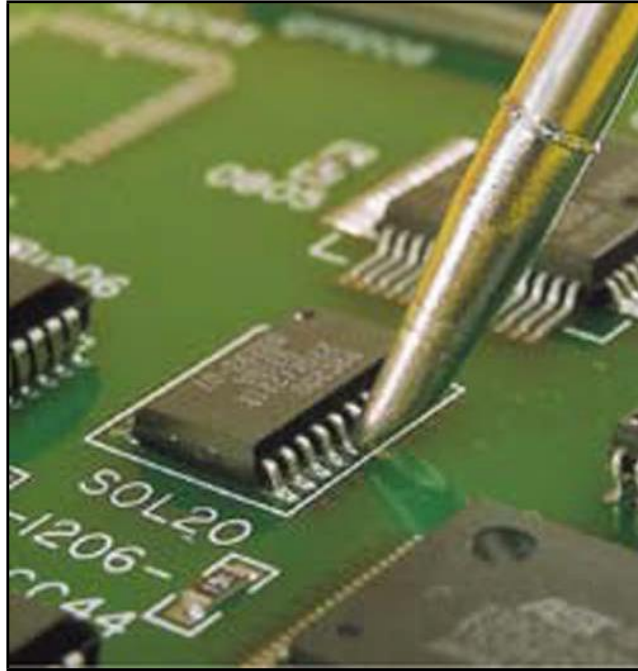
Resim 6.3'te temizleme aparatı ile havya ucunun temizlenmesi görülmektedir. Lehim yapılırken dikkat edilecek hususlar: Havyadaki yüksek sıcaklık, daha önce de belirtildiği gibi, temas halinde insanlara ve eşyalara zarar verebilir. Bu nedenle lehimleme yapılırken çok dikkatli olunmalı ve aşağıda sıralanan 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 çarpımalara neden olabilir. Havya ucunun kordona teması önlenmelidir.
- Havyanın ucundaki lehimleri uzaklaştırmak için havya ucunu herhangi bir yere vurmayınız, havada silkelemeyiniz. Aksi halde sıcak olan lehimler sıçrayarak etrafa zarar verebilir.
- Lehim erirken çıkan dumanı tenefüs etmeyiniz.
- Lehimlenen devrede herhangi bir gerilim bulunmamalıdır.

6.2.2.1 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 bekleyiniz. Bu süre içinde lehimlenen elemanlar sarsılmamalıdır.
- Baskı devre üzerinde lehimleme yapılıyorsa aşırı ısınma sonucu baskı devre kalkabilir.
- Bu durumda lehimlenen yeri aşırı ısıtmamak gerekir.



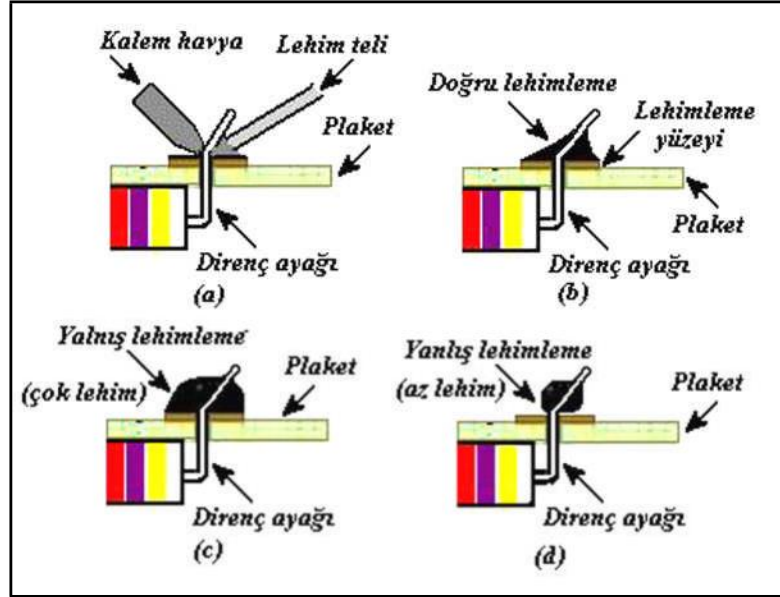
Resim 6-4

ÖNEMLİ NOT: Bazı teknisyenler lehimi 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 döz, pürüzsüz ve deliksizdir.
- Kubbemsi bir şekli vardır. Çok yaygın ya da çok sivri değildir.
- Lehimlenen malzeme bacaklarının lehimin içinde kalan bölümünün hatları fark edilir.



Resim 6-5

6.2.2.2 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 ettirilmışse lehim sağlam olmaz.
- Lehimlenecek yer iyi temizlenmemişse ortaya sağlıksız 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.

6.2.2.3 Elektronik Devre Elamanlarını (diyot, direnç, entegre vb.) Lehimlenmesi

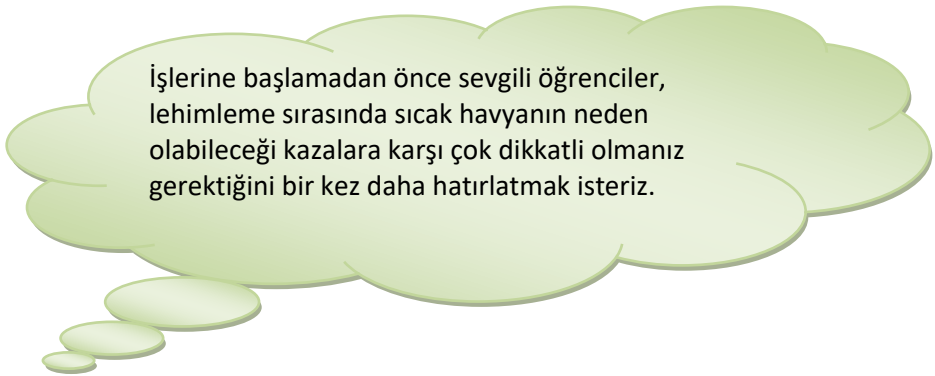
Direnç, kondansatör, transistör, diyot gibi devre elemanları bir devre oluşturmak üzere baskı devre ya da üniversal plaket üzerine lehimlenerek birleştirirler. Bu elemanların baskı devre ya da üniversal plaket üzerine lehimlenmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Öncelikle 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 lehimlenirler.
- 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.

6.3 Lehimleme Uygulamaları

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

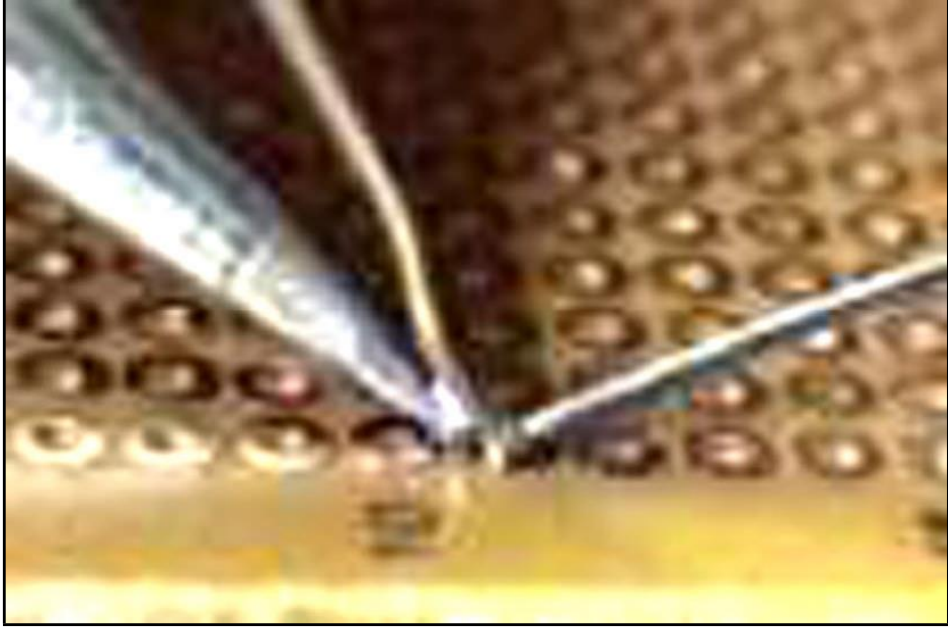
Lehimleme işlemi, elektronik devre montaj ve onarımında en önemli işlerdendir. Bu konuda beceri kazanılması çok önemlidir.



İşlerine başlamadan önce sevgili öğrenciler, lehimleme sırasında sıcak havyanın neden olabileceği kazalara karşı çok dikkatli olmanız gerektiğini bir kez daha hatırlatmak isteriz.

6.3.1 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. Şekilde üniversal plaket görülüyor.



Resim 6-6: Üniversal Plaket

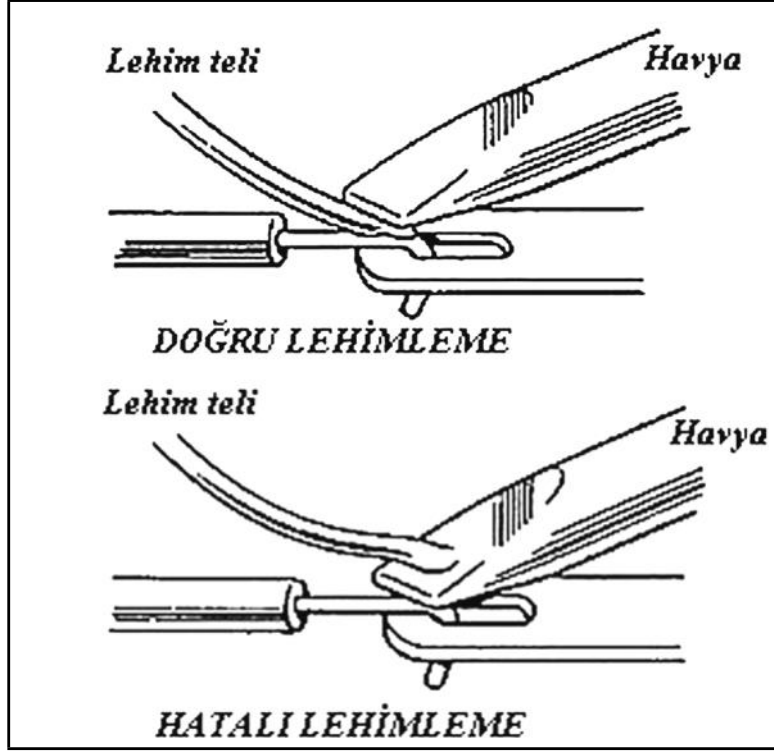
6.3.1.1 İletken Uçlarının Lehimlenmesi (Ön Lehimleme)

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.

6.3.1.2 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.



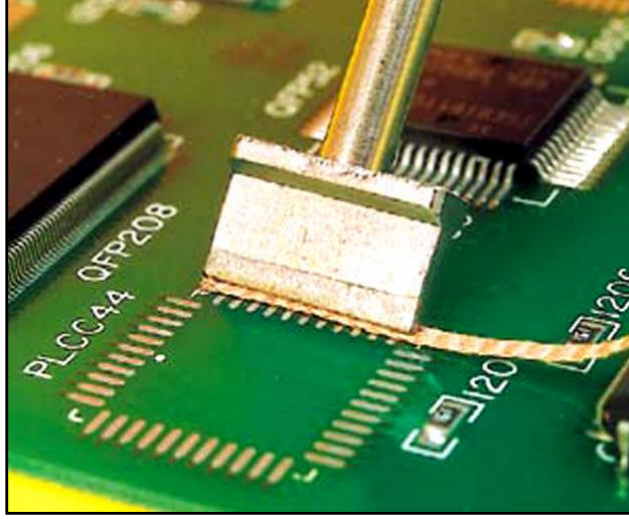
Resim 6-7

6.3.1.3 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.

6.3.1.4 Entegrelerin Plaket Üzerine Lehimlenmesi

Entegre ve entegre soketlerini tanıttıcı işaretler, nokta ve çentikler şekilde görüldüğü gibi sol tarafa, dik monte edilecekse üste gelmelidir. Şekil 3-8 de entegrelerin lehimlenmesi görülmektedir.



Resim 6-8

6.4 Lehim Sökme İşlemleri

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.

6.4.1 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 degecek 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 lehim çeker.(şekil 3-9)

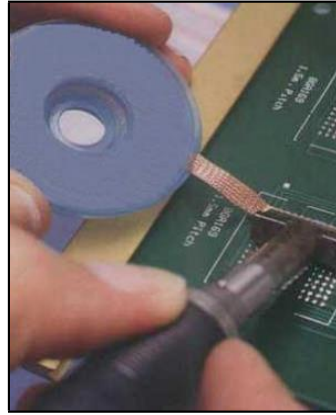
Lastik balonlu lehim sökücü havyalarda bulunmaktadır. Bu aletin havya bölümü lehim eritmeye, lastik balon kısmı ise erimiş olan lehim emilmesi işini yapar. Lehim önce aletin ucuyla ısıtılır. Lastik balon sıkılır ve havasının boşalması sağlam bırakılınca balonun içine dolan hava içeri doğru bir emme basıncı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



Resim 6-9

6.4.2 Lehim Emme Fiteli (Örgülü Kablo)

Şekilde görüldüğü gibi, pastaya emdirilmiş örgü ile lehim sökme işlemi yapılır. Lehim emme fitili, esnek, örgülü bir iletkenidir. Fitolin ucu sökülecek lehimin üstüne konulduktan sonra sıcak havya fitilin üstüne değdirilir. Eriyen lehim fitil tarafından emilecektir. Daha sonra fitil çekilir. (şekil 3.10)



Resim 6-10

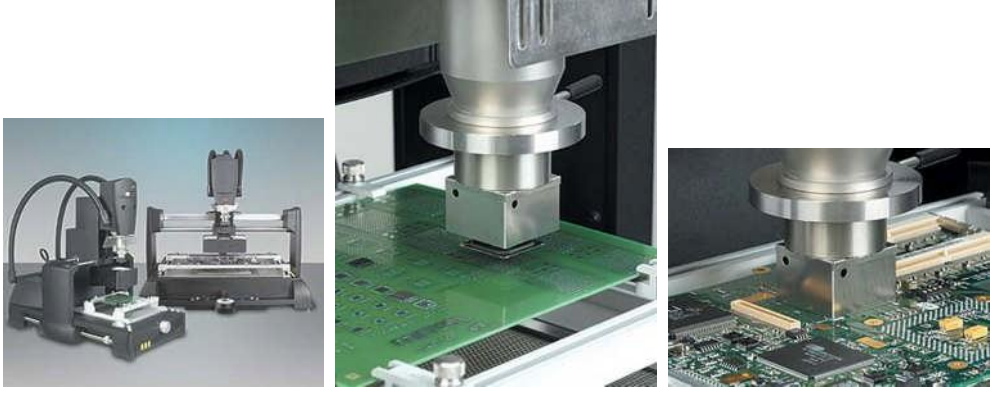
Her üç şekilde de lehim sökerken plaketin veya elemanların aşırı ısınmamasına dikkat etmek gerekir. Isınan elemanlar bozulabileceği gibi baskı devredeki bakır yollar kalkabilir.

Sökme işlemi sırasında plaketin veya elemanların aşırı ısınmasına meydan verilmemeli

6.4.3 Lehim Sökme İstasyonları



Resim 6-11 Vakumlu lehim sökme istasyonu



Resim 6-12: (a)-(b)-(c): BGA lehim sökme istasyonları



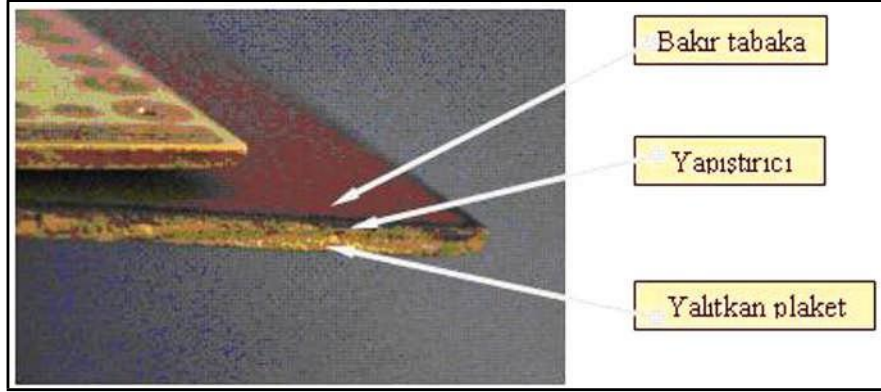
Resim 6-13: SMD lehim sökme istasyon

7 BASKI DEVRE

7.1 Baskı Devre

Elektronik devre elemanlarının üzerine yerleştirildiği ve bu elemanlar arasındaki elektriksel bağlantının bakırlı yüzde oluşturulan yollarla sağlandığı plakalara baskı devre plaketi veya kısaca baskı devre adı verilir.

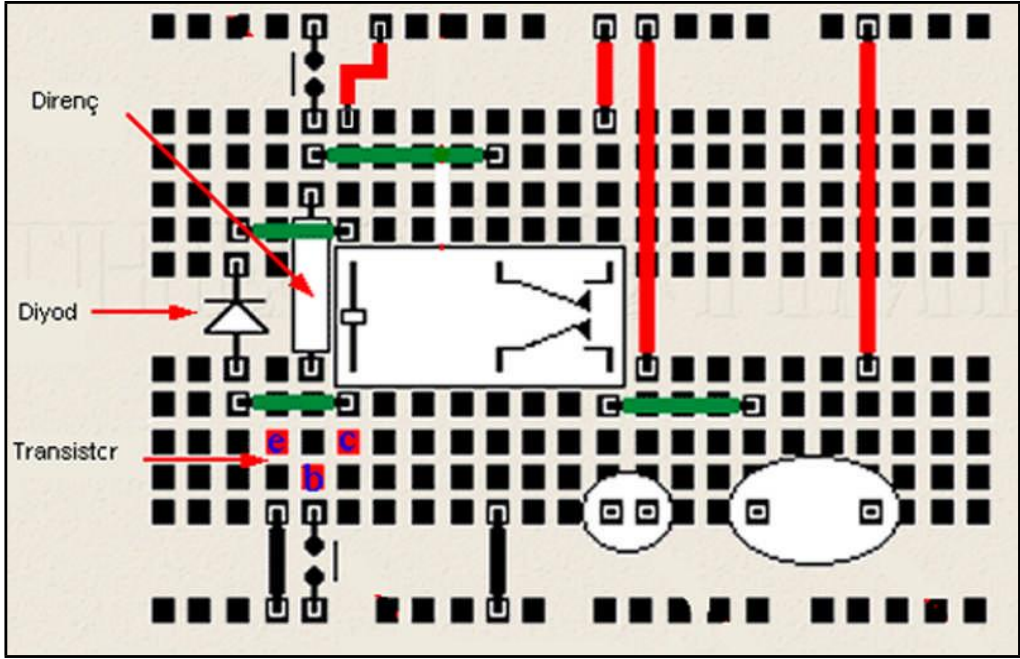
Baskı devrelerde yalıtkan plaket üzerine ince bir bakır tabakası güçlü ve dayanıklı bir yapıştırıcı ile tutturulmuştur.



Resim 7-1: Baskı devre plaketi katmanları

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. 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 onarı 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.

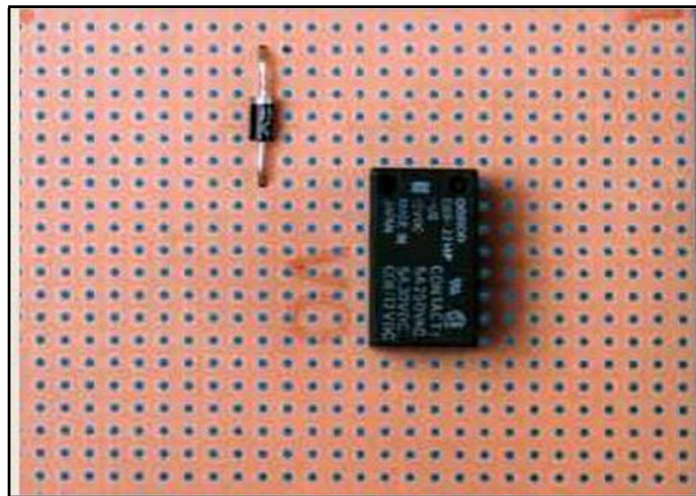


Resim 7-2

7.2 Baskı Devre Plaketlerinin Yapısı

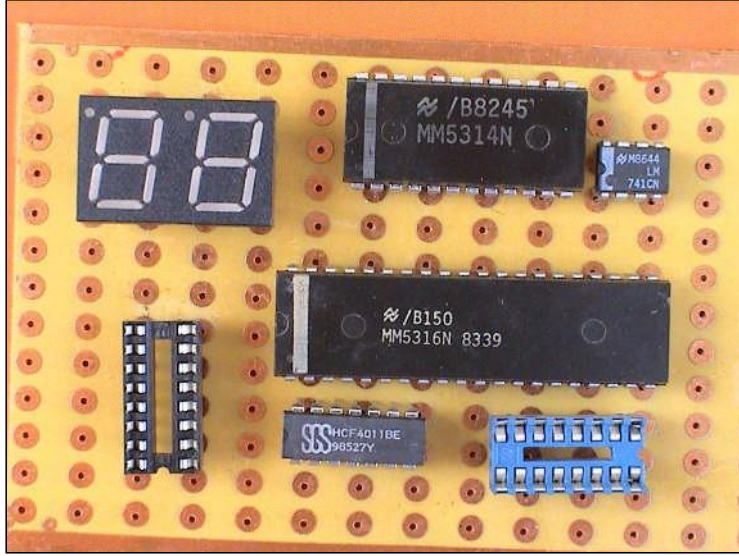
Baskı devre çizilmesi sürecine elemanların plaket üzerine yerleşim planı (şekil 4.3 şekil 4.4) yapılarak başlanır. Yerleşim planı yapılırken estetik görünüş yanında bazı teknik özelliklere de (şekil 4.5) dikkat etmek gerekmektedir. Elemanların yerleştirilmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

Devredeki elemanların boyutları göz önüne alınmalıdır. Elemanların boyutları baskı devre plaketinin büyüklüğünü de belirleyecektir.



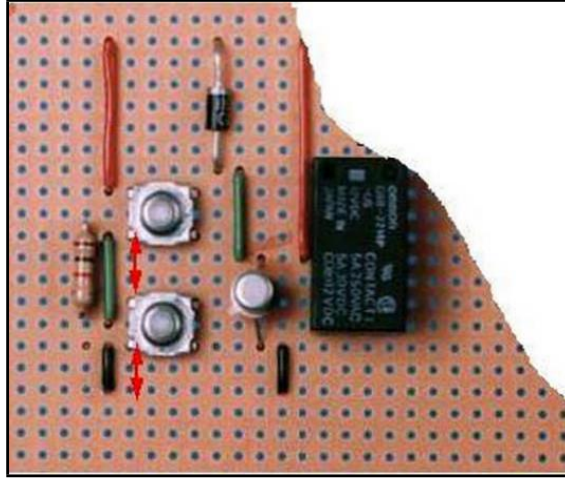
Resim 7-3

Transistor, tristör gibi elemanlar dik; direnç, diyot gibi elemanlar yatık olarak monte edileceklerdir.



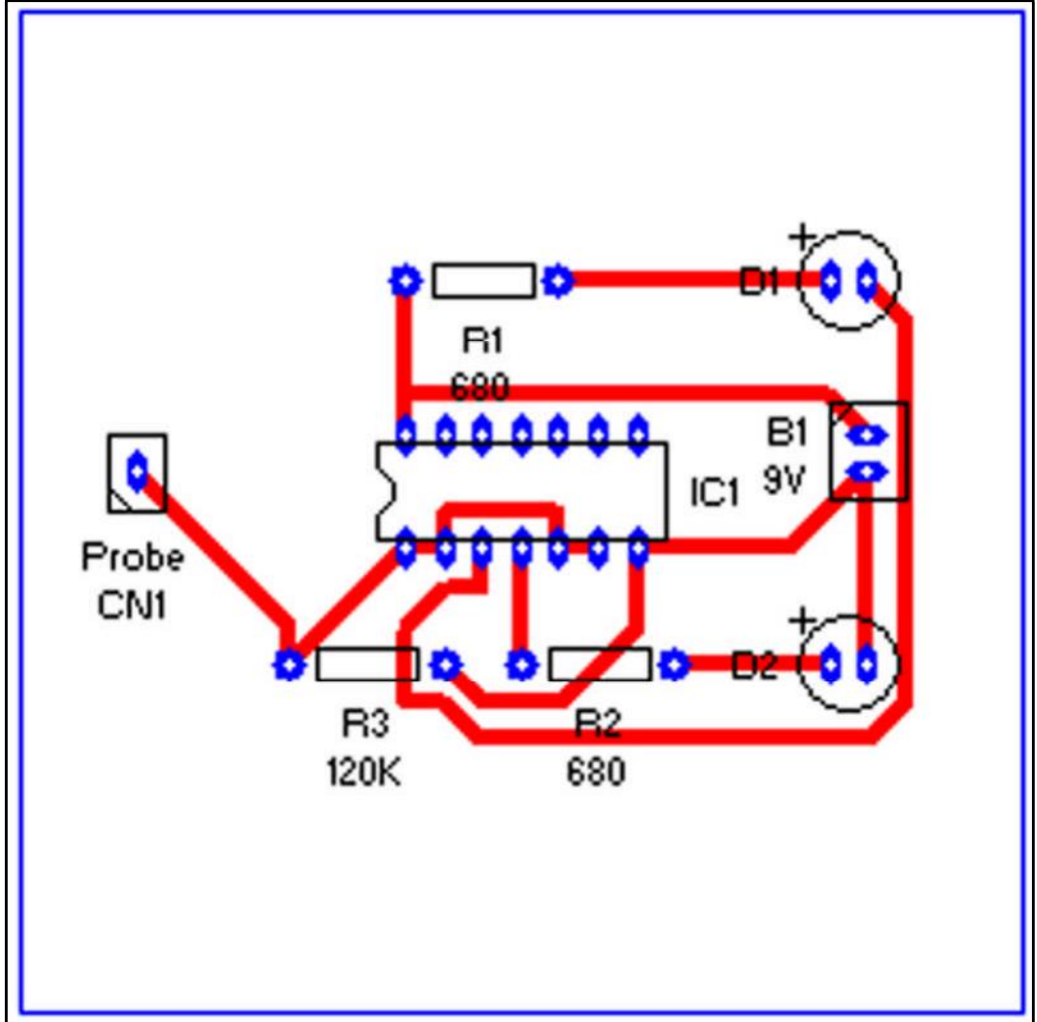
Resim 7-4

Transistor, tristör gibi üç bacaklı elemanların bacakları arasındaki mesafe çok fazla ya da çok az olmamalıdır.(şekil 4.5)



Resim 7-5

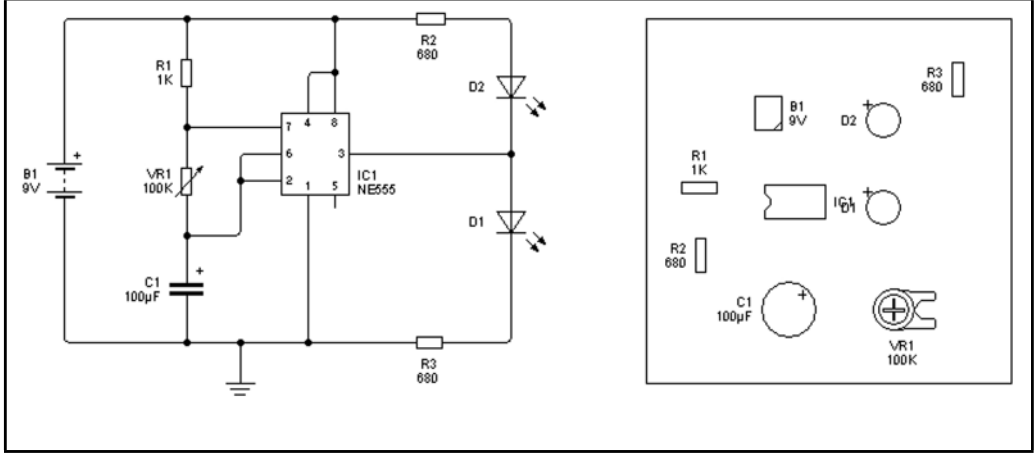
Yüksek frekanslı devrelerde birden fazla bobin varsa bunlar yan yana yerleştirilir



Resim 7-6

Yüksek güçlü transistor, triyak gibi elemanların soğutucuları da hesaba katılmalıdır. Bu hususlar dikkate alınarak mili metrik (ya da kareli) kağıt üzerine devrenin üstten görünüşü çizilecektir. (şekil 4-7) Bunu yapmadan önce devre seması baskı devreye aktarılmaya uygun olacak şekilde değiştirilir. Bu değişiklikler devrenin elektriksel bağlantısıyla ilgili değil, hatların boyları ve geçtiği yerler gibi estetiğe ilişkin ve baskı devrenin çıkarılmasını kolaylaştırıcı değişikliklerdir. Mili metrik kağıt üzerinde devrenin üst görünüşü çizildikten sonra eleman uçlarının geleceği delik yerleri işaretlenir. Deliklerin aynı hizada olmasına dikkat edilmelidir. Delikler arasına elemanların sembolleri çizilir ve elemanları birbirine bağlayan hatlar koyulaştırılır. Bundan sonra mili metrik kağıt ters çevrilir ve delik yerleriyle hatlar bu yönden çizilir. Alttan görünüş olacak olan bu görünüşün rahatça çıkarılabilmesi için kağıt, pencere camına kenarından tutturulabilir. Bu sayede üstten görünüşteki çizgi ve delik yerleri tersten çizilebilir. En son elde edilen görünüş, plaketin bakırlı yüzeyinde oluşturulacak olan

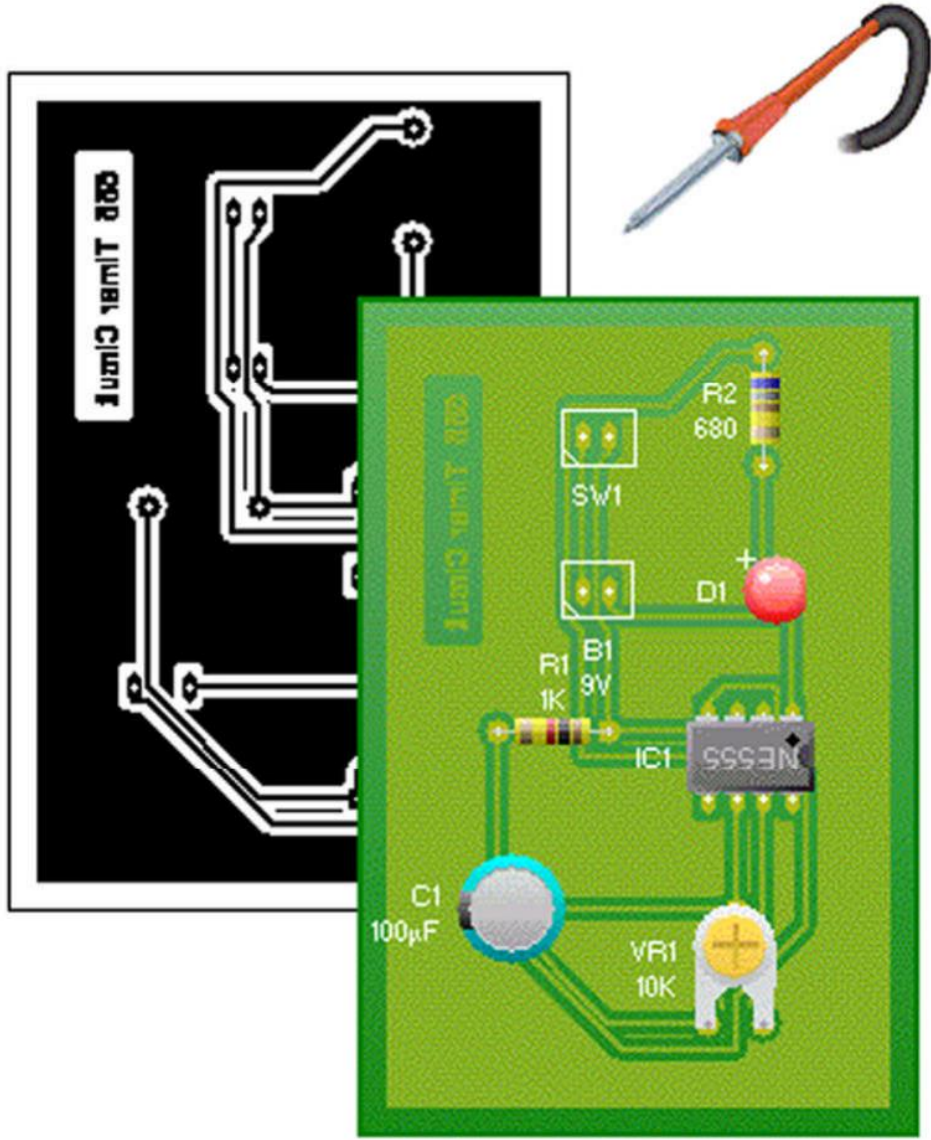
görünüştür. Buraya kadar yapılan işlem baskı devrenin alttan (bakır kaplı taraf) görünüşünün kağıt üzerine çizilmesidir. Bundan sonra yapılması gereken işlem bu şeklin bakırlı plaketin bal kaplı yüzeyine aktarılması ve bakırlı yollar meydana getirilmesidir. Şimdi de bu konuyu inceleyeceğiz.



Resim 7-7

7.3 Baskı Devresindeki Elamanların Ölçülerine Göre Plaket Boyutunun Belirlenmesi

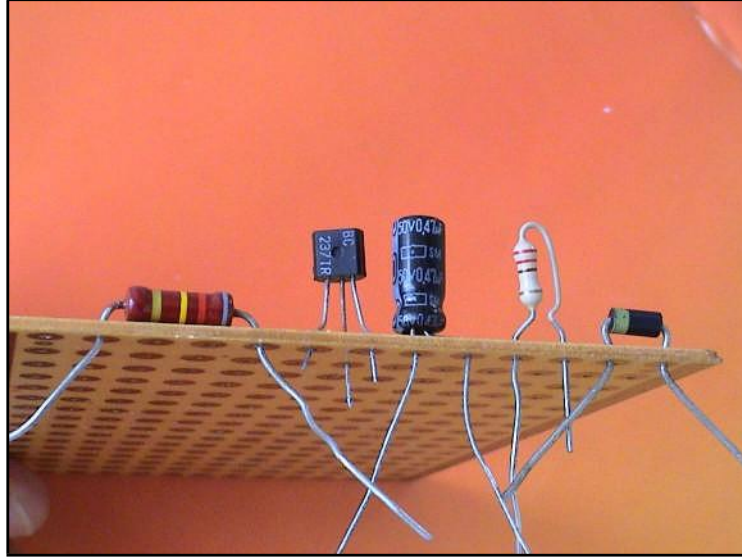
Baskı devresinin hazırlanması için devrede bulunan elektronik elemanların plaket üzerine yerleşim şekli düşünüldükten sonra gerekli sadelik sağlanarak, şema yeniden düzenlenir. Kullanılan devrenin elemanlarının gerçek boyutları ölçülerek kaydedilir. (şekil 4.8)



Resim 7-8

7.4 Yerleştirme Şekli ve Montaj Ölçülerinin Ayarlanması

Elektronik devre elemanları plaket üzerine dik ve yatay olarak monte edilir. Genelde üç ve daha çok bacaklı elemanlar, aradaki mesafe ve estetik görünüm dikkate alınarak, dik ya da yatay olarak monte edilir. Baskı devre plaketi üzerine elemanların paralel veya dik montajına karar verilmelidir. Eğer üç bacaklı elemanların arasındaki mesafe yeterli ise bacakların gövdeye bağlı olduğu ölçüde plakete takılması önerilir.(şekil 4.9)

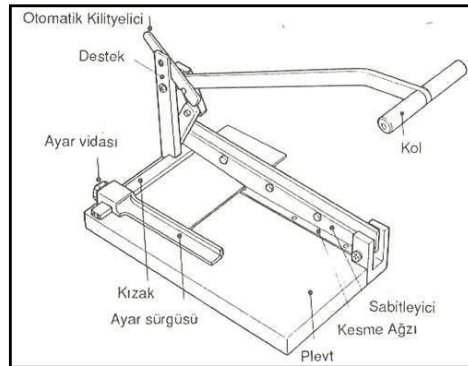


Resim 7-9

7.5 Baskı Devre Plaketinin Hazırlanması

Uygulanacak devrenin büyüklüğüne göre baskı devre plaketleri istenilen ölçülerde olmayabilir. Bunun için bu plaketleri kesmek gerekir. Kesme işleminde yeterli dikkat eğri kesimler, baskı devre plaketinde çatlama ve bakır levhada kopmalar meydana gelir. Bu olaylar devrenin çalışmamasına ve mekanik dayanıklılığın azalmasına sebep olur. Sağlıklı bir kesme işlemi için aşağıdaki metotlar kullanılır.

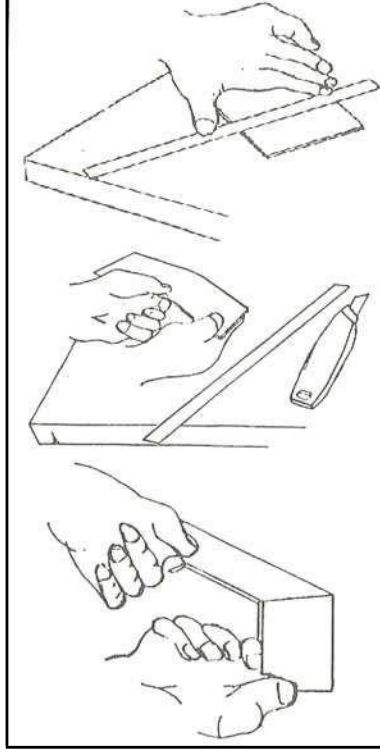
1. Giyotin makasla kesme: Sac veya presbant kesmek için kullanılan giyotin makasla baskı devre plaketi kesilebilir. Giyotin makasın emniyet kilidinin olmasına dikkat ediniz. Kesilecek plaket giyotinin kesme kapasitesinden fazla olmamalıdır. Sert ve çok kalın malzemeler kesilmemelidir. Bazı plaketler oda sıcaklığında kesilirse çatlama ve yırtıklar oluşabilir. Bunu önlemek için 50~60°C ye kadar ısıtılmalıdır. (şekil 4.10)



Resim 7-10

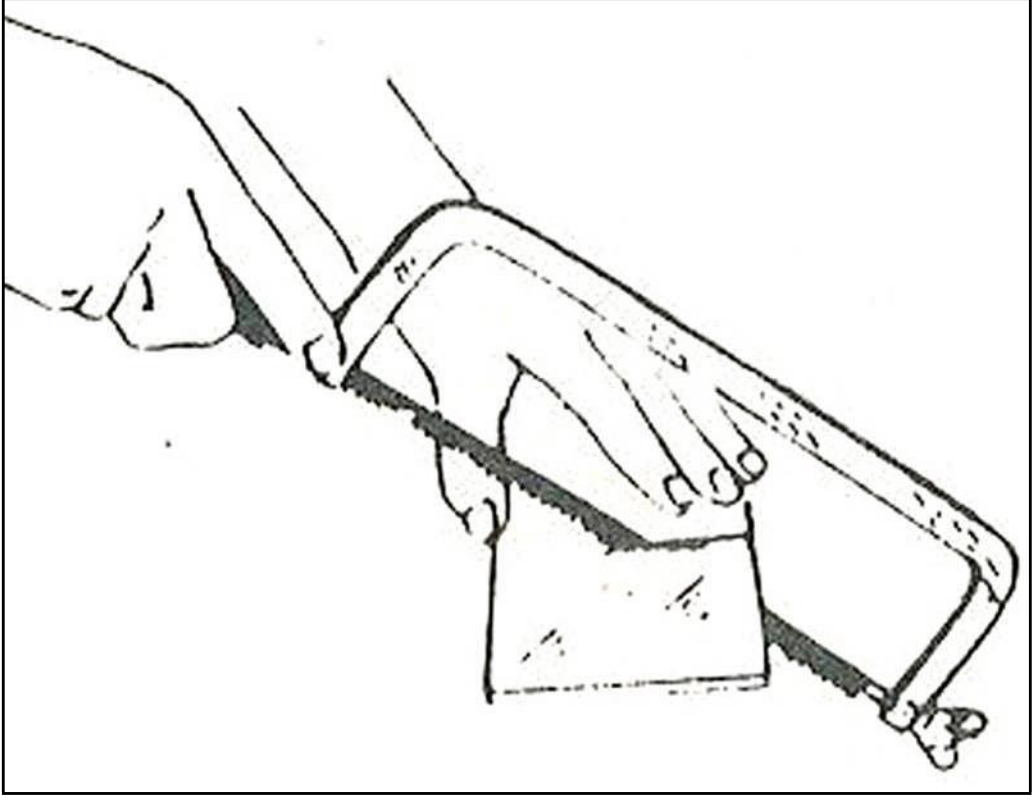
Plaketi maket bıçağı ile kesme: Plaket, özel plaket bıçağı veya maket bıçağı ile kesilebilir. Bakırlı yüzey üstte olacak şekilde masaya konur. Belirlenen ölçüde plaket çizilir. Cetvel veya

bir master yardımı ile bakır levha kesilene kadar bıçakla kendinize doğru çekilerek çizilir. Plaket ters çevrilerek aynı çizgilerden taban kısmı çizilir. Plaket hafifçe ısıtılıp plaket bükülerek kırılır. Pürüzlü kenarlar eğe kullanılarak düzeltilir. (Resim 7.11)



Resim 7-11

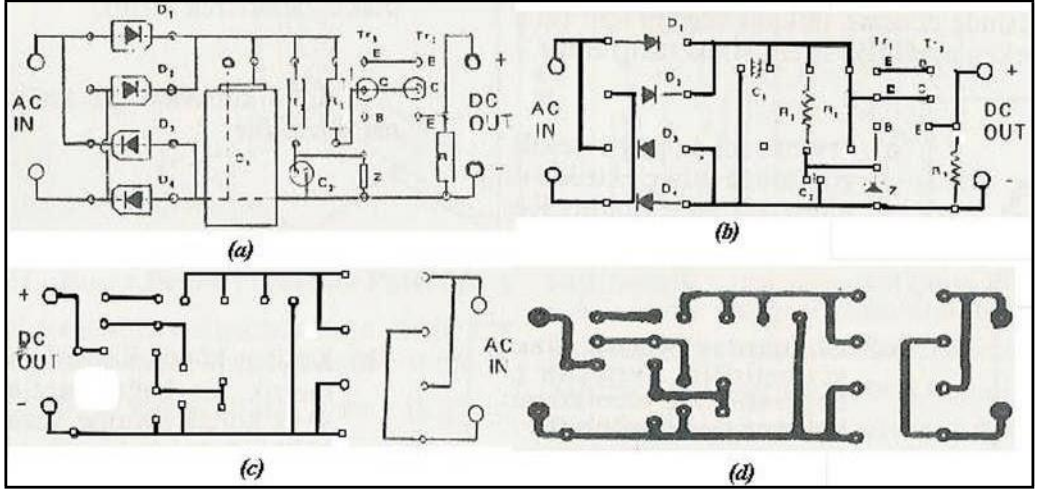
Testere ile kesme: Daha çok küçük plaketler bu yöntemle kesilebilir. Kesme sırasında demir testeresi tercih edilmelidir. Bakırlı yüzey üste getirilmelidir. Kesme hızı yavaş olmalı ve plakette zorlama, eğme, bükme yapılmamalıdır.(Resim 7.12)



Resim 7-12

7.6 Patern Çıkarmak

Baskı devre plaketi üzerine aktarılacak olan paternin çıkarılabilmesi için milimetrik kâğıt kullanılır. Devre eleman boyutları göz önüne alınarak, elemanlar milimetrik kâğıt üzerine yerleştirilir(şekil 7.13-a).Plaketin elemanlı yüzü kabul edilir. Eleman bacaklarının geleceği delik yerleri arasına semboller çizilir. Devreye uygun olarak hatlar koyulaştırılır(şekil 7.13-b). Milimetrik kâğıt ters çevrilerek, eleman bacaklarının geleceği yerler ve hatlar işaretlenip çizilir (şekil 7.13-c). Plaketin bakırlı yüzü kabul ediniz. Hazırlanan Patern uygun bir metotla bakırlı yüzeye aktarılır. Hat kalınlıkları 1,5~2 mm, bağlantı noktaları 3-5 mm olmalıdır (şekil 7.13-d).



Resim 7-13: (a)-(b)-(c)-(d)

7.7 Paternin Baskı Devre Plaketi Üzerine Aktarılması

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

1. Baskı devre kalemi metodu
2. Foto rezist metodu
3. Serigrafi metodu

7.7.1 Baskı Devre Kalemi Metodu

Kağıt 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.



Resim 7-14

7.7.2 Foto Rezist Metodu

Bu metotta devrenin bağlantı yollarının çizimi aydıngeer kağıt üzerine yapılır. Aydıngeer 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.

Aydıngeere çizilen çizgiler net ve koyu olmalıdır. Koyu olan yerler ışık geçirmeyecek şekilde tam koyu, aydıngeerin diğeer yerleri ise tertemiz ve lekesiz olmalıdır. Foto rezist metodunun pozlandırma süreci daha sonra anlatılacaktır. Foto rezist metodunda ışığa dayanıklı bir madde kullanılır. Bu madde piyasada POZİTİF 20 olarak adlandırılmakta ve bu isimle satılmaktadır. Bu yüzden bu metot POZİTİF 20 metodu olarak da adlandırılır.

7.7.3 Serigrafi Metodu

Bu metotta da devrenin bağlantı yollarının şekli aydıngeere aktarılır. Aydıngeer üzerine çizme işlemini 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 aydıngeer 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 diğeer yerlerin boyanmamasını sağlayan bir süzgeç görevi yapar.

7.8 Baskı Devreyi Plaket Üzerine Çıkarma Yöntemleri

Yukarıda sayılan yöntemlerin tümünde baskı devrenin kesilmesi, hazırlanması ve temizlenmesi süreci aynıdır. İlk iş olarak plaket çizimde belirtilen boyutlarda kesilir. Kesme işleminde mümkünse giyotin makas, olmadığı takdirde düzgün zemin üzerinde çelik metre ile maket bıçağı kullanılabilir. Kesme işleminde sırasında plaketin yüzeyi zedelenmemeli kenarları çapaklanmamalıdır. Bunun için plaket hafifçe ısıtılabilir.

Plaketin bakırlı yüzünün tertemiz, her türlü leke ve yağdan arınmış olması çok önemlidir. Bakır yüzü lavabo ovulması işleminde kullanılan maddelerden biriyle ovmak ve musluk suyuyla yıkamak gerekir. Yıkama işleminde bol su kullanılmalıdır. Bundan sonra bakır yüz temiz, kuru ve tüy bırakmayan bir bezle kurulmalıdır. Bakırlı yüzü elle temas bile lekelenmeye ve ilerde baskı devrenin hatalı çıkmasına neden olabilir. Kurulama bezi dışında, plaket saç kurutma makinesi ile de kurutulabilir (Şekil 7.15).



Resim 7-15

7.8.1 Pozlandırma

Baskı devre kalemi yönteminde pozlandırma aşamasına gerek yoktur. Pozlandırma işlemi Foto rezist yöntemiyle Serigrafî yönteminde gereklidir. Bu yöntemlerde de pozlandırma işlemi birbirinden farklıdır.

Foto rezist yönteminde pozlandırma işlemi: Bu yöntemde Pozitif 20 adı verilen spreylenmiş ve ışığa duyarlı bir madde kullanılır. Pozitif 20 maddesi kırmızı ışıkla çok az aydınlatılmış bir odada plaketin temizlenmiş ve kurulanmış bakır yüzüne yaklaşık 20 cm. bir mesafeden püskürtülür (Hemen hatırlatalım pozlandırma işleminin tümü ve bunu takip eden banyo işlemi kırmızı ışıkla hafifçe aydınlatılmış olan bu odada yapılır). Bu madde kurulduktan sonra ışık görmediği sürece bazı asitlere karşı koruyucu bir tabaka oluşturur. Püskürtme maddesiyle tüm yüzeye eşit miktarda yapılmalı, yüzey üzerinde akıntılar olmamalıdır. Yüzeyin pozitif 20 maddesiyle kaplandıktan sonra ayna veya cam gibi düz ve parlak görüntüsü olmalıdır. Pozitif 20 ile kaplanan plaket bir süre kurumaya bırakılır. Kurutma işleminde saç kurutma makinesi kullanılabilir. Bu sırada yüzeye toz v.b. yapışmamalıdır (Şekil 7 16).

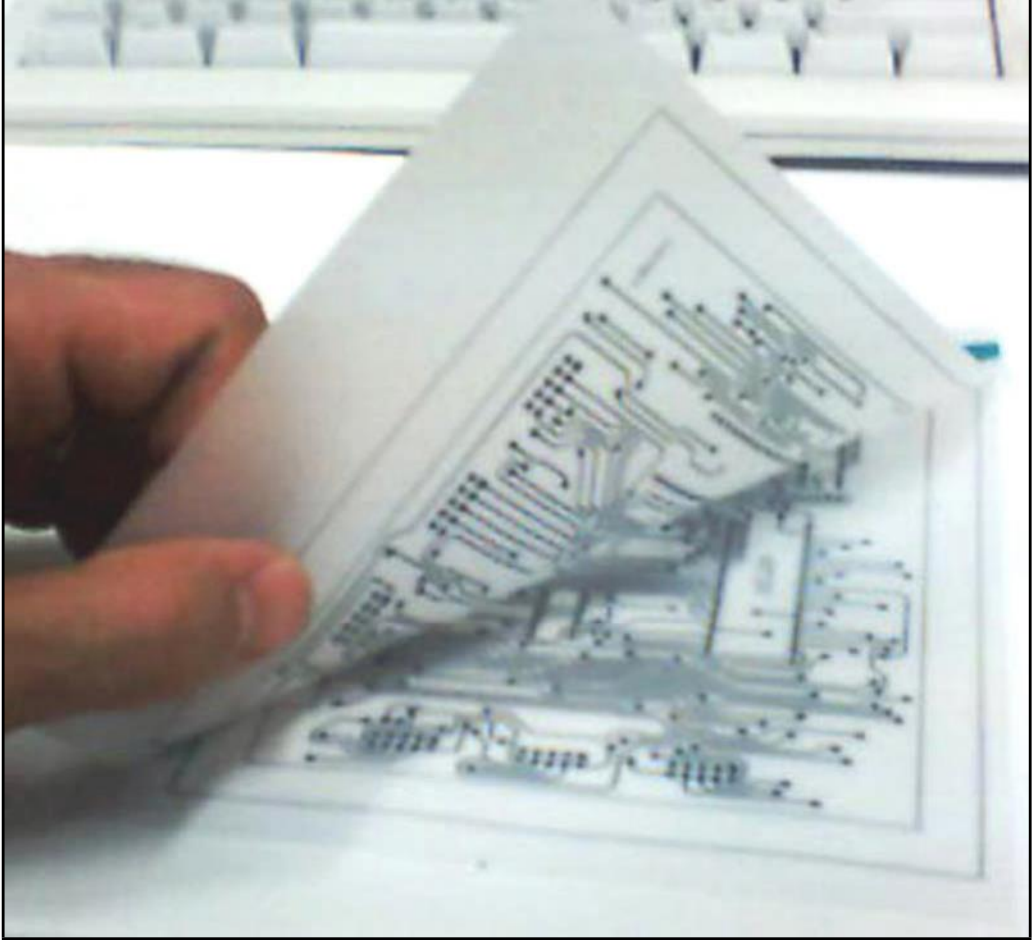


Resim 7-16: (a)



Resim 7-16: (b)

Plaket kurduktan sonra pozlandırma işlemi yapılır. Devrenin çizimi aydınlar kağıt üzerine koyu bir mürekkeple yapılmış olmalıdır. Bu çizim plaketin alttan (bakırlı yüzden) bakıldığında eleman ayaklarının yerlerini ve bu ayaklar arasındaki bakırlı bağlantı yollarının nasıl olacağını göstermektedir. Bu çizim köşeleri bakırlı plaketin köşelerine gelecek şekilde düzgün olarak bakırlı yüze yerleştirilir. Bundan sonra pozlandırma kutusu kullanılacaktır. Pozlandırma kutusu tabanı ve kenarları kapalı, üstü camla kaplı, içinde 20 wattlık 4-5 flüoresan lamba bulunan bir kutudur. Pozlandırma kutusu pozlandırma işlemi için gerekli olan güçlü flüoresan ışık kaynağı görevini yapar.



Resim 7-17: (a)

Plaket aydınlarla kaplı bakırlı yüzey aşağıya bakacak şekilde pozlandırma kutusunun tarafındaki camın üzerine konulur. Flüoresan lambaların ışığı çizimden geçerek plaketin bakırlı yüzeyine düşer. Aydınlar üzerine koyu mürekkeple çizilmiş olan bölgelerin tam arkasına gelen yerler ışık almazken şeffaf bölgelerin arkasındaki yerler ışık alır. Işık alan bölgedeki ışığa duyarlı madde koruma özelliğini kaybeder (Şekil 7-17 (a)).



Resim 7-17: (b)

Pozlandırma kutusunda ışık uygulama işlemi ışığın gücüne, kullanılan foto rezist maddenin kalitesine ve yüzeyde oluşturulan katmanın kalınlığına göre 5-10 dakika sürebilir. Güçlü flüoresan ışıkta 7 dakika yeterli bir süre olmaktadır. Bu süre sonunda ışık kesilir. Aydınlar plakete üzerinden alınır. Foto rezist yöntemde her plakete pozlandırma yapılması gerekir. Bu nedenle seri üretimler için uygun değildir. Ayrıca maliyeti de diğer yöntemlere göre yüksektir. Üstünlüğü kaliteli baskı devre elde edilebilmesidir (Şekil 7-17 (b)).

Serigrafi yönteminde pozlandırma işlemi: Serigrafi yönteminde çerçeve üzerine gerili ipek yüzey pozlandırılmaktadır. İpek ve çerçeve piyasadan ayrı ayrı alınıp ipeğin çerçeveye gerilmesi işlemi kullanıcı tarafından yapılabileceği gibi piyasada hazır olarak ipek çerçeveye gerilmiş şekilde de satılmaktadır. İpeğin birim alanda gözenek sayısının fazla olması yapılan işin kalitesini arttıracaktır. Plaketin boyutlarına uygun boyda çerçeve kullanılmalıdır. İpek yüzey ışığa duyarlı maddelerden biriyle kaplanır. Sonra pozlandırma ile aydınardaki çizim ipek üzerine aktarılır. İpek bir elek görevi yaparak yağlı boya v.b. bir koruyucu plaketin bakırlı yüzeyindeki korunması gereken yerlere aktarılmasını sağlar. Plaketin bakırlı yüzünde koruyucu maddeyle kaplanan kısımlar korunacak, diğer kısımlar çıplak bakır oldukları için eritici sıvı (asit) içinde eriyecek ve geriye sadece kalması gereken bakır yollar kalacaktır.

İpeğin ışığa duyarlı madde ile kaplanması kırmızı ışıkla hafifçe aydınlatılmış bir odada yapılır. Işığa duyarlı koruyucu madde olarak Alkaset veya Kivasal maddeleri % 90, Kromal maddesi % 10 oranında cam bir kap içersinde karıştırılır. Bu işlem de kırmızı ışıkla hafifçe aydınlatılmış odada yapılır. Karışım içersine toz v.b. girmemeli ve hava kabarcığı kalmamalıdır. Bu karışım bir çerçeveye gerilmiş olan ipek üzerine sıvanır. Rahle denilen bir araç ile karışımın ipek üzerine eşit olarak yayılması sağlanır. Saç kurutma makinesi ile ipek kurutulur. Bundan sonra pozlandırma işlemine geçilir. İpek, çerçevede gerili olduğu için bunlara uygun pozlandırma kutusu kullanılmalıdır. Pozlandırma süresi kullanılan ışığa duyarlı maddenin cinsi, kalitesi ve yüzeye sıvanan miktarıyla değişebilir. Ortalama değerler kullanılmışsa pozlandırma süresi 7-10 dakikadır. Bu süre sonunda pozlandırma kutusunun ışığı kesilir.

Bu yöntemle ipek bir kez pozlandıktan sonra çok sayıda plaketin üretiminde kullanılabilir. Üretilen plaket sayısı arttıkça birim basma maliyet düşer. Bu nedenle seri üretimde serigrafi yöntemi tercih edilir.

7.8.2 Banyonun Hazırlanması ve Banyo İşlemi

Baskı devre kalem metodunda pozlandırma ve banyo işlemleri yoktur. Foto rezist ve serigrafi yöntemlerinde de banyo işlemi farklıdır. Banyo işleminin amacı pozlandırma işlemi sonucunda plaket üzerinde kalan ışığa duyarlı maddenin gereksiz kısımlarının temizlenmesidir.

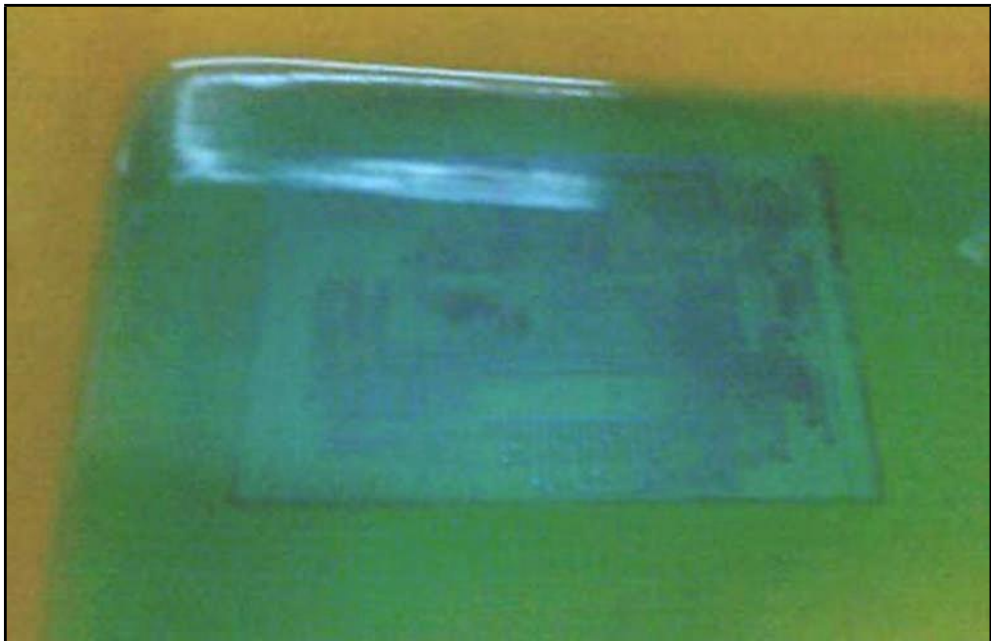
7.8.2.1 Foto Rezist Metodu

Bu yöntemde banyo sıvısı sudkostik çözeltisidir. Bir litre suya 7 gram sudkostik karıştırılır. Yaklaşık 32 C° çözelti sıcaklığında banyo 3 dakika kadar sürer. Yukarıdaki miktarlarla hazırlanan çözelti 150 cm. X 150 cm. boyutlarındaki bir plaket için yeterlidir. Banyo işlemi sonunda plaket üzerindeki katmanda aydıngeçerdekı çizimin renk değışikliği şeklinde net olarak yansıdığıının görölmesi gerekir. Yollar ve eleman ayaklarının bağlantılar aydıngeçerdekı çizimin aynısı olmalıdır. Renk değışikliği olan kısım, eritme işlemine dayanıklı bir kaplama ile kaplanmıştır. Plaket banyo sıvısından çıkarılıp su ile tekrar yıkanır. Bu aşamadan sonra plaket ışıktan zarar görmez. Ancak bakırlı yüzeyin çizilmemesine dikkat etmek gerekir (Şekil 7.18 (a)).

Bazen banyodan sonra çizimin bazı kısımlarının bakırlı yüzeyde hiç fark edilemediği görölür. Bu durumda yüzeyin temizlenmesi, ışığa duyarlı malzeme ile kaplama, pozlandırma ve banyo işlemleri tekrar yapılmalıdır.(Şekil 7.18 (b)).



Resim 7-18: (a)



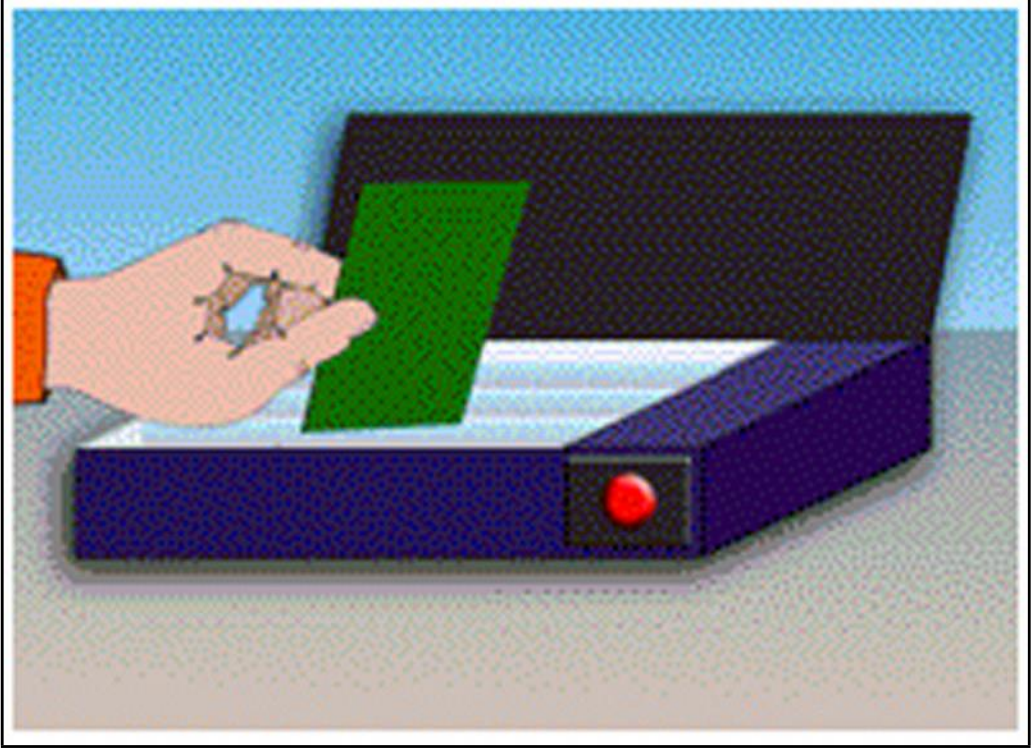
Resim 7-18: (b)

7.8.2.2 Serigrafi Metodu

Bu yöntemde banyo işlemi de oldukça basittir. Pozlandırma işleminden çıkan ipek muslukta basınçlı su altında tutulur. Bu arada ipeğin kırışmaması, delinmemesi ya da fazla gerilerek boyutlarının değişmemesi gerekir. Pozlandırma işlemi başarılı olmuşsa, banyo işleminden sonra baskı devre çiziminin ipek üzerinde aynen ve temiz olarak aktarılmış olduğu görülür. Bu durumda ipek hazır hale gelmiş demektir. İpek üzerindeki çizimin plaketin bakırlı yüzüne aktarılması oldukça basittir. İpek ve çerçevesinin altına temizlenmiş plaket yerleştirilir. Bakırlı yüz ipek tarafına bakmalıdır. İpeğin üst tarafından aside karşı dayanıklı boya dökülür. Bir araç (rahle) yardımıyla boya ipek üzerine uygulanır. İpeğin açık olan kısımlarından süzülen boya plaket üzerine geçer. İpeğin ışığa duyarlı madde ile kaplanmış ve pozlandırma esnasında bozulmamış (yani kapalı) kısımları boyanın plaket üzerine geçmesine izin vermez. Hazırlanan ipek; kullananın becerisine, çizimin ince ya da kalın hatlardan oluşmasına v.b. bağlı olarak 100 ila 1000 adet arasında plaket üretiminde kullanılabilir. Daha fazla plaket gerekliyse tamamen yeni bir ipek üzerinde aynı işlemlerin tekrarlanması gerekir. Daha önce de belirttiğimiz gibi bu yöntem seri üretimlerde en uygun olanıdır.

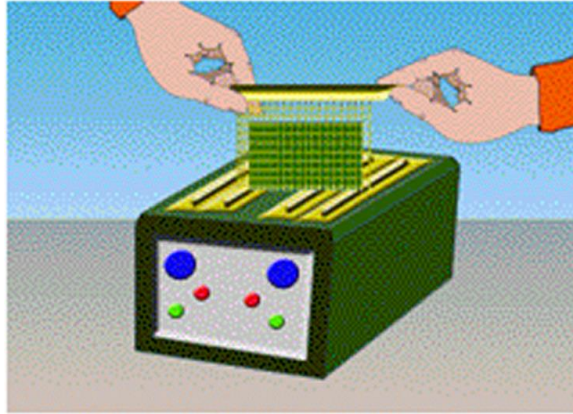
7.8.3 Eritme İşlemi

Baskı devre plakentinin bakırlı yüzünde kalması gereken bakır yollar dışındaki bakırın plaketten ayrılması işlemine eritme 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 ($FeCl_3$), amonyum persülfat ve hidrojen peroksit-hidroklorik asit karışımı sıklıkla kullanılan eriyiklerdir. Güvenli ve pratik olması bakımından bunların içinde en çok demirüçklörür kullanılır. Baskı devrelerin tek tek üretildiği birçok uygulamada eritme işlemi için uygulanan sıvı demirüçklörür ($FeCl_3$) çözeltilisidir. Demirüçklörür normalde katı halde ve çamurlaşabilen topaklar şeklinde satılmaktadır. Madde önce çekiç ile ufalanmalıdır. Ufalanmış demirüçklörür cam veya naylon bir kaptaki (leğen) ılık suya karıştırılır. Suya, eritebildiği kadar demirüçklörür karıştırılmalı, dibe çökme işlemi başlayınca durmalıdır.



Resim 7-19: (a)

Banyo işleminden çıkan plaket bu çözeltiliye daldırılır. Plaketin bakırlı yüzeyinde bir reaksiyon başlar ve ince bir tabaka oluşur. Tabakayı dağıtmak için sıvıyı sıçratmamak şartıyla kap sallanarak sıvı dalgalandırılır. İdeal olarak, gereksiz bakır yüzey tamamen eriyince işlem tamam olur. Plaketin büyüklüğüne v.b. bağlı olarak değişmek şartıyla erime işlemi yaklaşık 5 dakika sürer. Demirüçklörür çözeltilisi 40-45 C° ısıtılırsa erime işlemi daha hızlı olur. Bakırlı plaket tahta bir maşa aracılığıyla çözeltiliden çıkarılır ve hemen bol suyla yıkanır. Daha sonra bir bezle silinerek kurulanır. Tinerli bir bez ile de koruyucu madde artıkları temizlenir (şekil 7.19 (b)).



Resim 7-19: (b)

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

7.8.4 Plaketin Delinmesi

Hazırlanan baskı devresi üzerine yerleştirilecek devre elemanların bacalarının geleceği yerlerin matkapla delik açılması işlemine delme denir (şekil 4.20).



Resim 7-20

7.8.5 Montaj

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. 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 varsa bu temas keskin bir çakı veya maket bıçağı ile mümkün olduğunca dikkatli olarak giderilir. Seri üretimlerde bu işlem sadece prototip olarak üretilen ilk birkaç kartta yapılır. Kart üretimi güvenli hale geldikten sonra seri üretilen birbirinin aynı olan kartlar tek tek kontrol edilmezler.
- Montaj sırasında kullanılan elemanların şemada belirtilen özelliklerde olması gerekir. Az sayıda üretilen işlerde, elemanların sağlam olup olmadığı 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 edilmelidirler.

- 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 bunların montajında soğutucunun edilip edilmediği önemlidir. Soğutucu ile eleman arasına ısıyı iyi ileten bir macun sürülmeli, ayrıca elemanın soğutucudan yalıtılması gerekiyorsa araya ısıya dayanıklı bir yalıtıcı konur.
- Bazı elemanlar çeşitli nedenlerle kart dışında yer alırlar. Bir de kartın giriş ve çıkış bağı 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 büyüklükte olması gerekir.
- Transformator gibi ağır elemanlar çoğu kez kartın dışında yer alırlar. 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.