

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

SMD ELEMANLAR VE ÇİPSETLER
523EO0458

Ankara, 2011

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

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. SMD ELEMANLAR.....	3
1.1. SMD Elemanlar.....	3
1.2. SMD Dirençler	10
1.3. SMD Kondansatörler.....	14
1.4. SMD Bobinler	16
1.5. SMD Sigortalar	17
1.6. SMD Kodlar	18
1.7. SMD Malzeme Lehimleme ve Sökme Elemanları.....	20
1.8. SMD Elemanı Lehimleme.....	41
1.9. SMD Elemanın Lehimini Sökme	43
UYGULAMA FAALİYETİ.....	46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	55
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	56
2. KÜÇÜK PAKET YAPILI ENTEGRELER	56
2.1. Küçük Paket Yapılı Entegreler.....	56
2.2. Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Lehimlenmesi.....	61
2.2. Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Lehimini Sökme	65
UYGULAMA FAALİYETİ.....	68
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	84
MODÜL DEĞERLENDİRME	85
CEVAP ANAHTARLARI.....	87
KAYNAKÇA	88

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0458
ALAN	Elektrik-Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Haberleşme Sistemleri
MODÜLÜN ADI	SMD Elemanlar ve Çipsetler
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül SMD elemanların montaj ve demontaj işlemleri ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	SMD elemanlar ve çipsetleri söküp takmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli laboratuvar ortamı sağlandığında SMD elemanların montaj ve demontaj işlemlerini gerçekleştirebileceksiniz. Amaçlar 1. SMD elemanların monte ve demonte işlemlerini gerçekleştirebileceksiniz. 2. Küçük paket yapılı entegrelerin monte ve demonte işlemlerini gerçekleştirebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Elektrik-elektronik laboratuvarı vb. Donanım: SMD elemanlar ve çipsetler, değişik cihazlara ait PCB'ler, malzeme çantası, ayarlı havya istasyonu, ayarlı sıcak hava tabancası, solder-light, preheater, sıcak cımbız, değişik havya uçları, değişik sıcak hava tabancası uçları (nozzle), sıcak cımbız, antistatik cımbız, entegre kalıpları, SMD rework istasyonu, BGA rework istasyonu, fluks, lehim emme teli, farklı çaplarda lehim telleri, kurşunlu ve kurşunsuz lehim teli, lehim topları, krem lehim, izopropil alkol veya selulozik tiner, mikroskop veya mercek
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir. Öğretmen, modül sonunda size ölçme teknikleri uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Tüketicilerin ihtiyaçları ve gelişen teknoloji doğrultusunda, elektronik cihazlar gün geçtikçe küçülmekte ve değişik teknolojiler kullanılarak üretilmektedir. Bu hızlı değişime ayak uydurabilmek için yeni teknolojileri öğrenmek zorundayız. Bu modül, size yüzey montaj teknolojisi olarak adlandırılan ve günümüzde üretilen hemen hemen tüm cihazlarda kullanılan bir teknolojiyi tanıtmak amacı ile hazırlanmıştır.

Yüzey montaj teknolojisinde kullanılan elektronik elemanlar, aynı görevleri yerine getirmesine karşın fiziksel olarak daha küçük boyutlara ve farklı fiziksel yapılara sahiptir.

Bu modül sonunda kazanacağınız yeterliliklerle, yüzey montaj teknolojisinde kullanılan elektronik elemanları tanıyacak, monte ve demonte işlemlerinin nasıl yapıldığını öğreneceksiniz.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

SMD elemanların monte ve demonte işlemlerini gerçekleştirebileceksiniz.

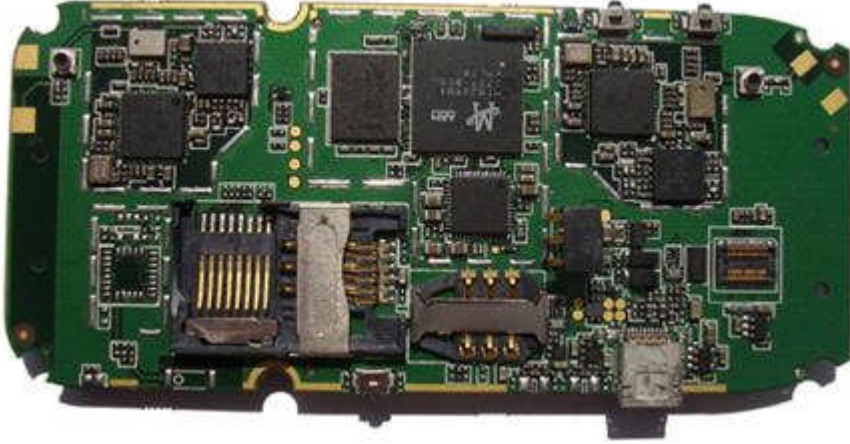
ARAŞTIRMA

- Analog devre elemanlarını araştırınız.
- Lehimleme çeşitleri ve lehimleme için gerekenleri araştırınız.

1. SMD ELEMANLAR

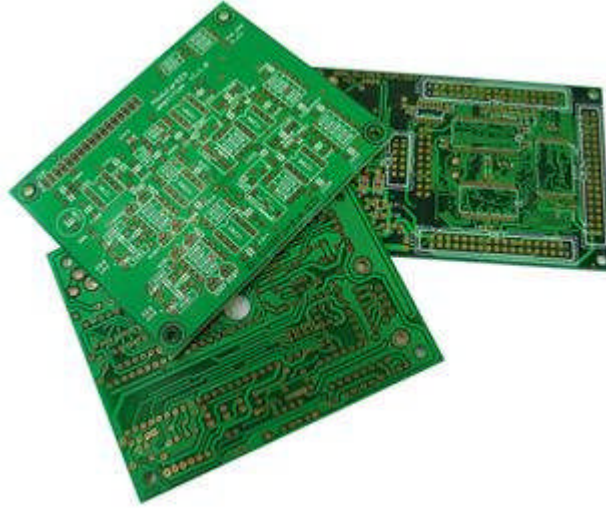
1.1. SMD Elemanlar

Cep telefonu, dizüstü bilgisayar, televizyon gibi tüm elektronik cihazlar PCB adı verilen bir veya daha fazla elektronik karta sahiptir.



Resim 1.1: PCB (Printed Circuit Board – baskılı devre kartı)

PCB elektronik devre elemanlarının yerleştirildiği yüzeyler ve bu elemanları birbirine bağlayan bakır yollardan oluşur.

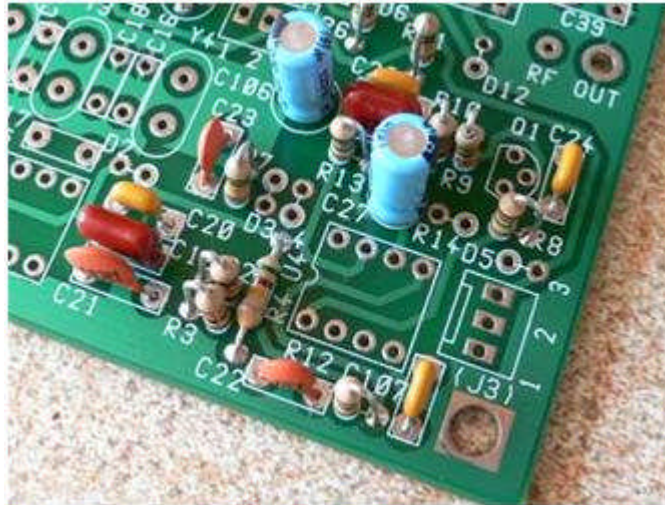


Resim 1.2: Boş PCB

Elektronik devre elemanları baskı devre kartları üzerine iki tür teknoloji kullanılarak yerleştirilir.

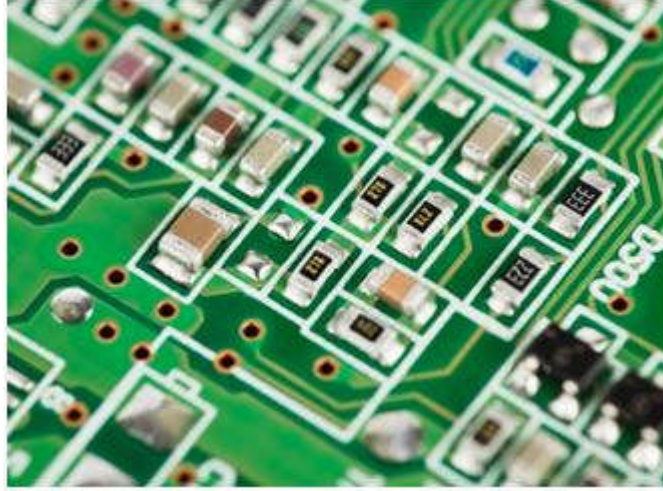
- THT (Delikli PCB)
- SMT (Yüzey montaj)

Delikli PCB teknolojisi (Through Hole Technology - THT) geleneksel üretim metodudur. Elektronik devre elemanlarının bacakları baskılı devre kartı üzerindeki deliklere yerleştirilir ve kartın diğer yüzeyinden lehimlenir.



Resim 1.3: Delikli PCB

Yüzey montaj teknolojisi (Surface Mount Technology - SMT) ise baskılı devre kartının üzerine yerleştirilen elemanların doğrudan bulundukları yüzeyde lehimlendiği üretim metodudur.



Resim 1.4: Yüzey montaj PCB

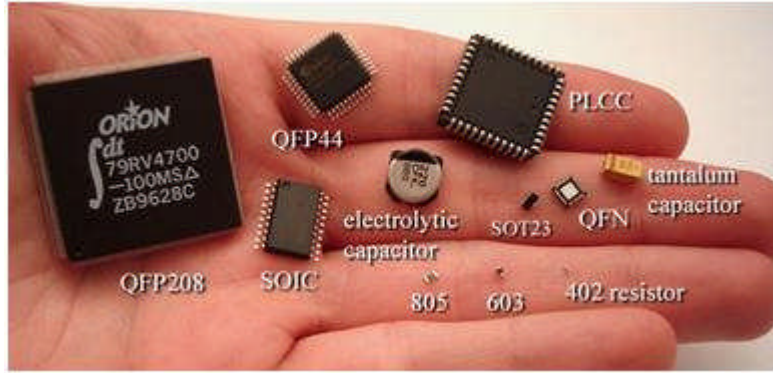
Eski baskılı devre kartları THT teknolojisi ile üretilirken günümüzde bunun yerini çoğunlukla SMT teknolojisi ile üretilen kartlar almıştır. Çünkü SMT teknolojisinde kullanılan devre elemanları bacakları çok küçük olduğu veya hiç olmadığı için THT teknolojisinde kullanılan devre elemanlarına göre çok daha küçüktür. SMT teknolojisinde kullanılan elektronik devre elemanları, yüzey montaj eleman (Surface Mount Device - SMD) olarak isimlendirilir.

SMD elemanlar ile yapılan üretim bacaklı malzemeler ile yapılan üretime göre pek çok üstünlük sağlar.

- Bacaklı elemanlara göre daha küçük boyutta ve hafiftir.
- Kartın her iki yüzüne de eleman yerleştirilebilir.
- Bacaklı elemanlardaki bacak boyları, performansı azaltabilecek şekilde direnç ve endüktans oluşturabilir. SMD elemanların bacak oranları çok küçük olduğu için düşük iç direnç ve iç endüktansa sahip olmaları, yüksek frekans devrelerinde daha iyi başarımla olanağı sağlar.
- Devre kartları delikli montajdaki deliklere ihtiyaç duymayacağı için daha ucuza mal edilebilir, bu sayede daha ucuz elektronik cihazlar üretilebilir.
- Daha az ısı üreten cihazlar yapılabilmektedir.
- Daha az güç tüketen minyatür devreler yapılabilir.
- Dizgi yapabilen robotlar ile seri imalatı daha kolaydır.
- Mekanik titreşimlere ve sallantılara daha iyi dayanıklılık sağlar.
- Daha az istenmeyen parazitik sinyallere sebep olur ve devre elemanlarını elektromanyetik girişim (EMI) ve radyo frekanslı girişimden (RFI) korumak daha kolaydır.
- SMD elemanlar kullanılarak yapılan üretimin bazı dezavantajları da vardır.
- SMT üretim daha karmaşıktır.

- El ile müdahale ve tamir imkânları, parçalar çok küçük olduğu için zordur.
- Tamir sonrasında görsel denetleme yapmak zordur.
- Devre elemanları küçük ve sık olarak devre kartı üzerinde bulunduğundan temizlenmesi daha zordur.

Bir elektronik devre elemanının gövde yapısı kılıf olarak adlandırılır. SMT teknolojisinde kullanılan tüm malzemeler, yüzey montaj teknolojisine uygun kılıf yapılarında üretilmelidir. SMD malzemelerin kılıf yapıları, JEDEC adı verilen bir organizasyon tarafından belli bir standarda bağlanmıştır.



Resim 1.5: Çeşitli SMD kılıf yapıları

Direnç, kondansatör gibi çiplerde standart isimler çoğunlukla elemanın eni ve boyunun inç veya metrik birimde yan yana yazılmasıyla verilir.

Örnek olarak 1,6 mm boyunda ve 0,8 mm enindeki çip eleman, metrik ölçü birimiyle 1608 kılıf olarak adlandırılır.

Eğer eleman bir direnç ise R1608 veya 1608R diye adlandırılır. Benzer şekilde kondansatörler 1608C veya C1608; endüktans ise L1608 veya 1608L olur.

Ancak büyük çoğunlukla SMD elemanların kılıf ölçüleri inç (1 inç=2,54 cm) olarak yazılır. Yani 1,6 x 0,8 mm boyutlarındaki bir SMD eleman, inç karşılığının 0,06" x 0,03" olması nedeniyle 0603 diye adlandırılır.

İsimlendirme inç (metrik)

01005 (0402)
0201 (0603)
0402 (1005)
0603 (1608)
0805 (2012)
1206 (3216)
1806 (4516)
1812 (4532)

En x boy (inç)

0.01" x 0.005"
0.02" x 0.01"
0.04" x 0.02"
0.06" x 0.03"
0.08" x 0.05"
0.12" x 0.06"
0.18" x 0.06"
0.18" x 0.12"

En x boy (metrik)

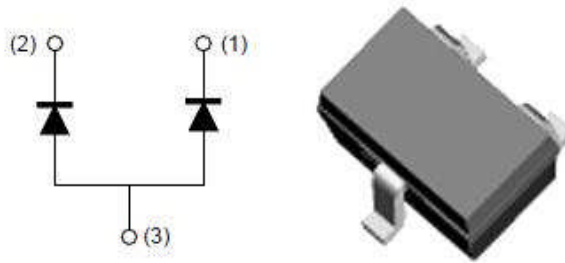
(0.4 mm x 0.2 mm)
(0.6 mm x 0.3 mm)
(1.0 mm x 0.5 mm)
(1.6 mm x 0.8 mm)
(2.0 mm x 1.25 mm)
(3.2 mm x 1.6 mm)
(4.5 mm x 1.6 mm)
(4.5 mm x 3.2 mm)



Resim 1.6: Çeşitli büyüklükte SMD elemanlar

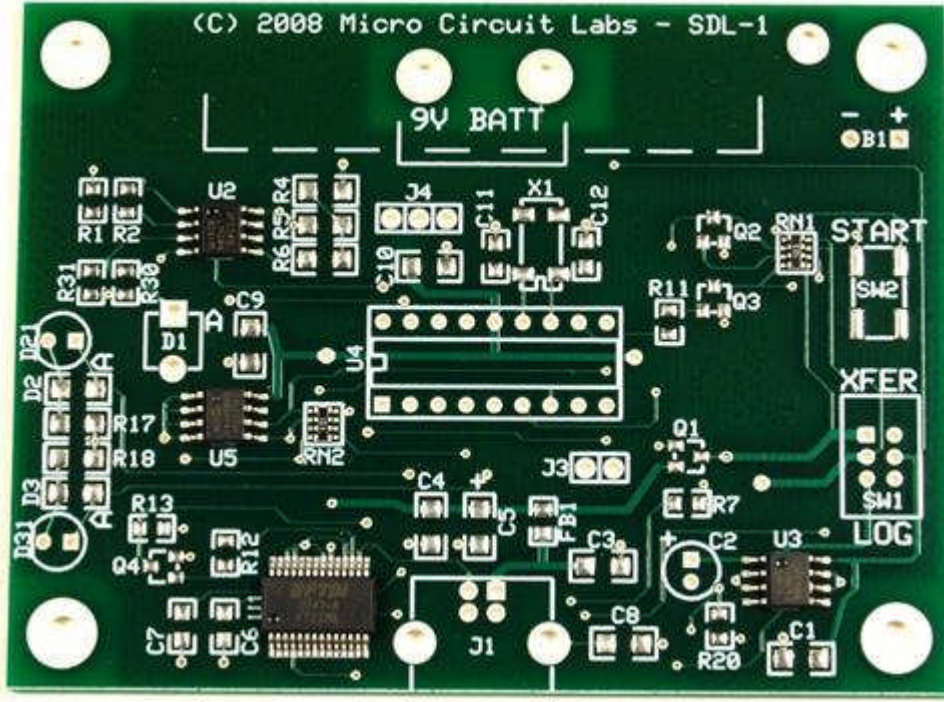
Baskı devre kartlarında kullanılan en yaygın SMD elemanlar; dirençler, kondansatörler, bobinler, sigortalar, diyotlar, BJT transistörler, “MOSFET”ler ve entegre devrelerdir.

Farklı özellikteki SMD elemanların kılıf yapıları birbirine benzeyebilir. Hatta aynı olabilir. Aşağıda transistör kılıfı içerisine yerleştirilmiş ikili diyot görülmektedir.



Resim 1.7: SOT kılıf yapısı

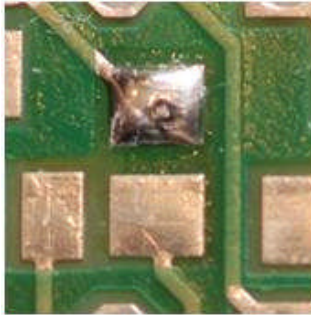
Kılıf yapısından tanınamayan bir SMD elemanın ne olduğunu anlayabilmenin en kolay yolu, PCB üzerindeki koduna bakmaktır.



Resim 1.8: PCB üzerindeki kodlar

Resimdeki PCB üzerinde kodları R ile başlayan elemanlar direnç (resistor), Q ile başlayanlar transistör (transistor), D ile başlayanlar diyot (diode), C ile başlayanlar kondansatör (capacitor), F ile başlayanlar sigorta (fuse), X ile başlayanlar kristal (xtal), U ile başlayanlar entegredir.

SMD elemanlar PCB üzerinde PAD olarak adlandırılan bakır noktalara lehimlenir.



Resim 1.9: PAD (Bakır nokta)

Yüzey montaj teknolojisinde kullanılan PCB'lerin her iki yüzüne eleman yerleştirilebildiği gibi bakır yollarda her iki yüzde yer alabilir. Günümüzde PCB içerisine de bakır yollar yerleştirilmekte ve çok katmanlı PCB'ler 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 1.10: Via

SMD elemanlar üretim esnasında PCB üzerine iki yaygın metot kullanılarak monte edilir.

- Bu metotlardan ilki krem lehim ile lehimlemedir. Bu metotta SMD malzemelerin yerleşeceği boş devre kartının yüzeyine krem lehim sürülür. Daha sonra SMD dizgi makineleri, krem lehim sürülmüş karta malzemeleri otomatik olarak dizer. Kart bu işlemten sonra fırına gönderilir. Belli sıcaklıklarda lehimlenen kart soğutularak süreç bitirilir.



Resim 1.11: SMD dizgi makinesi

- İkinci kullanılan metot, yapıştırıcı ile montajdır. Bu metotta baskı devre kartı üzerinde malzemelerin yerleşeceği yerlerin merkezlerine makineler yardımıyla veya serigrafi baskı yöntemi kullanılarak yapıştırıcı sürülür. Daha sonra SMD dizgi makineleri karta elemanları dizer. Fırında belli bir süre bırakılan kartın yapıştırıcısı kurur. En son geleneksel dalga lehimleme makinelerinde kartlar lehimlenir.

1.2. SMD Dirençler

Notebook ve cep telefonu ana kartlarında küçük boyutlu ve çok az yer kaplayan SMD dirençler kullanılır. SMD dirençler standart kılıf yapılarında üretilir.

En çok kullanılan SMD dirençler sabit değerli olanlardır. SMD sabit dirençler, genellikle siyah renkli ve yassı elemanlardır.



Resim 1.12: SMD dirençler

SMD dirençlerin üzerlerinde yer alan rakamlar, direncin değerini belirlemekte kullanılır. SMD direnç değerlerinin hesaplanması aynı karbon dirençlerin değerlerinin hesaplanması gibidir. Tek fark, renk kodları yerine doğrudan rakamların verilmiş olmasıdır. Bu işimizi daha da kolaylaştırır.

Üç basamaklı rakamlarda ilk iki rakam aynen yazılır. Üçüncü rakam çarpandır. Yani ilk iki rakama, üçüncü rakam kadar sıfır eklenir.

$$472 = 47 \times 10^2 = 4700 \, \Omega = 4,7 \, \text{k}\Omega$$

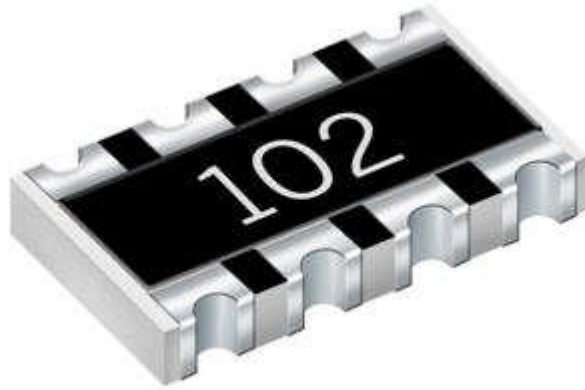
Dört basamaklı rakamlarda ilk üç rakam aynen yazılır. Dördüncü rakam çarpandır. Yani ilk üç rakama, dördüncü rakam kadar sıfır eklenir.

$$4702 = 470 \times 10^2 = 47000 \, \Omega = 47 \, \text{k}\Omega$$

Rakamların önünde, arkasında, ortasında yer alan R harfi virgül olarak değerlendirilir.

$$R22 = 0,22 \, \Omega$$

Birden çok SMD sabit direnç aynı kılıf içerisinde üretilerek entegre dirençler imal edilir. Entegre direnç içerisinde yer alan direnç dizileri aynı kılıf içerisinde olmasına rağmen her biri bağımsız olarak kullanılabilir.



Resim 1.13: Entegre direnç (Parallel resistor)

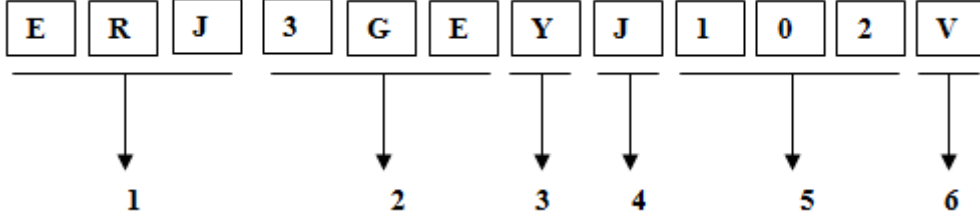
Bazı SMD dirençlerin üzerinde 0 veya 0000 rakamları yazılıdır. Bu dirençler rakamlardan da anlaşıldığı üzere sıfır ohm değerindedir ve akıma zorluk göstermez. Ancak üzerlerinden akabilecek akımın sınırı vardır. Bu sınır aşıldığında yanarak devreyi keserler. Bu özellikleri ile devrede sigorta vazifesi yaptıkları rahatlıkla anlaşılabılır. Bu dirençler sigorta direnci olarak da adlandırılır. Kendileri yanarak devredeki diğer elemanların bozulmasını ve daha ağır hasar oluşmasına mani olur.

3 Basamak	4 Basamak
0R1=0.1 Ω	0000= 0 Ω (sigorta direnci veya atlama)
R33=0.33 Ω	00R1=0.1 Ω
8R2=8.2 Ω	0R47=0.47 Ω
220=22 Ω (220 Ω değil!)	1R00=1 Ω
331=330 Ω	1000= 100 Ω
473=47000 veya 47k	8202=82000=82k

Çizelge 1.1:

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

Örnek olarak



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]: Direnç değeri (ohm)

1. ve 2. rakamlar değeri 3. rakam çarpanı gösterir. $10 \times 10^2 = 1000\Omega$

6 [V]: Paket tipi

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

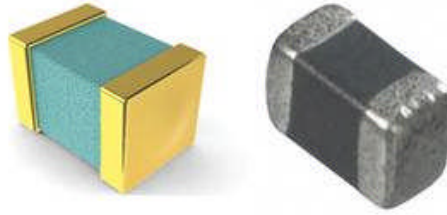
Tablo 1.1: SMD direnç elamanı kodları

Yüzey montaj teknolojisinde ayarlanabilir dirençlerde kullanılır. Hem potansiyometre hem de trimpotların yüzey montaj teknolojisinde kullanılanlarına rastlanabilir. SMD ayarlanabilir dirençler THT yapıdakilerle aynı boyutta olmasına rağmen bacak boylarının kısa olması veya hiç olmaması ile ayırt edilir.



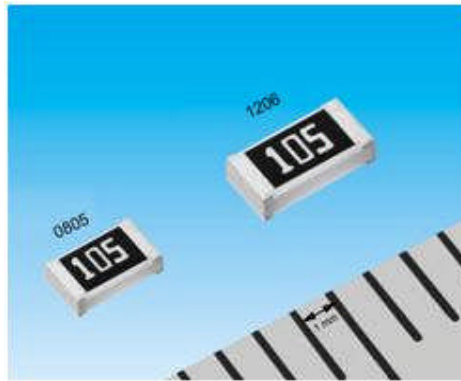
Resim 1.14: SMD trimpot

Termistör (LDR-PTC), LDR ve varistör (VDR) gibi ortam etkili dirençler de yüzey montaj teknolojisinde üretilir. Klasik ortam etkili dirençler rahatlıkla ayırt edilebilirken çoğu ortam etkili SMD direncin ayırt edilmesi daha zordur. SMD termistörler ve SMD varistörler genellikle aynı kılıf yapısındadır. Bu dirençlerin üzerinde değerini gösteren herhangi bir işaret bulunmaz.



Resim1.15: SMD termistörler

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



Resim 1.16: Değişik güçlerde SMD dirençler

SMD dirençler genellikle aşırı akım geçmesi ile yanarak veya fiziksel hasar sonucunda bozulur. Dirençler bozulduğunda genellikle çok yüksek direnç gösterir, hatta açık devre olur.

1.3. SMD Kondansatörler

Cep telefonu veya notebook gibi cihazların ana kartlarında en çok rastlanan bir başka eleman SMD kondansatörlerdir. SMD kondansatörler genellikle seramik, elektrolitik ve tantal malzemelerden yapılır ve dirençler gibi standart kılıf yapılarında üretilir.

SMD seramik kondansatörler düşük kapasiteli ve kutupsuzdur. En çok kullanılan SMD kondansatör çeşidi budur. SMD seramik kondansatörlerin üzerlerinde genellikle değerlerini belirten bir kod bulunmaz. SMD seramik kondansatörler kahverengi veya haki yeşil renkleri ve kılıf yapıları ile ayırt edilebilir.



Resim 1.17: SMD seramik kondansatörler

Bazı seramik SMD kondansatörler üzerlerinde bir ya da iki harf ve bir rakamdan oluşan kodlar taşır. Eğer varsa ilk harf üretici bilgisini, gerideki harf ve rakam ise kondansatörün pF cinsinden değerini belirler. Örneğin, S3, üreticisi belli olmayan 4,7 nF ($4,7 \times 10^3$ pF) değerinde bir kondansatörü tanımlarken KA2, Kemet firması tarafından üretilmiş 100 pF ($1,0 \times 10^2$ pF) değerinde bir kondansatörü tanımlar.

HARF DEĞER HARF DEĞER HARF DEĞER HARF DEĞER							
A	1.0	J	2.2	S	4.7	a	2.5
B	1.1	K	2.4	T	5.1	b	3.5
C	1.2	L	2.7	U	5.6	d	4.0
D	1.3	M	3.0	V	6.2	e	4.5
E	1.5	N	3.3	W	6.8	f	5.0
F	1.6	P	3.6	X	7.5	m	6.0
G	1.8	Q	3.9	Y	8.2	n	7.0
H	2.0	R	4.3	Z	9.1	t	8.0
						y	9.0

Çizelge1.2:

SMD kondansatörler içerisinde en çok kullanılan diğer kondansatör çeşitleri elektrolitik ve tantal malzemelerden yapılanlardır. Bu kondansatörler genellikle kutuplu olarak üretilir ve çok yüksek kapasite değerleri elde etmek mümkündür. Elektrolitik ve tantal SMD kondansatörleri ayırt etmek ise kolaydır. Her iki tipte de kutupları gösteren işaretler bulunur ve değerlerini belirten rakamlar kodlama kullanılmaksızın doğrudan üzerlerinde yazılıdır. Bu rakamlar kondansatörün μF cinsinden değerini belirler.



Resim 1.18: SMD tantal ve elektrolitik kondansatörler

Yüzey montaj teknolojisinde ayarlanabilir kondansatörlerde kullanılır. Hem varyabl hem de trimmerlerin yüzey montaj teknolojisinde kullanılanlarına rastlanabilir. SMD ayarlanabilir kondansatörler, THT yapıdakilerle aynı boyutta olmasına rağmen bacak boylarının kısa olması veya hiç olmaması ile ayırt edilir.

SMD kondansatörlerin kapasitesi ve çalışma voltajları, boyutlarını belirler. Kondansatörlerin zamanlama veya kararlı frekans devrelerinde kullanıldığı durumlarda çalışma sıcaklığı da önemlidir.

SMD kutuplu kondansatörler devreye mutlaka uygun kutupta monte edilmelidir. Aksi durumda mutlaka bozulur. SMD kondansatörler genellikle yüksek voltaj altında veya fiziksel hasar sonucunda bozulur. Kondansatörler bozulduğunda direnç özelliği gösterir, hatta kısa devre olur.

SMD pasif devre elemanlarının değerlerinin ölçülmesi ve sağlamlık kontrollerinin yapılabilmesi için birçok çeşit cihazlar mevcuttur. Resim 1.19'da bu cihazlara örnek olarak bir cımbız RLC metre görülmektedir. Bu cihazla SMD elemanların direnç, kapasite ve indüktans değerleri kolaylıkla ölçülebilmektedir.

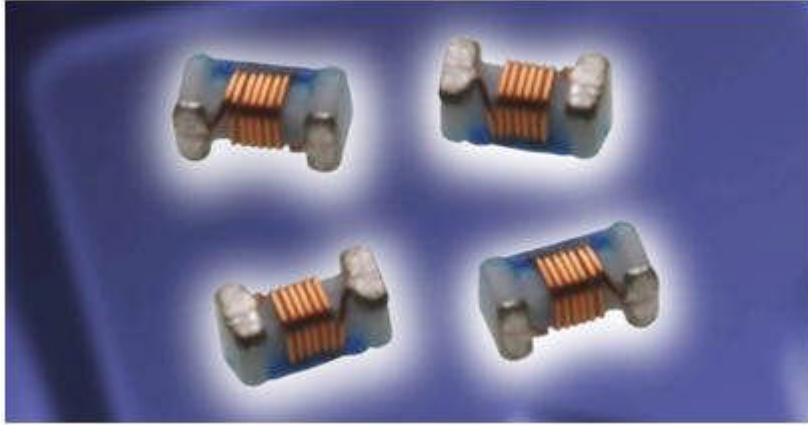


Resim1.19: Resim : SMD RLC metre

1.4. SMD Bobinler

SMD bobinler, dirençler ve kondansatörler kadar çok kullanılsa da anakartlar üzerinde rastlanabilecek bir başka pasif devre elemanıdır. SMD bobinler üzerlerinde herhangi bir kod taşımaz.

Büyük boyutlu SMD bobinler, silindir üzerine sarılmış tellerden oluşan yapıyla rahatlıkla ayırt edilebilir. Nüve olarak hava, demir veya ferit nüveli olanlarına rastlanabilir.



Resim 1.20: SMD Bobinler

Ancak düşük güçlü ve düşük değerli bobinlerin, kondansatörlere ve SMD ortam etkili dirençlere benzeyen yapılarından dolayı ayırt edilmeleri zor olabilir. Standart kılıf yapılarında üretilen bu bobinleri, kondansatörlerden ayıran en önemli özellik renklerinin siyah olmasıdır.



Resim 1.21: SMD bobinler

Şekilde görüldüğü gibi PCB üzerinde bakır yollar kullanılarak bile bobin yapılabilir.



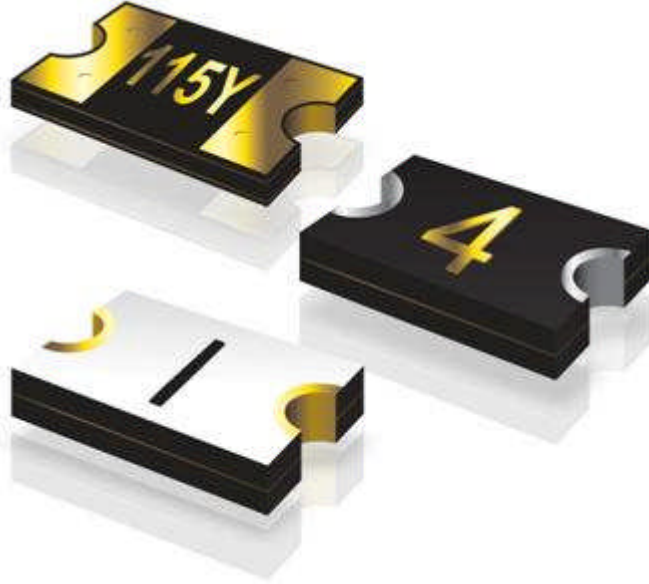
Şekil 1.1: Bakır yollar kullanılarak yapılan bobin

Bobin boyutlarını sarım sayısı, çekilecek akıma göre tellerin fiziksel büyüklüğü belirler.

Bobinler genellikle fiziksel hasar sonucu bozulur.

1.5. SMD Sigortalar

SMD sigortalar, baskı devre kartı üzerinde sıklıkla rastlanan minyatür sigortalardır.

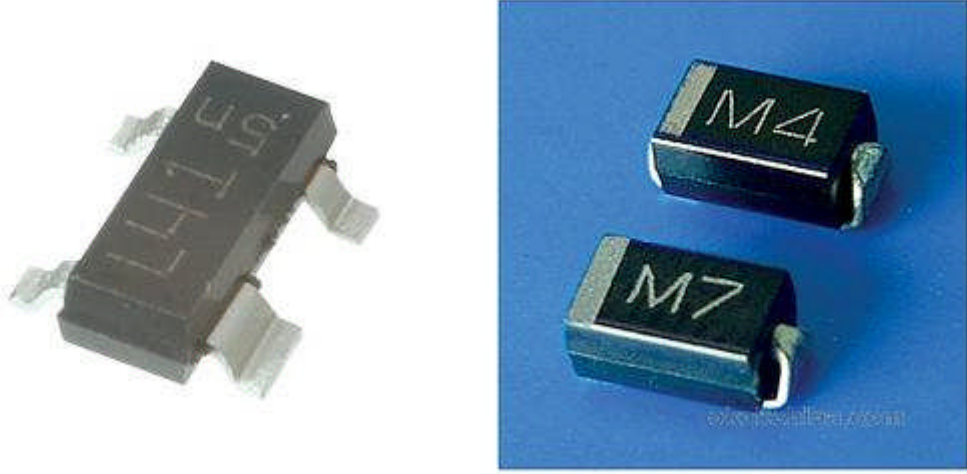


Resim 1.22: SMD sigortalar

Genellikle lehimlendiği noktalarda yarım daire şeklindeki çentikler bulunur.

1.6. SMD Kodlar

Yarı iletken malzemelerden yapılan devre elemanları (diyot, BJT transistör, JFET, MOSFET gibi) genellikle benzer kılıf yapılarına sahiptir. THT teknolojisinde kullanılan klasik bir diyot veya transistör üzerinde ne olduğu yazılıdır ve rahatlıkla okunabilir. Ancak SMD elemanların boyutlarının küçük olması üzerlerinde birkaç karakterden fazla kod barındırmalarına izin vermez.



Resim 1.23: SMD kod örnekleri

Bu nedenle bir SMD elemanı tanımak için üzerlerinde yazan kodun ne anlama geldiğini iyi bilmek gerekir. Ancak, farklı SMD elemanlar aynı kodu üzerlerinde barındırabilmektedir. Bu durumda ayırt edici olan elemanın kılıf yapısıdır. İki farklı SMD eleman, hem aynı koda hem de aynı kılıf yapısına sahip değildir.

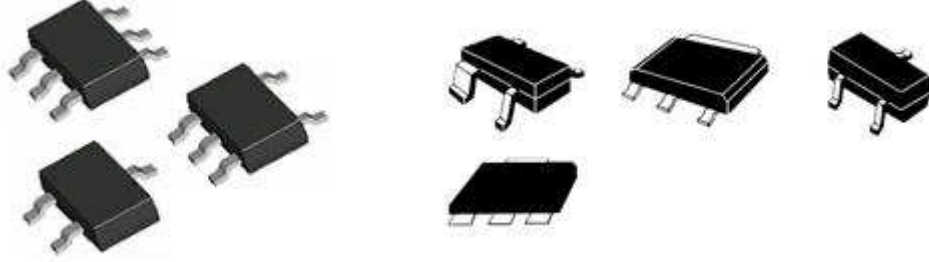
Bir SMD elemanın ne olduğunun anlaşılabilmesi için ilk olarak kılıf yapılarının iyi bilinmesi gerekir.

Baskı devre kartlarında çok çeşitli SMD diyotlar kullanılır. SMD diyotlarda en çok kullanılan kılıf yapıları SOD (Small Outline Diode) ve MELF'dir (Metal Electrode Face Bonding).



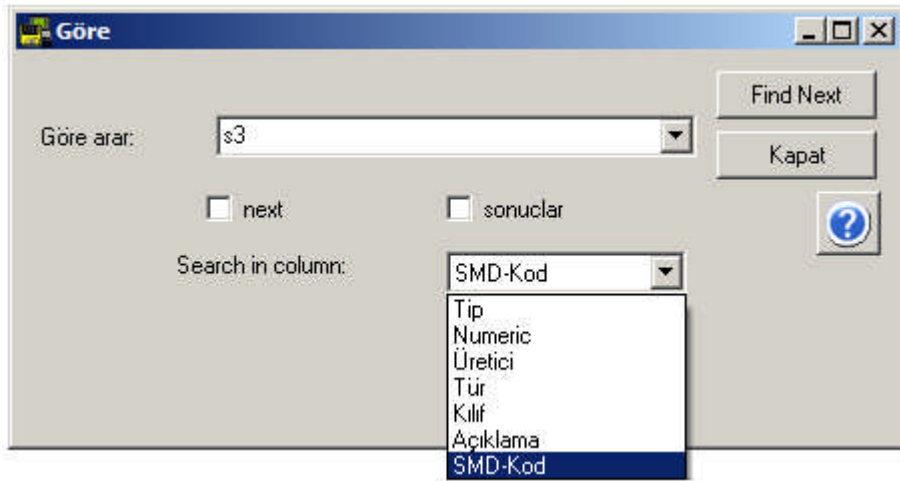
Resim 1.24: SOD ve MELF kılıflar

SMD transistörler karşımıza en çok SOT (Small Outline Transistor) kılıf yapılarında çıkar.



Resim 1.25: Çeşitli SOT kılıf yapıları

SMD elemanın ne olduğunu anlayabilmek için ikinci olarak elde SMD kod tablosunun bulunması gerekir. Bu tablolara internet üzerinden ulaşılabilceği gibi VRT gibi malzeme karşılık tablolarından da faydalanılabilir.



Bu tür programlar, kendi içerisinde bir arama motoru barındırır. Açılan pencerede SMD kod girilerek elemanın adı, üreticisi ve özellikleri rahatlıkla bulunabilir.

Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere aynı kodu içeren birçok SMD eleman bulunmaktadır. Ancak bu elemanların her birinin farklı kılıf yapısında olması, birbirlerinden ayırt edici özellikleridir.

Tip	Üretici	Kılıf	Tür	Açıklama	SMD-Kod
1SS 369	Tos	E44	Si-Di	Schottky, S	S3
ZXT3 M322	Zer	e89	Si-P	SMD, SWITCHING TRANSISTOR, 40V 3A, 3W	S3
SL03	Vis	e71	Si-Di	SMD, Schottky Diode	S3
SD 104AWS	Vis	e43	Si-Di	SMD, Schottky Diode, 20V	S3
PMEG 2020AEA	Phi	e43	Si-Di	SMD, Schottky barrier diode, 20V	S3
FMS 3	Rhm	e41	Si-P	SMD, 2x 2SA1514K, com. Emitter, Uni	S3
BSV 36	Fer	e26	Si-N	SMD, S	S3
BFG 31R	Tho,Fer,Kec	e25	Si-N	SMD, VHF band transistor, 15V 100mA, 200...	S3
HSU 227	Ren	E43	Si-Di	SMD, Silicon Schottky Barrier Diode, 25V, 5...	S3
HSD 88	Ren	e77	Si-Di	SMD, Silicon Schottky Barrier Diode, 10V, 1...	S3
HSC 88	Hil, Ren	-e44	Si-Di	SMD, Schottky	S3
HSB 285S	Ren	e26	Si-Di	SMD, Dual Silicon Schottky Barrier Diode, 2...	S3
FS 2D	Fag,Lto,Jgd	D51	Si-Di	SMD, Passivated Rectifier, 200V, 1.5A	S3
PBLS 4003 Y	Phi	e60	Si-N/P+R	SMD, Complement Pair Amp., 40V 0.5A 0.2W	S3
BBY 51	Sie	E25	Si-Di	SMD, Dual Tuning, VCO	S3

Tablo1.3: S3 koduna sahip elemanlar

Tabloda SD 104AWS ve PMEG2020AEA elemanları hem aynı koda hem de aynı kılıf yapısına sahiptir. Bu elemanlar farklı isimlere sahip olsa da tablodaki açıklama bölümüne bakıldığında aynı özelliklere sahip olduğu görülür. Bu nedenle bu elemanların birbirinin yerine kullanılabileceği söylenebilir.

İsimlerinin farklı olması, üreticilerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Yine de elemanın adının kesin olarak öğrenilmesi istenirse eleman üzerinde üretici firmanın amblemi veya kısaltması aranır.

Bu tür programlar yoksa internet üzerinde yer alan SMD kod tabloları da kullanılabilir. Ancak bu tablolar sınırlı sayıda eleman içerdiğinden bizlere yardımcı olmada yetersiz kalabilir.

1.7. SMD Malzeme Lehimleme ve Sökme Elemanları

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

➤ Havya

Havya geleneksel lehimleme elemanıdır. SMD lehimlemede sıcaklık ayarlı, hassas havya istasyonları kullanılır.



Resim 1.26: İki kanallı ayarlı hava istasyonu

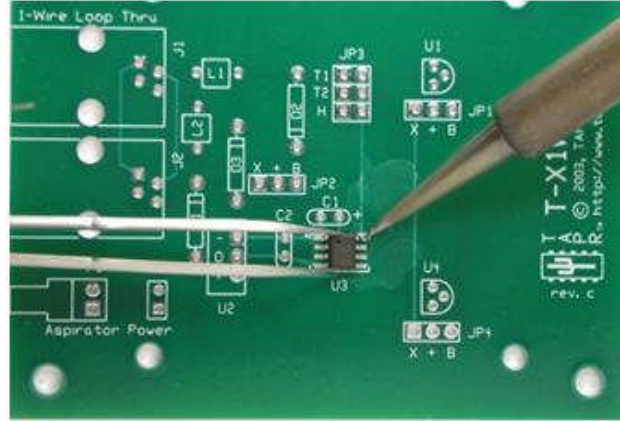
SMD elemanların lehimlenmesinde, uygun hava ucu seçimi çok önemlidir.



Resim 1.27: Değişik hava uçları

SMD elemanlar küçük boyutlu oldukları için kullanılacak hava ucu ince olmalıdır. Aksi hâlde elemanın bacakları arasında kısa devreler oluşabilir.

Ancak ucun çok ince seçilmesi, sıcaklığın transferini ve dolayısı ile lehimin erimesini zorlaştıracaktır. Bu nedenle elemanın bacak boyutlarına uygun, en büyük uç seçilmelidir.



Resim 1.28: Uygun havya ucu kullanımı

SMD elemanların lehimlenmesinde ve özellikle sökölmesinde elemanın kılıf yapısına uygun özel uçlar kullanılmalıdır. Bu uçlardan bazıları yuvalı uç, dörtgen uç, tünel uç, spatula uçtur.



Resim 1.29: Yuvalı uç

Yuvalı (slot) uçlar, genellikle direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük SMD elemanlar için kullanılır.



Resim 1.30: Dörtgen uç

Dörtgen (quad) uçlar, dört tarafında da bacakları olan kılıf yapısına sahip entegreler için kullanılır.



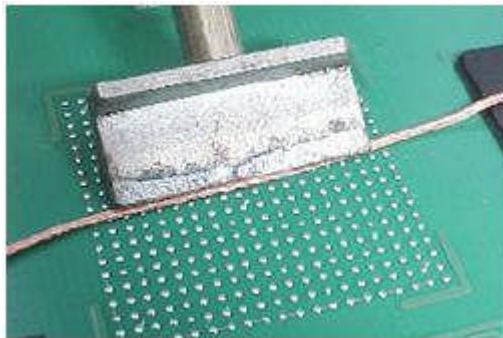
Resim 1.31: Tünel uç

Tünel (tunnel) uçlar, bacakları iki yanda dizili olan kılıf yapısına sahip entegreler için kullanılır.



Resim 1.32: Spatula uç

Spatula uç genellikle SMD entegreler söküldükten sonra kalan lehim artıklarını temizlemek için lehim emme fitili ile birlikte kullanılan bir uçtur.



Resim 1.33: Spatula uç ve lehim emme fitili kullanılarak artık lehimlerin temizlenmesi

SMD elemanların sökölmesinde ve lehimlenmesinde kullanılan son derece kullanışlı bir havya çeşidi de cımbız havyaadır.



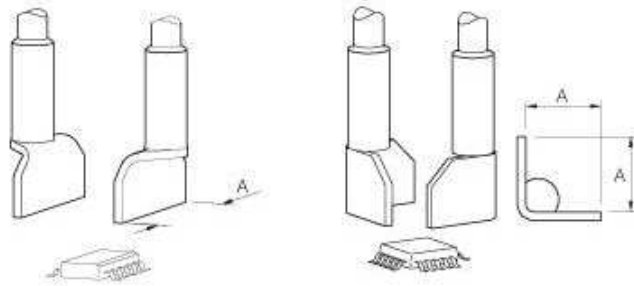
Resim 1.34: Cımbız havya

Cımbız havya, hem cımbız vazifesi hem de havya vazifesi görür. Havya özelliği ile lehim eritirken cımbız özelliği elemanı yerinden kolaylıkla almayı sağlar. Cımbız havya, rework istasyonlarının bir kanalına da takılabilir.



Resim 1.35: Cımbız havya kullanımı

Cımbız havyalar, sadece ince uçlara değil, SOIC, QFP gibi kılıf yapılarına sahip elemanların lehimlenebilmesi ve sökölmesi için de farklı uçlara da sahiptir.



Resim 1.36: Çeşitli cımbız hava uçları

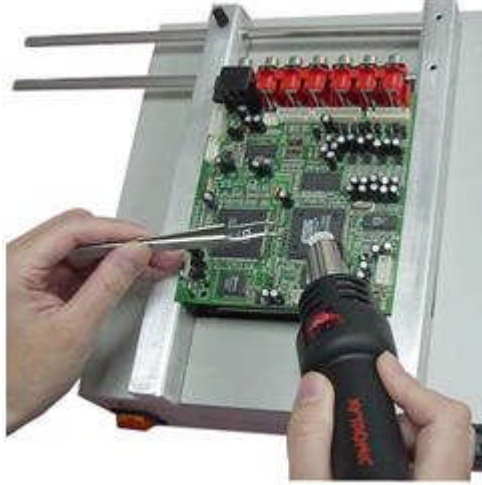
➤ **Sıcak hava üfleyici**

Sıcak hava üfleyici özellikle SMD elemanların sökülmesinde en çok kullanılan cihazdır. Sıcak hava üfleme işlemi, ayarlı sıcak hava istasyonları, sıcak hava tabancaları veya SMT rework istasyonları ile gerçekleştirilir.



Resim 1.37: Sıcak hava istasyonu

Sıcak hava istasyonları, sıcaklık ayarı ve de hava akış hızının ayarı için iki ayar düğmesi barındırır. Elemanın boyutuna, PCB ile temas ettiği yüzeyin büyüklüğüne, etrafındaki malzemelerin yakınlığı ve sıklığına göre sıcaklığı ve sıcak hava akış hızını iyi ayarlamak gerekir.



Resim 1.38: Sıcak hava kullanılarak lehimleme yapılması

Sıcak hava üfleyici aparatın ucuna SMD elemanın kılıf yapısına uygun çok çeşitli uçlar takılabilir. Bu uçlar “nozzle” olarak da adlandırılır.



Resim 1.39: Değişik tipte “nozzle”lar

Yuvarlak uçlu “nozzle”lar her türlü malzemeyi sökmek veya lehimlemek için kullanılabilen standart uçlardır. Nozzle ucunun genişliği, elemanın boyutuna uygun seçilmelidir. Böylece sıcak havanın geniş alanlara yayılarak karta hasar vermesinin önüne geçilir.

Yuvarlak uçlu “nozzle” ların haricinde, elemanların kılıf yapılarına özel uçlarda vardır.

➤ SMD rework istasyonu

SMD rework istasyonları hem havya hem de sıcak hava üfleyicisini üzerinde barındıran cihazlardır.



Resim1.40: SMD rework istasyonu

Gelişmiş SMD rework istasyonları, üzerlerinde bir de sıcak havalı vakum pompası bulundurur. Vakum pompası, hem havya özelliğine hem de vakum pompası özelliğine sahiptir. Değdiği noktadaki lehim bir havya gibi erittikten sonra bir düğme vasıtası ile vakum pompası çalıştırılır. Pompa eriyen lehim i içine çeker.



Resim 1.41: Vakum aparatı

Vakum pompaları genellikle THT elemanların sökölmesinde yaygın olarak kullanılır. Aynı zamanda sökölün SMD elemanların geride bıraktığı lehim artıklarını temizlemek içinde kullanılmaktadır. Pompa tarafından emilen lehimler özel bir haznede depolanır.

➤ Ön ısıtıcı (Preheater)

PCB üzerinde büyük boyutlu elemanlar sökmek istediğimizde veya elemanın PCB ile temas ettiği metal yüzey fazla olduğunda lehimleme veya sökme işlemi için gerekli sıcaklığa ulaşmak uzun sürer. Gerekli sıcaklığa ulaşmak için daha fazla ısı uygulamak gerekir.

Uzun süreli ısı uygulandığında PCB üzerindeki diğer elemanlar ve lehimleri de ısıdan etkilenir. Ayrıca devre kartının bir tarafını diğer bölgelerinden fazla ısıtıldığında, PCB eğilebilir. Bu durumda hem bakır yollar hem de kart üzerindeki elemanlar (özellikle entegreler) zarar görebilir.

Bu hasarlar onarım sonrasında hemen arıza çıkarabileceği gibi bir müddet geçtikten sonra da arıza oluşmasına sebep olabilir.

PCB ön ısıtıcı, PCB üzerinde yapacağımız herhangi bir operasyon öncesinde (lehimleme veya sökme) PCB'yi altından ısıtarak ön ısıtma işlemine tabi tutar. Bu PCB'nin belli bir sıcaklığa ulaşmasına yardımcı olur. Böylece eleman üzerine daha az ısı uygulayarak lehim erime sıcaklığına ulaştırmamız mümkün olur. Bu da lehimleme hatalarını minimuma indirir.

Ön ısıtma, ayrıca PCB üzerindeki elemanların sıcaklık farkını azaltır. PCB'nin lehimlenen ve lehimlenmeyen bölgeleri arasındaki sıcaklık farkı da azaldığından bükülme gibi hasarlar oluşması riskini en aza indirir.

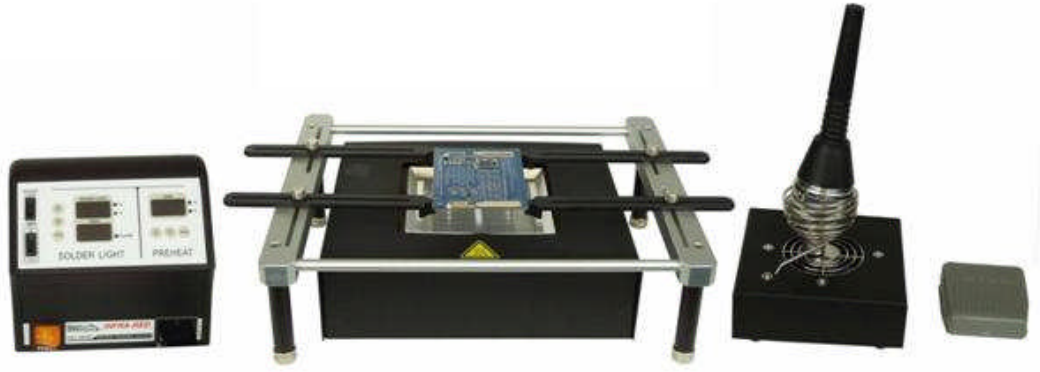
PCB ön ısıtıcılar çoğunlukla ışıklı ısıtma ile çalışır. Ancak piyasada sıcak hava ile de ön ısıtma yapan cihazlar vardır.



Resim 1.42: Işıklı ve sıcak havalı ön ısıtma üniteleri

➤ Işıklı lehimleme istasyonu (Solder-light)

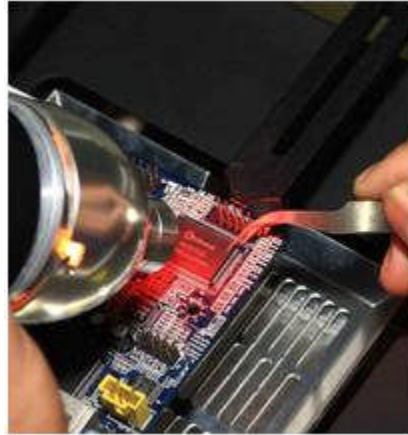
SMD entegrelerin sökülmesinde ve lehimlenmesinde kullanılan bir diğer cihaz ışıkla lehimleme istasyonudur. Bu istasyonların sıcak hava istasyonlarından farkı, sıcak hava yerine ışık ile ısıtma yapılmasıdır. Solder light sistemi, bir ön ısıtıcı, PCB tutucu, elde tutulan infra-red ısıtıcı ve fan içeren tutucudan oluşan basit bir yapıya sahiptir. Ayrıca hem ön ısıtıcının hem de el ısıtıcısının sıcaklığının ayarlanabildiği bir kontrol ünitesi bulundurulur.



Resim 1.43: Solder-light

Ön ısıtıcı PCB'yi komple ısıtır ve belli bir ısıda tutarak PCB üzerindeki ısı farklılıklarını en aza indirir.

Solder light sistemlerinde ışık yolu ile ısıtma yapıldığı için sıcak havaya göre ışığı odaklamak daha kolaydır. Yani sıcak hava ile lehimleme yapılırken sıcak hava etrafındaki malzemelere de ister istemez etki eder. Ancak solder light sistemlerde ışığı sadece lehimlenecek malzeme üzerine odaklamak mümkündür. Fan, ısıtıcı kullanılmadığı zamanlarda soğutma işlemi yapar ve lambanın ömrünü uzatır. Isıtıcının lambası bir ayak pedalı ile kontrol edilir. Pedala basıldığı zaman lamba çalışır.



Resim 1.44: Solder-light kullanılarak lehimleme yapılması

➤ **BGA rework istasyonu**

BGA, bir tür entegre kılıf çeşididir. Bacaklarının olmaması ve yerleşiminin kolay olması, küçük boyutlu PCB'lerde oldukça yaygın olarak kullanılmasına neden olmaktadır.



Resim 1.45: BGA kılıf yapısı

BGA kılıfta bağlantı, entegrenin altında dizi hâlinde sıralanmış lehim topları vasıtası ile yapılır. Bu da BGA kılıf yapısındaki entegrelere havya ile müdahale edilmesini imkânsız kılmaktadır. BGA entegreler, ancak sıcak hava veya ışıkla değiştirilebilir.

Ancak BGA entegreleri lehimlemek oldukça hassas bir işlemdir. BGA entegreler söküldükten sonra kalan lehim artıkları çok dikkatli temizlenmelidir. Lehim padlerinden bir tanesinin bile zarar görmesi beklide PCB' yi kullanılamayacak hâle getirecektir.



Resim 1.46: BGA rework istasyonu

Entegrelerin ısı dayanımları da sınırlıdır. Aynı entegreyi defalarca söküp takmak bir müddet sonra entegrenin de ömrünü yitirmesine neden olacaktır.

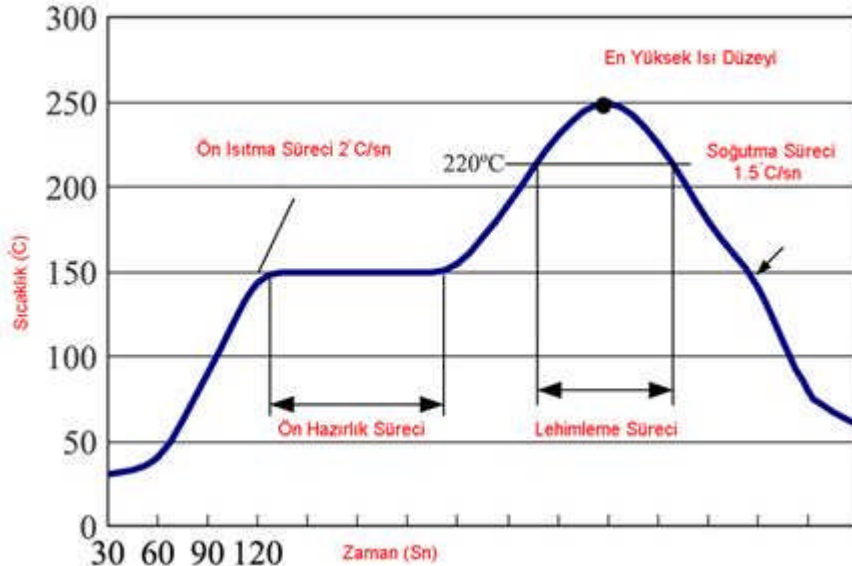
BGA entegre takıldıktan sonra bir daha lehimlere müdahale edilememesi, lehimleme sürecinin hatasız olmasını zorunlu kılar.

Anlaşıldığı üzere, lehimleme veya sökme sürecinde yapılan en ufak bir hata, tekrar entegreyi sökmeyi gerektirir. Bu da zaman kaybına neden olmakla beraber, bazen de geri dönülemeyecek hasarlar oluşmasına neden olur.

BGA rework istasyonları, lehimleme sürecini kolaylaştıran ve lehimleme esnasında yapılabilecek hataları minimuma indiren araçlardır.

BGA rework istasyonlarının sağladığı kolaylıklar:

- Elemanın PCB üzerine hizalanmasında kullanılan kameralara sahiptir. Hem PCB yüzeyini hem de elemanın altındaki lehimleri göstererek çakıştırma yapmayı sağlar.
- Elemanı otomatik olarak PCB üzerinde yerleştirir.
- Tüm PCB üzerine alttan ısı uygulayarak PCB üzerindeki ısı farkını minimuma indirir.
- Entegrenin boyutu ve PCB ile temas ettiği yüzeye göre lehimleme süreci boyunca süreleri ve değerleri ayarlanabilir sıcaklık profilleri oluşturmayı sağlar. Profil kaydedildikten sonra aynı entegrelerin sökülmesinde veya lehimlenmesinde aynı profil kullanılabilir.
- Lehimleme işlemini ve sökme işlemini önceden belirlenen sıcaklık profiline göre otomatik gerçekleştirir. Profile uygun olarak belirlenen sürelerde sıcaklık artırımı yaparak PCB nin ısı şokuna uğramasını önler.
- Lehimleme işleminin bittiğini haber veren sesli uyarı sistemine sahiptir.
- Sahip olduğu vakum sistemi ile sökme işlemi sonrasında BGA entegreyi otomatik olarak PCB üzerinden alır.
- Profil ile belirlendiyse lehimleme veya sökme işlemi sonrasında PCB'yi otomatik olarak soğutma işlemine tabi tutar.



Resim 1.47: Sıcaklık profilinin oluşturulması

Sıcaklık profili, kullanılan lehim teknolojisine (kurşunlu veya kurşunsuz) uygun olmalıdır. En yüksek sıcaklık lehimin erime sıcaklığına göre belirlenmelidir. Sıcaklık ön ısıtma sürecinde saniyede yaklaşık 2 derece artmalı, soğutma sürecinde saniyede yaklaşık 1,5 derece azalmalıdır.

Bu sıcaklıkların aşılması (hızlı ısıtma veya hızlı soğutma), lehimlenen veya sökülen bileşenin ve baskı devre kartının termal strese maruz kalmasına ve hasar görmesine neden olur. Ön hazırlık sürecinde, fluks içerisindeki uçucu maddeler gider ve fluks etkin hâle gelir. Lehimleme süreci lehimin eridiği bölümdür. Bu sürenin uzun tutulmaması, gerektiği kadar ayarlanması çok önemlidir.

Sıcaklık profilleri, mümkün olduğunca üreticilerin tavsiyeleri doğrultusunda hazırlanmalı, mümkün ise doğrudan üreticilerin belirlediği profil değerleri makineye yüklenmelidir.

Sıcaklık profillerine sadece BGA rework istasyonlarında değil, sıcak hava veya solder-light gibi cihazlar ile çalışırken de uyulması gerekir. Ancak bu cihazlarda, işlemler manüel yapıldığı için bu kadar kesin değerlerle çalışmak mümkün olmamaktadır.

Ancak BGA rework istasyonunun sağladığı tüm kolaylıklara rağmen lehimleme veya sökme işlemini yapan teknisyenin deneyimi ve mahareti başarıyı belirleyen birincil etkidir.

➤ Yardımcı araçlar



Resim 1.48: Yardımcı araçlar

SMD lehimlemede kullanılacak diğer araçlar fluks, ince lehim teli, lehim topları, sıvı lehim, entegre kalıpları, antistatik cımbız, lehim emme teli ve de mümkünse görsel denetleme için elektronik mikroskobu veya mercektir.



Resim 1.49: Fluks çeşitleri

Başarılı bir lehim için mutlaka lehimlenecek yüzeyin temiz olması gerekir. Çoğu metaller, hava ile temas ettiğinde kimyasal tepkimeye girer ve oksit tabakası ile kaplanır. Rutubet ve sıcaklık oksitlenmenin süratlenmesine yardımcı olur. Oksit tabakası ile kaplı bir yüzeye lehimin yapışması çok zordur.

Fluks, lehimlenecek metal yüzeyin üzerindeki oksit tabakasını temizleyen ve lehimleme sırasında sıcaklıktan dolayı oluşabilecek yeni oksitlenmeleri engelleyen kimyasal bir bileşiktir.

Ayrıca ısıyı daha kolay iletilmesini sağlar. Bunun sonucunda lehim daha iyi yayılır. Fluks oksijeni metalden uzaklaştırarak lehimin yerleşmesini sağlayan koruyucu bir etkiye de sahiptir.

Anlaşıldığı üzere fluks, metal yüzeyi lehimleme işlemine hazırlayan sistemdir. Uygulanan ısıyı yaymak ve temiz lehim yüzeyi elde etmek için kullanılır.

Lehimleme esnasında doğru fluksın seçimi, en az lehimleme sürecini oluşturan diğer aşamalar kadar önemlidir. Flukslar reçine tabanlı ve suda çözünabilir olarak iki grupta toplanır. Elektronik cihazlarda reçine tabanlı fluks tercih edilmelidir. Reçine, çam ağaçlarında oluşan katı veya yarı akışkan organik salgı maddesidir. Suda çözünabilir flukslar, reçine tabanlı flukslardan daha aktif olmalarına rağmen korrozif etkilerinin yüksek olması nedeni ile elektronik cihazlarda kullanılmaz.

Reçine tabanlı fluksların oksitleri yok etme yeteneklerini artırmak ve lehimleme sonrasında çok daha kolay temizlenmelerini sağlamak amacı ile içerisine fluksın aktifliğini artıran maddeler katılır. Oluşan yeni bileşimler, geniş bir uygulama alanında kullanılır ve üç farklı grupta toplanır:

- **R (sadece reçine-roşin only):** Bu fluks türü, reçine tabanlı flukslar içerisinde en az aktif olanıdır. Çok temiz olması gereken metal yüzeyler için önerilir. Lehimleme sonrasında hemen hemen hiç kalıntı bırakmaz. Korrozif etkisi yoktur.
- **RMA (biraz aktif hâle getirilmiş reçine-roşin mildly activated):** Bu fluks türünde, oksitleri yok etme yeteneğini artırmak ve temizlenmesini kolaylaştırmak amacı ile içerisinde bir miktar aktiflik artırıcı madde eklenmiştir. Lehimleme sonrasında arkasında kimyasal tepkimeye girmeyen çok az bir kalıntı bırakır. Kolaylıkla temizlenir. Temizlenmese bile korrozif bir etkisi yoktur.
- **RA (aktif hâle getirilmiş reçine-roşin activated):** Reçine tabanlı flukslar içerisinde en etkilisidir. İçerisine daha fazla aktiflik artıran madde eklenmiştir. Arkasında kalıntı bıraksa da bu kalıntılar uygun fluks temizleyiciler ile kolaylıkla kaldırılabilir.

Piyasada asit tabanlı flukslarda mevcuttur. Asit tabanlı flukslar aşındırıcı ve iletken yapıya sahiptir. Elektronikte asla kullanılmamalıdır.

Kullanılacak fluks türü lehimlenecek elemanın yapısı, lehimin erime sıcaklığı, lehimleme metodu, fluksın korrozif etkisi ve uygulamanın ekonomikliğı göz önüne alınarak seçilir ve üç farklı yapıda kullanıma sunulur:

- Sıvı fluks, en yaygın olarak kullanılandır. Çok kolay temizlenir. Ancak çok ince olduğı için çabuk buharlaşma eğilimindedir ve lehimleme sürecinde tekrar tekrar uygulamak gerekebilir. Uygulandığı noktaların etrafına da yayılır ve akar. Kalıntısının az olması nedeni ile SMD lehimleme de sıvı fluks kullanımı idealdir.
- Jel fluks, lehimlenen yüzeye daha iyi yapışır. Sıvı fluks kadar kolay buharlaşmaz. Ancak gerektiğinden fazla kullanılmamalıdır. Genellikle kurşunsuz lehimlemede jel fluks tercih edilir.
- Macun fluks, sıvı fluks ve jel fluksa göre çok daha yoğundur. Uygulandığı yerde kalır ve kolaylıkla buharlaşmaz. Ancak macun fluksların temizlenmesi zor olabilir. SMD lehimlemede tercih edilmemelidir.



Resim 1.50: Lehim

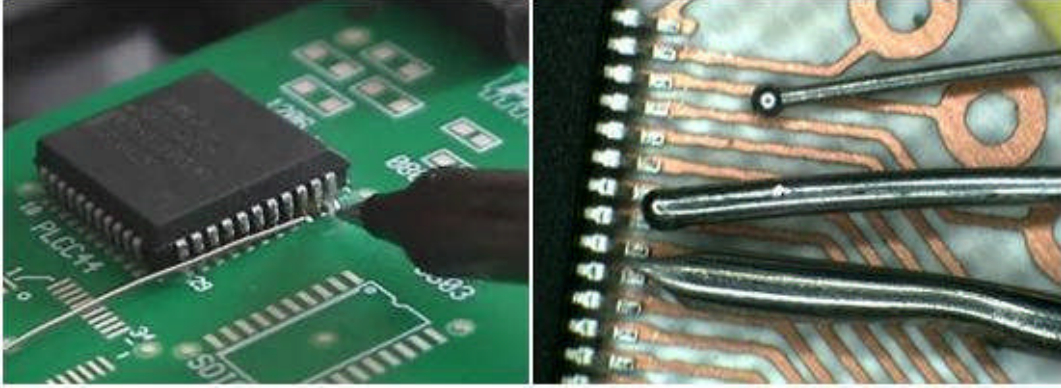
Lehim, kalay ile başka bir metalin belli oranlarda alaşımından meydana gelir. Kalay ile kurşunun veya başka bir metalin alaşım oranı, lehimin erime sıcaklığını belirler. Erime sıcaklığının artması, çalışma sıcaklığının artması, yani uygulanan ısıнын artması anlamına gelir.

Günümüzde iki tür lehim kavramı ortaya çıkmıştır. Kurşunlu lehim ve kurşunsuz lehimdir. Kurşunun zararlı etkiler nedeni ile günümüzde üretilen tüm cihazlarda kurşunsuz lehim kullanılmaktadır. Ancak eski ürünler de karşımıza kurşunlu lehim de çıkabilmektedir.

Kurşun kalay alaşımı lehim, yaklaşık 182 derecede erirken kurşunsuz lehimin erime sıcaklıkları kalay ile karıştırılan metale göre değişir. Yaygın olarak kullanılan kurşunsuz lehimlerin erime sıcaklıkları kurşun-kalay karışımı lehimden daha yüksektir. Bu da uygulanacak ısı miktarını artırır.

Alaşım	Oran	Erime Sıcaklığı
Sn-Ag	Sn-3.5Ag	221
Sn-Cu	Sn-0.7Cu	227
Sn-Ag-Bi	Sn-3.5Ag-3Bi	206-213
Sn-Ag-Cu	Sn-3.8Ag-0.7Cu	217
Sn-Pb	60Sn-40Pb	183-188

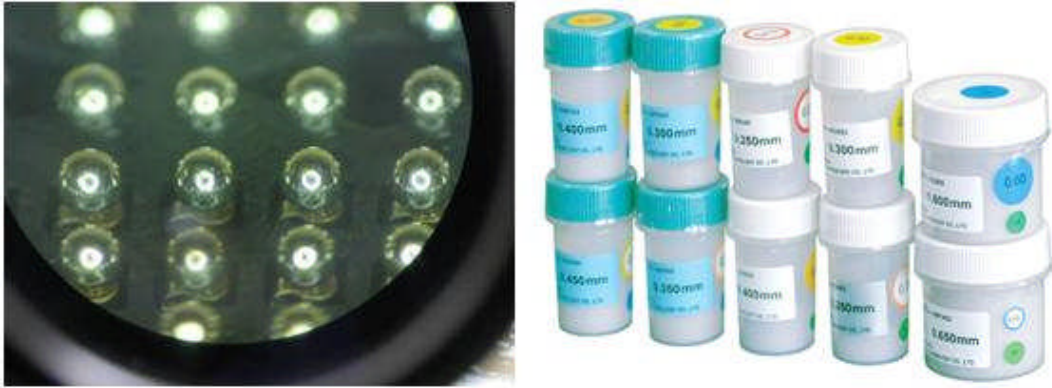
SMD elemanların lehimlenmesinde kullanılan lehim teknolojisine uygun hareket edilmelidir. Kurşunsuz ürünlerde kurşunsuz lehimleme, kurşunlu ürünlerde kurşunlu lehimleme yapılmalıdır. Eğer kurşunlu ve kurşunsuz teknolojiler karışık olarak kullanılacaksa malzeme üreticisinin bu konudaki önerilerinin incelenmesi gerekmektedir. Ancak BGA kılıf yapısına sahip entegrelerde karışık teknoloji kullanılır ise problem yaşanacağına dair tüm üreticiler hemfikir olmuştur.



Resim 1.51: Farklı kalınlıkta lehim telleri

Lehim teli el ile lehim yapmakta kullandığımız lehimdir. Lehim telleri çeşitli kalınlıklara sahiptir. Havya ucunda olduğu gibi lehim taşmasının önüne geçmek için lehim telinin kalınlığı da lehimlenen elemanın bacaklarına uygun olmalıdır. SMD elemanların montajında genellikle 0,5 veya 0,75'lik lehim telleri kullanılır.

Piyasada, yaygın şekilde içerisinde fluks yerleştirilmiş lehim telleri bulunmaktadır. Bu lehim telleri genellikle tek veya 5 ayrı fluks kanalına sahiptir. Lehim telleri genellikle içerisinde fluks barındırır da ince bir lehim teli kullanılıyorsa bağlantıları temizlemeye yetecek kadar fluks olmayabilir. Bu durumda ilave fluks kullanılabilir.



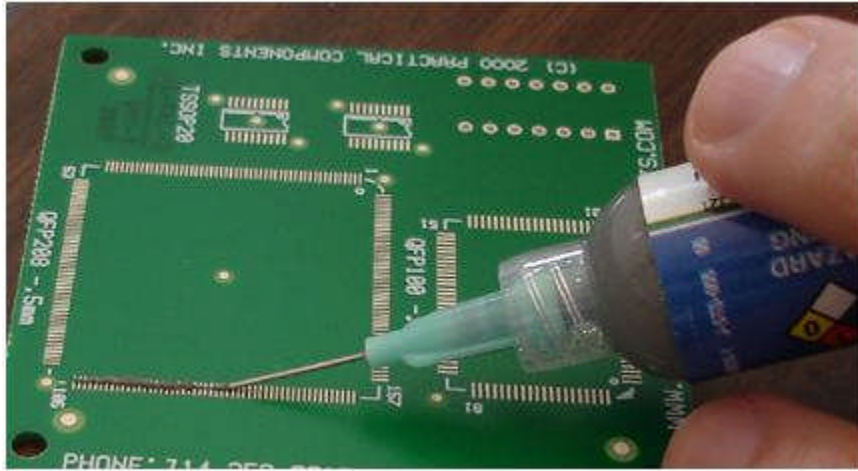
Resim 1.52: Farklı çaplarda lehim topları

Lehim topları ise BGA entegrelere tekrar bacak yapmak için kullanılır. Her BGA entegre arızalı olmayabilir. Lehim toplarındaki çatlaklarda arızaya sebep olabilir. Bu durumda mevcut entegrenin lehimlerini yenilemek daha az masraflı bir yöntemdir. Lehimleri yenilecek BGA entegre söküldükten sonra hem entegre hem de PCB lehimlerinden temizlenir. Entegreye uygun kalıplar yardımı ile lehim topları entegre üzerine lehimlenir. Lehim topları aslına uygun büyüklükte seçilmelidir. Daha küçük veya daha büyük lehim topu kullanılması sorunlara yol açar. Lehim topları yenilenen entegre PCB üzerine lehimlenerek işlem bitirilir. Bu işlem “reballing” olarak da adlandırılır.



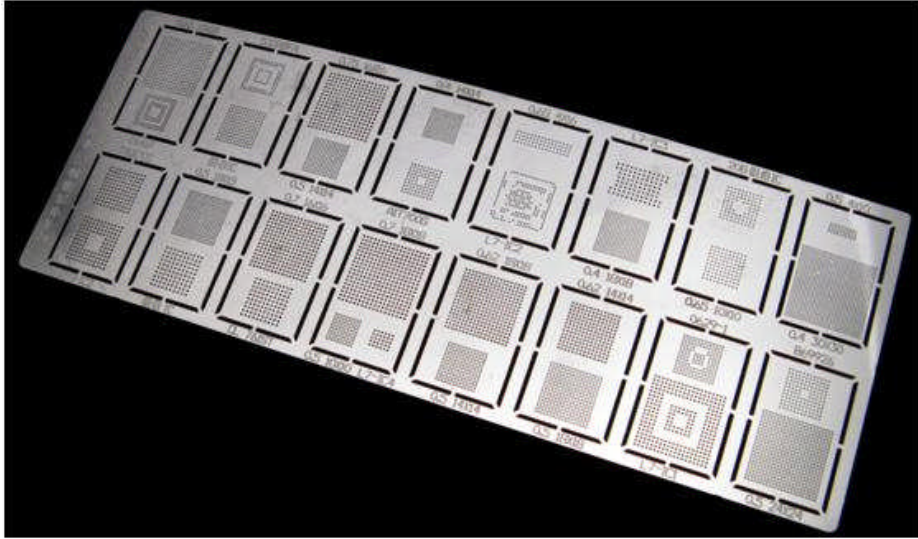
Resim 1.53: Krem lehim

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.



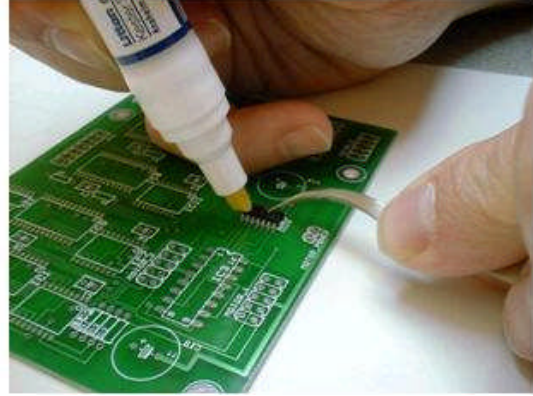
Resim 1.54: Krem lehim uygulaması

Krem lehim, özellikle QFP ve QFN kılıf yapındaki entegreler gibi SMD elemanlarda tercih edilen bir lehim türüdür.



BGA şablonu, sökülen entegrelere uygun kalıplar içerir. Sökülen BGA entegre, kendi yapısına uygun kalıp üzerine alimünyum bant ile yapıştırılır. Daha sonra deliklere, uygun büyüklükteki lehim topları yerleştirilir. Üzerine sıvı fluks dökülerek sıcak hava ile lehimleme işlemi gerçekleştirilir.

Entegre kalıptan çıkarılarak kullanıma hazır hâle gelir.

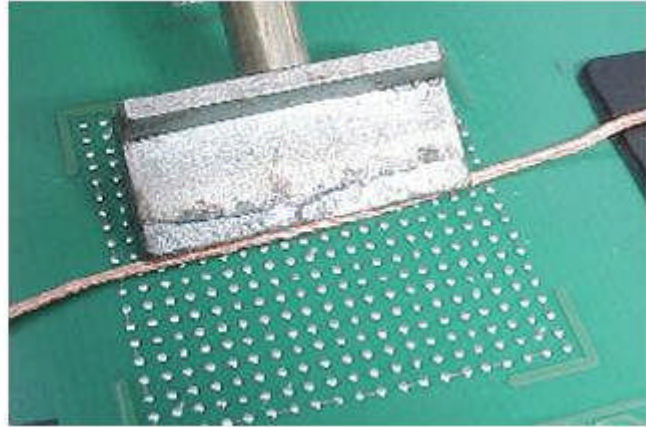


Resim 1.57: Antistatik cımbız

SMD lehimlemede küçük bileşenleri kontrol etmek için ince uçlu endüstriyel cımbızlar oldukça yoğun bir şekilde kullanılır. Eğimli cımbız uçları, elleri doğrudan kullanmadan yongayı üstünden tutmayı sağlar.

Cımbız ucuna temiz pamuk sarılarak temizlik malzemesi ile ıslattıktan sonra devre kartlarını temizlemede de kullanılır.

Kullanılan cımbızın anti statik olmasına dikkat edilmelidir. Yarı iletken SMD elemanlar hassas elemanlardır ve statik elektrikten kolaylıkla etkilenebilir.



Resim 1.58: Lehim emme kemeri

Lehim emme kemeri, esnek, örgülü bir iletkenidir. Yüzey montaj teknolojisinde kullanılan padlerdeki fazla lehimlerin emilmesini sağlar. Fluks emdirilmiş örgü ile lehim sökme işlemi yapılır.

Emme kemerinin ucu sökülecek lehimin üstüne konulduktan sonra sıcak havya emme kemerinin üstüne değdirilir. Eriyen lehim, emme kemeri tarafından emilecektir. Daha sonra emme kemeri çekilir.



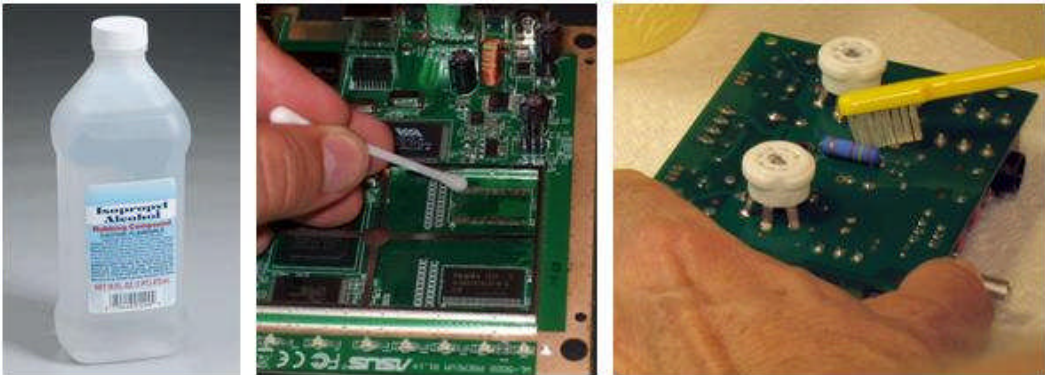
Resim 1.59: 10 kat büyüten bir mercek

SMD elemanlar küçük boyutlu oldukları için lehimleme sonrasında çıplak gözle fark edilemeyen hatalar meydana gelebilir. Çıplak gözle görülemeyen, bacaklar arasındaki ufak bir kısa devre bile arızaya neden olabilir.

Elektronik mikroskobu SMD elemanların lehimlenmesi esnasında kullanabilinen cihazlardır. Lehimleme esnasında, elemanın görüntüsünün büyütülmesi hata riskini sıfıra indirir.

Ancak mikroskopların pahalı olması teminini güçleştirebilir. Bu durumda en azından, lehimleme sonrasında bir mercek yardımı ile yapılan işlemler kontrol edilmeli, bir kısa devre veya açık devrenin önüne geçilmelidir. Piyasada USB üzerinden bilgisayara bağlanabilen kameralarda mevcuttur. Bunlarla da zoom özellikleri kullanılarak görsel denetleme yapmak mümkündür.

SMD elemanların lehimlenmesi sonrasında “PCB”ye enerji verilmeden mutlaka görsel denetleme yapılmalıdır. Çünkü lehimleme esnasında oluşmuş bir kısa devre, enerji verildiğinde yeni takılan malzemenin de bozulmasına hatta başka arızalar da oluşmasına neden olabilir.



Resim 1.60: Çözücü kullanımı

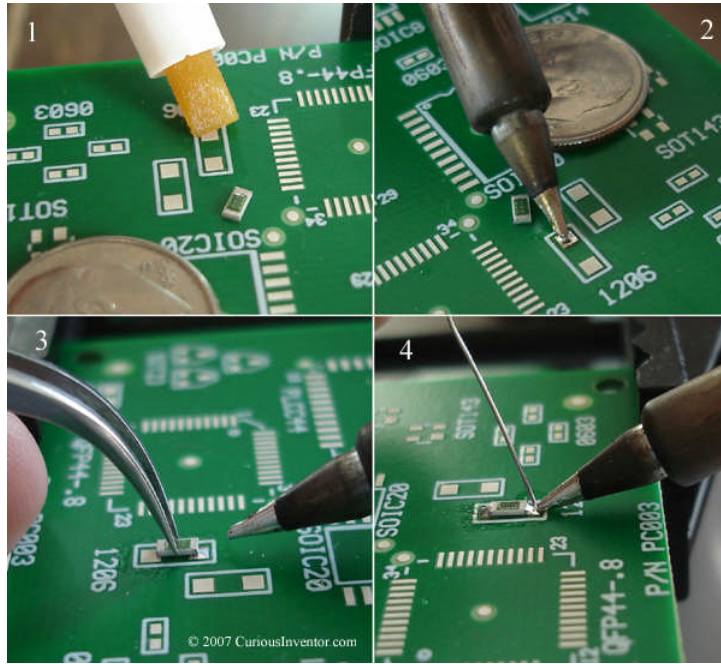
Lehimleme veya sökme işlemi sonrasında PCB üzerindeki fluks artıkları, izopropil alkol veya selülozik tiner gibi hızlı uçucu özelliği olan bir çözücü ile temizlenmelidir.

Temizleme işlemi, antistatik bir fırça kullanılarak veya cımbız ucunda tutulan pamuk ile yapılabilir. Pamuk kullanılmasının nedeni, en az statik elektrik barındıran malzemelerden biri olmasıdır.

Fırça kullanılırken fırçayı gelişigüzel sağa-sola değil, hep aynı yönde kullanarak artıkları PCB’ den dışarı atmak gerekir. Aksi hâlde artıklar, PCB üzerinde bir yerden temizlenirken öbür tarafı kirletir yani kart üzerinde sadece yer değiştirir.

1.8. SMD Elemanı Lehimleme

Direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük kılıf yapısına sahip SMD elemanların lehimlenmesinde kullanılan en temel metot, havya ile lehimlemedir.

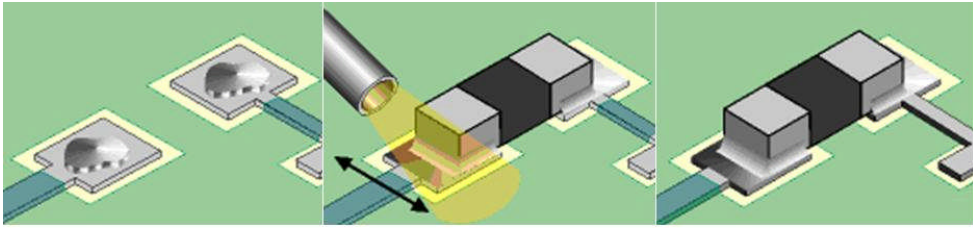


Resim 1.61: Havya ile lehimleme

- Havya ile SMD elemanlar lehimlenirken öncelikle devre kartındaki padler üzerine fluks sürülür. Ancak fluks içeren bir lehim teli kullanılırsa kart üzerine fluks sürülmesine gerek yoktur.
- Lehimlenecek padlerden bir tanesine lehim verilir.
- Daha sonra SMD eleman cımbız yardımı ile lehimlenecek konumda tutulur, ilk önce bir bacağı lehimlenir.
- Daha sonra havya ucuna az miktarda lehim alınarak diğer bacaklar da lehimlenir.

- Her bir birleşim noktasında, eleman ve devre kartını birbirine bağlayan rampa şeklinde bir dolgu oluşturulur.
- Lehimleme işleminin düzgün yapılıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır. Mümkünse mikroskop veya mercek kullanılır.
- Lehimleme hataları varsa düzeltilir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.

Direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük kılıf yapısına sahip SMD elemanların lehimlenmesinde kullanılan bir diğer metot, önceden baskı devre kartı üzerine yerleştirilmiş SMD elemanları, sıcak hava kullanarak lehimleme tekniğidir.



Resim 1.62: Sıcak hava ile lehimleme

- Baskı devre kartı üzerindeki bileşenlerin yerleştirileceği padlere ince bir hat krem lehim uygulanır. Krem lehim yoksa havaya ile bir miktar lehim verin.
- Krem lehim kullanılmadıysa yüzeye yeteri kadar fluks sürülür.
- Daha sonra SMD eleman cımbız yardımı ile devre kartı üzerinde lehimleneceği padler üzerine düzgün bir şekilde yerleştirilir ve hizalama kontrol edilir.
- SMD elemanlar küçük elemanlar olduğu için sıcak hava tabancasının ucuna ince uçlu yuvarlak nozzle takılır.
- Sıcak hava istasyonunun sıcaklık ve hava akış hızı ayarları yapılır. Direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük elemanlar yerinden kolayca kopup uçabilir. Bu nedenle hava akış hızını düşük seviyelerde tutmak gereklidir. PCB ile temas ettikleri yüzey de az olduğundan, sıcaklığında orta seviyenin biraz altında olması yeterlidir. Hava akış hızının ve sıcaklığın ayarını yapmak, yapılacak uygulamalar sonucunda edinilecek tecrübe ile zamanla daha kolay hâle gelecektir.
- Lehim erime sıcaklığına ulaştığında sıcak hava üfleyici çekilir.
- PCB' nin soğuması beklenir.
- Lehimleme işleminin düzgün yapılıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır. Mümkünse mikroskop veya mercek kullanılır.
- Lehimleme hataları varsa düzeltilir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.

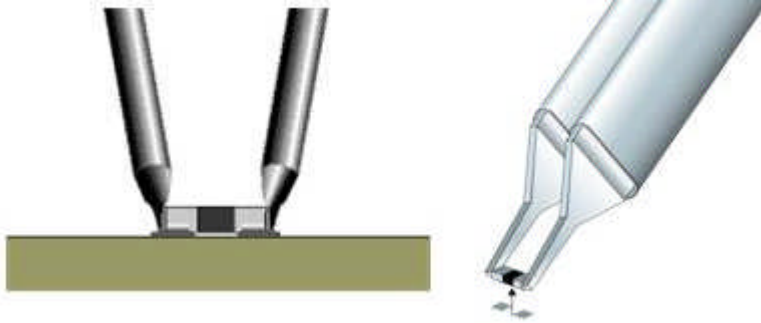
Direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük kılıf yapılarına sahip SMD elemanların lehimlenmesinde tercih edilecek ilk yöntem havaya ile lehimleme olmalıdır. Sıcak havanın PCB üzerindeki diğer malzemelere de etki etmesi, PCB üzerinde ısı farklılıkları oluşturması sonucu PCB'nin bükülmesi ve SMD elemanların uçup kaybolması gibi riskler içermesinden dolayı, sıcak hava SMD elemanların lehimlenmesinde havanın yetersiz kaldığı durumlarda tercih edilmelidir.

SMD elemanların hassas malzemeler olması ve aşırı ısı uygulandığında bozulma risklerinin bulunması, lehimlemede kullanılacak havyanın ayarlı olmasını zorunlu kılar. Havya ucunun sıcaklığı, PCB üzerinde kullanıldığı bölgeye ve SMD elemana uygun olmalıdır.

Lehimleme esnasında dikkat edilecek en önemli hususlardan biride havyanın lehimle temas süresidir. Havyanın uzun süre lehimle teması, yapılan lehimlemenin kalitesini düşürür. Havya, lehimin erime süreci tamamlandıktan sonra fazla bekletilmemeli ve çekilmelidir.

1.9. SMD Elemanın Lehimini Sökme

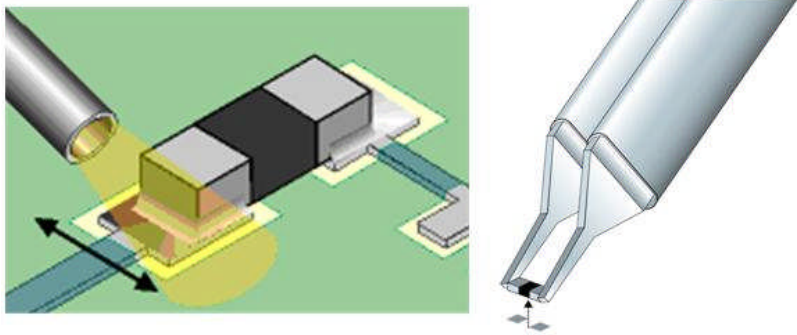
Direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük kılıf yapısına sahip SMD elemanların sökülmesinde kullanılan metotlardan bir tanesi sıcak cımbız kullanarak SMD elemanın sökülmesidir.



Resim 1.63: Cımbız havya ile SMD eleman sökülmesi

- Sökülecek elemanın bacaklarına fluks sürülür ve cımbız havyanın uçları uygun konuma getirilir.
- Lehim erime sıcaklığına ulaştığında, cımbız havya ile SMD eleman PCB yüzeyinden alınır. Lehim erime sıcaklığına ulaşmadan entegreyi PCB’ den ayırmaya çalışmamak gerekir. Aksi hâlde PCB üzerindeki padler ve padlere bağlı bakır yollar kalkabilir, hatta kopabilir.
- Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyi, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizlenir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.
- Sökme işlemi sonrasında, PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır.
- Bakır yollarda veya padlerde kopuk veya hasar görülürse onarımı yapılır.

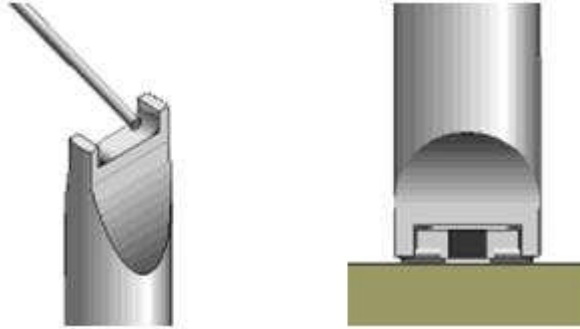
Direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük kılıf yapısına sahip SMD elemanların sökülmesinde kullanılan bir diğer metot sıcak hava istasyonu kullanarak SMD elemanın sökülmesidir.



Resim 1.64: Sıcak hava ile SMD eleman sökülmesi

- Sökülecek elemanın bacaklarına fluks sürülür ve cımbız ile uygun konumda tutulur.
- SMD elemanlar küçük elemanlar olduğu için sıcak hava tabancasının ucuna ince uçlu yuvarlak nozzle takılır.
- Sıcak hava istasyonunun sıcaklık ve hava akış hızı ayarları yapılır. Lehimin erime sıcaklığına, üflenen havanın sıcaklığı ve havanın akış hızı ayarlanarak ulaşılır. Lehimin erime sıcaklığına ulaşma süresi sökülecek elemanın boyutlarına ve PCB ile temas yüzeyine bağlıdır. Çalışma sıcaklığı çok yüksek olursa PCB yüzeyindeki bölgesel ısı farklılıklarından dolayı bükülebilir ve PCB'nin ara katmanları da bu durumdan zarar görebilir. Sıcaklık kontrolü sağlanamaz ise PCB ve üzerindeki elemanlar yanarak onarılması mümkün olmayan hasarlar görebilir.
- Sıcaklık göstergesinden havanın ayarlanan sıcaklığa gelmesi beklenir. Ayarlanan sıcaklığa ulaşıncaya ısıtma işlemine geçilir.
- Lehimi tam eritecek şekilde, tüm lehim birleşim noktaları üzerinde sıcak hava tabancası hareket ettirilir.
- Lehim erime sıcaklığına ulaştığında, cımbız yardımı ile SMD eleman PCB yüzeyinden alınır. Lehim erime sıcaklığına ulaşmadan entegreyi PCB'den ayırmaya çalışmamak gerekir. Aksi hâlde PCB üzerindeki padler ve padlere bağlı bakır yollar kalkabilir, hatta kopabilir.
- Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyi, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizlenir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.
- Sökme işlemi sonrasında PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır.
- Eğer bakır yollarda veya padlerde kopuk veya hasar görülürse onarımı yapılır.

Direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük kılıf yapısına sahip SMD elemanların sökülmesinde kullanılan bir başka metot da çatal uçlu havya kullanarak SMD elemanın sökülmesidir.

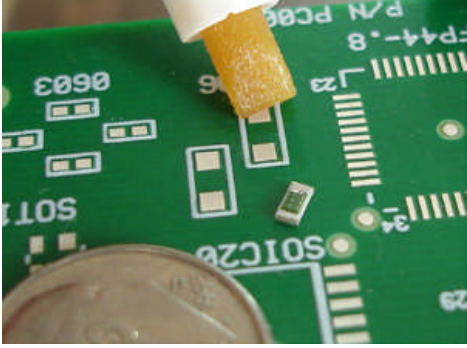
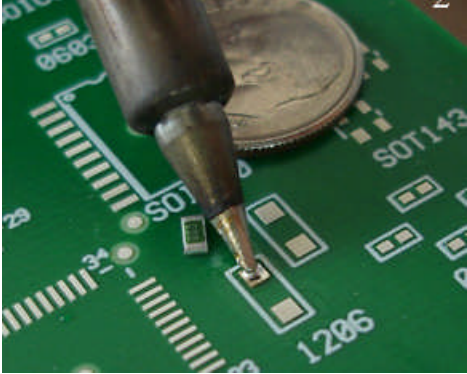
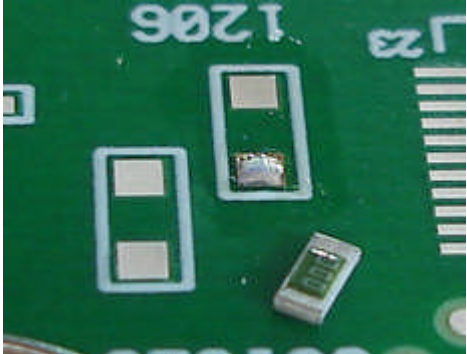


Resim 1.65: Çatal uçlu havya ile SMD eleman sökülmesi

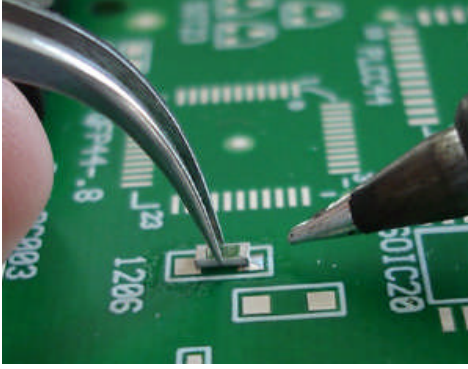
- Bileşen için uygun olan çatal uçlu havya seçilir ve ısıtılır.
- Havya ucu ısıtıldıktan sonra boşluk olan kısma lehim eklenir ve eritilir.
- Ardından havya ucunu bileşen üzerine tam oturacak şekilde yerleştirin ve lehim tam eridikten sonra ucu çekin ve bileşeni çıkartın.
- Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyi, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizlenir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.
- Sökme işlemi sonrasında PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır.
- Bakır yollarda veya padlerde kopuk veya hasar görülürse onarımı yapılır.

UYGULAMA FAALİYETİ

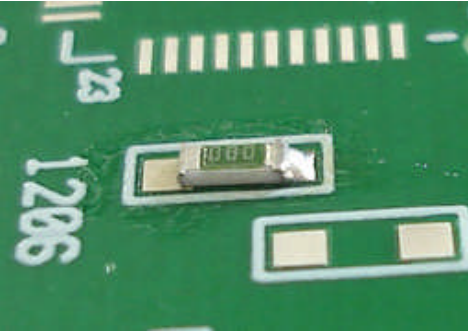
Aşağıdaki uygulama faaliyetini yaparak SMD elemanların monte ve demonte işlemlerini gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
Havya kullanarak yüzey montaj eleman lehimleme	
➤ Lehimlenecek yüzeye fluks sürünüz. 	➤ Fluks içeren lehim teli kullanıyorsanız fluks sürmeniz gerekmez.
➤ Lehimlenecek bakır noktalardan bir tanesine az bir miktar lehim veriniz. 	➤ Havya ucunun sıcaklığının fazla olmamasına dikkat etmelisiniz.
➤ Elemanı önce bu noktaya lehimleyeceksiniz. 	

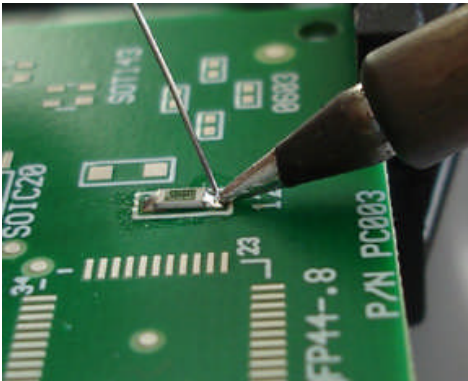
- Cımbız ile yüzey montaj elemanı, lehimlenecek noktalar üzerinde düzgünce hizalayınız.



- Yüzey montaj elemanı, daha önce lehim verdiğimiz bakır noktaya lehimleyiniz.

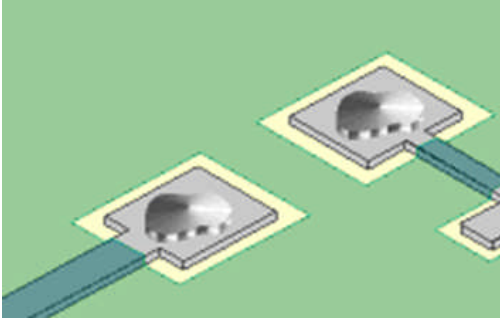


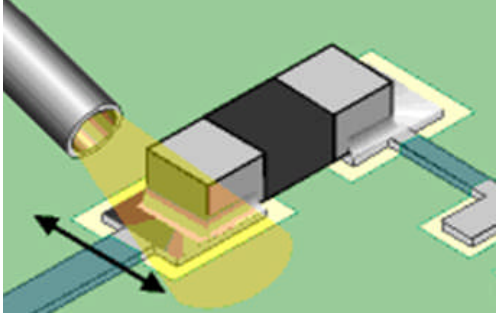
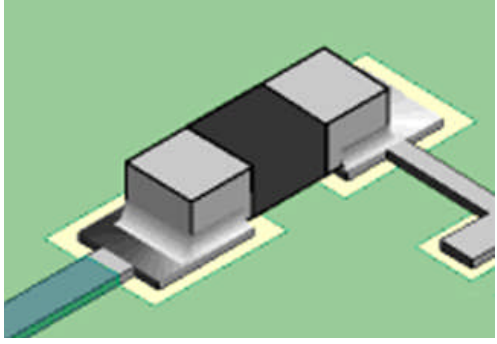
- Yüzey montaj elemanın diğer bacaklarını da lehimleyiniz.

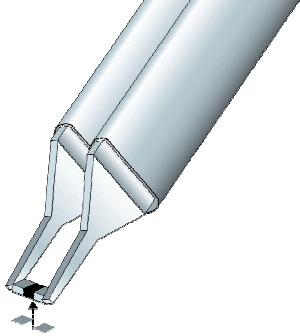


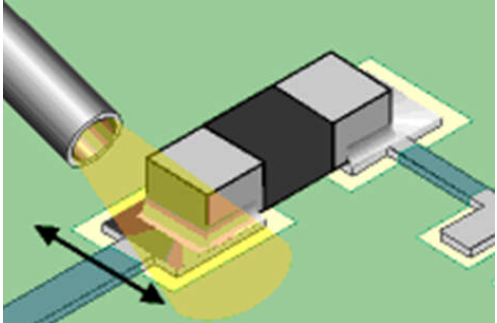
- Lehimleme işleminin düzgün yapıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız.

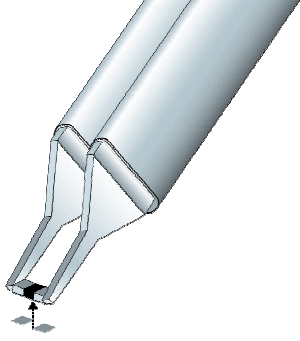
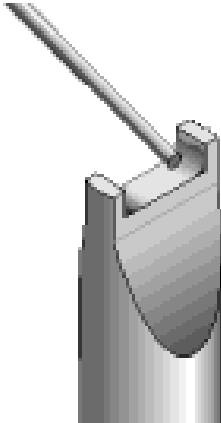
- Mümkünse mikroskop veya mercek kullanın.

➤ Lehimleme hatası var ise düzeltiniz.	
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya selülozik tiner ile temizleyiniz.	
Sıcak hava tabancası kullanarak yüzey montaj eleman lehimleme	
➤ Baskılı devre kartını düz bir zemin üzerine yerleştiriniz.	
➤ Lehimlenecek her bir bakır noktaya boncuk şeklinde krem lehim uygulayınız. 	➤ Krem lehim yoksa havya ile bir miktar lehim uygulayabilirsiniz.
➤ Krem lehim kullanmadıysanız yüzeye yeteri kadar fluks sürünüz.	➤ Krem lehim kullanıldıysa, zaten fluks içerdiğinden ekstra fluks gerektirmez.
➤ Cımbız yardımı ile yüzey montaj elemanı lehimleneceği bakır noktalar üzerine yerleştiriniz ve düzgünce hizalayınız.	➤ Yüzey montaj elemanın düzgünce hizalandığına emin olmalısınız.
➤ Sıcak hava tabancasının ucuna ince uçlu yuvarlak nozzle takınız. 	➤ SMD elemanlar küçük oldukları için en ince uçlu “nozzle”ı kullanmalısınız.
➤ Sıcak hava istasyonunun sıcaklık ve hava akış hızı ayarlarını yapınız.	➤ Direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi küçük elemanlar yerinden kolayca kopup uçabilir. Bu nedenle hava akış hızını düşük seviyelerde tutmak gereklidir. PCB ile temas ettikleri yüzey de az olduğundan sıcaklığında orta seviyenin biraz altında olması yeterlidir.

➤ Lehimin erdiğini görene kadar sıcak hava tabancasının ucunu tüm lehim birleşim noktaları üzerinde hareket ettiriniz. 	
➤ Lehim erime sıcaklığına ulaştığında sıcak hava tabancasını çekiniz.	
➤ PCB' nin soğumasını bekleyiniz.	
➤ Lehimleme işleminin düzgün yapıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız. 	➤ Mümkünse mikroskop veya mercek kullanın.
➤ Lehimleme hataları varsa düzeltiniz.	
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner kullanarak temizleyiniz.	
Sıcak cımbız kullanarak yüzey montaj eleman sökme	
➤ Sökülecek yüzey montaj elemanın bacaklarına fluks sürünüz ve cımbız havyanın uçlarını uygun konuma getiriniz.	

	
➤ Lehim erime sıcaklığına ulaştığında, cımbız havya ile yüzey montaj elemanı PCB yüzeyinden alınız. 	➤ Lehim erime sıcaklığına ulaşmadan yüzey montaj elemanı kaldırmaya çalışmayınız. Aksi hâlde PCB üzerindeki bakır noktalar ve bakır noktalara bağlı yollar kalkabilir.
➤ Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyini, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizleyiniz.	
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner ile temizleyiniz.	
➤ Sökme işlemi sonrasında PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız.	➤ Mümkünse mikroskop veya mercek kullanın.
➤ Eğer bakır noktalarda veya yollarda kopuk veya hasar görürseniz onarımını yapınız.	
Sıcak hava tabancası kullanarak yüzey montaj eleman sökme	
➤ Sökülecek yüzey montaj elemanın bacalarına fluks sürünüz.	
➤ Sıcak hava tabancasının ucuna ince uçlu yuvarlak nozzle takınız.	➤ SMD elemanlar küçük oldukları için en ince uçlu “nozzle”ı kullanmalısınız.

	
➤ Sıcak hava istasyonunun sıcaklık ve hava akış hızı ayarlarını yapınız.	➤ Lehimin erime sıcaklığına, üflenen havanın sıcaklığı ve havanın akış hızı ayarlanarak ulaşılır. Lehimin erime sıcaklığına ulaşma süresi sökülecek elemanın boyutlarına ve PCB ile temas yüzeyine bağlıdır. Çalışma sıcaklığı çok yüksek olursa PCB yüzeyindeki bölgesel ısı farklılıklarından dolayı bükülebilir ve PCB' nin ara katmanları da bu durumdan zarar görebilir. Sıcaklık kontrolü sağlanamaz ise PCB ve üzerindeki elemanlar yanarak onarılması mümkün olmayan hasarlar görebilir.
➤ Sıcaklık göstergesinden havanın ayarlanan sıcaklığa gelmesini bekleyiniz.	➤ Ayarlanan sıcaklığa ulaşmadan ısıtma işlemine geçmemelisiniz.
➤ Lehimi tam eritecek şekilde, sıcak hava tabancasının ucunu tüm lehim birleşim noktaları üzerinde hareket ettiriniz. 	➤ Sıcak hava tabancasının ucunu sabit bir noktada tutmamalısınız. Hep aynı bölgeye uygulanan ısı, büyük olasılıkla bu bölgeye zarar verecektir. Bu zarar PCB üzerinde yanık oluşmasına ve geri dönülmez hasarlar oluşmasına neden olabilir.
➤ Lehim erime sıcaklığına ulaştığında, cımbız yardımı ile yüzey montaj elemanı PCB yüzeyinden alınız.	➤ Lehim erime sıcaklığına ulaşmadan yüzey montaj elemanı kaldırmaya çalışmayınız. Aksi hâlde PCB üzerindeki bakır noktalar ve bakır noktalara bağlı yollar kalkabilir.

	
➤ Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyini, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizleyiniz.	
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner ile temizleyiniz.	
➤ Sökme işlemi sonrasında PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız.	➤ Mümkünse mikroskop veya mercek kullanın.
➤ Bakır noktalarda veya yollarda kopuk veya hasar görürseniz onarınız.	
Çatal uçlu havya kullanarak yüzey montaj eleman sökme	
➤ Yüzey montaj eleman için uygun olan çatal uçlu havayı seçiniz ve ısıtınız.	➤ Havya ucunun ayarlanan sıcaklığa gelmesini beklemelisiniz.
➤ Havya ucunu ısıttıktan sonra boşluk olan kısma lehim ekleyiniz ve eritiniz. 	
➤ Ardından havya ucunu yüzey montaj elemanın üzerine tam oturacak şekilde yerleştiriniz ve lehim eridikten sonra ucu çekerek elemanı çıkartınız.	

➤ Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyini, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizleyiniz.	
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner ile temizleyiniz.	
➤ Sökme işlemi sonrasında PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız.	➤ Mümkünse mikroskop veya mercek kullanın.
➤ Eğer bakır noktalarda veya yollarda kopuk veya hasar görürseniz onarınız.	

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Havyanın sıcaklığını doğru ayarlayabildiniz mi?		
2. Sıcak hava tabancasının sıcaklığını ve hava akış hızını doğru ayarlayabildiniz mi?		
3. Lehimleme öncesinde SMD elemanı hizalayabildiniz mi?		
4. Gereken yerlerde fluks kullanabildiniz mi?		
5. Doğru nozzle seçimi yapabildiniz mi?		
6. Doğru havya ucu seçimi yapabildiniz mi?		
7. Havya kullanarak SMD elemanı lehimleyebildiniz mi?		
8. Sıcak hava tabancası kullanarak SMD elemanı lehimleyebildiniz mi?		
9. Sıcak cımbız kullanarak SMD elemanı sökebildiniz mi?		
10. Sıcak hava tabancası kullanarak SMD elemanı sökebildiniz mi?		
11. Çatal uçlu havya kullanarak SMD elemanı sökebildiniz mi?		
12. Sökme işlemi sonrasında lehim emme teli kullanarak artık lehimleri temizleyebildiniz mi?		
13. Baskılı devre kartına zarar vermeden sökme işlemini bitirebildiniz mi?		
14. Yüzeyde kalan artıkları alkol veya tiner kullanarak temizleyebildiniz mi?		
15. Mikroskop veya mercek kullanarak görsel kontrol yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. () Eski baskılı devre kartları THT teknolojisi ile üretilirken günümüzde bunun yerini çoğunlukla SMT teknolojisi ile üretilen kartlar almıştır.
2. () Bir elektronik devre elemanının gövde yapısı kılıf olarak adlandırılır.
3. () SMD malzemelerin kılıf yapıları, “JACOB” adı verilen bir organizasyon tarafından belli bir standarda bağlanmıştır.
4. () SMD elemanlar PCB üzerinde pad olarak adlandırılan bakır noktalara lehimlenir.
5. () Katmanlar üzerinde yer alan bakır yolların diğer katmanlarda yer alan bakır yollarla bağlantısı PAD olarak adlandırılan içi kalay kaplı delikler yardımı ile olur.
6. () SMD dirençler genellikle 0,3 ile 10 W arasında üretilir.
7. () SMD diyotlarda en çok kullanılan kılıf yapıları SOD ve MELF’dir.
8. () R fluks türü, reçine tabanlı flukslar içerisinde en çok aktif olandır.
9. () Jel fluks, lehimlenen yüzeye daha iyi yapışır.
10. () SMD elemanların montajında genellikle 1 veya 1,75 lik lehim telleri kullanılır.

DEĞERLENDİRME

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Küçük paket yapılı entegrelerin monte ve demonte işlemlerini gerçekleştirebileceksiniz.

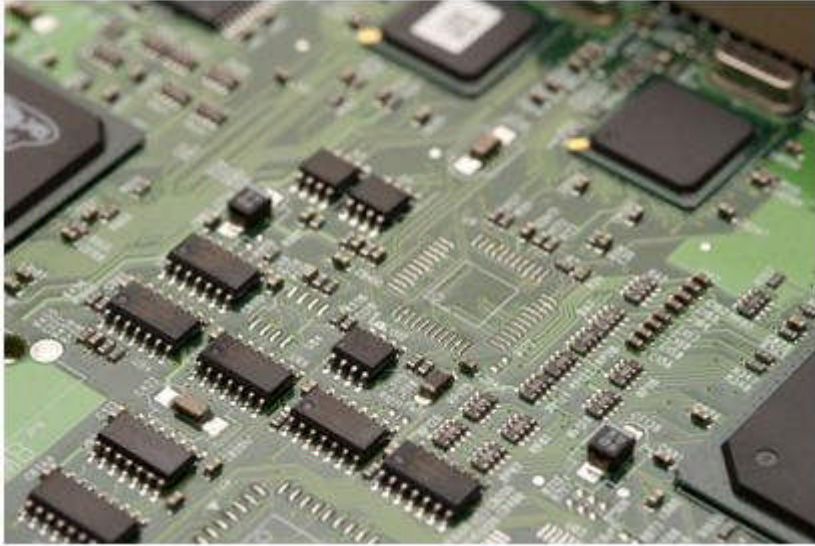
ARAŞTIRMA

- Entegrenin ne olduğunu araştırınız.

2. KÜÇÜK PAKET YAPILI ENTEGRELER

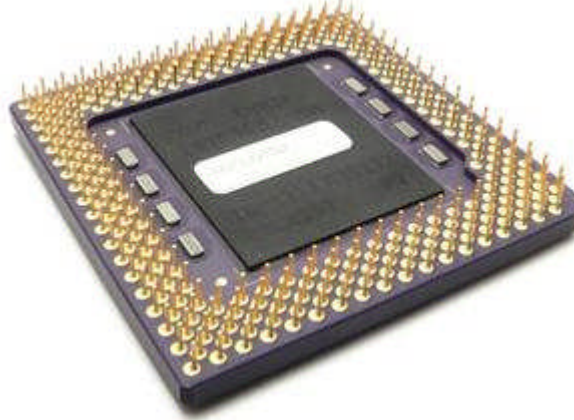
2.1. Küçük Paket Yapılı Entegreler

SMD elemanlar PCB boyutlarının küçülmesini sağlasa da karmaşık ve çok sayıda eleman içeren devreler oldukça büyük yer kaplayacaktır. Bu durum entegre adı verilen, direnç, kondansatör, diyot, transistör gibi çok sayıda elemanın aynı kılıf altında üretildiği elemanlarla çözülür. Bu elemanlar entegre içerisinde birbirine bağlanarak bir devre oluşturur. Oluşan bu devrenin uygun yerlerinden dışarıya bacaklar (pinler) çıkarılır. Daha sonra entegre metal, seramik veya plastik bir kılıfla kaplanarak dış etkenlerden korunur.



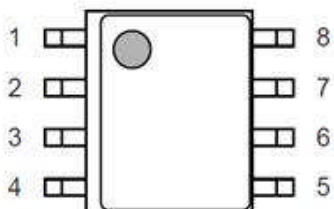
Resim 2.1: Farklı kılıflara sahip entegreler

Entegreler içerisinde lojik devre, sayıcı, hafıza birimleri, işlemci gibi pek çok farklı devreyi barındırabilir. Entegrenin içerdiği eleman sayısı ve pin sayısı, boyutunu da etkilemektedir. Bir Pentium işlemci milyonlarca transistör içerir.



Resim 2.2: İşlemci

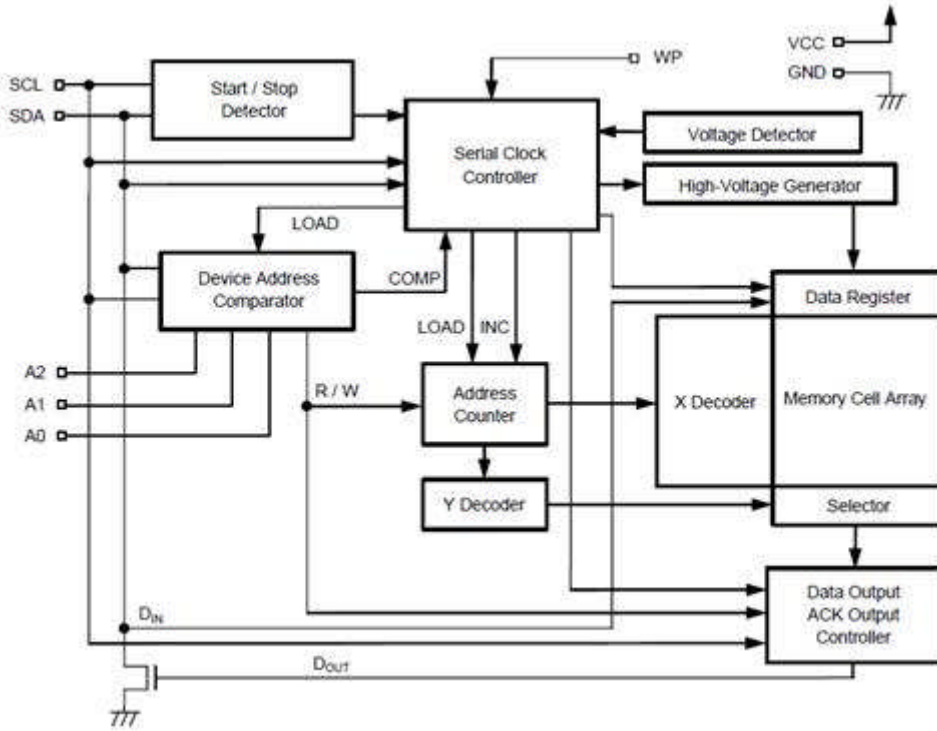
Entegre devrelerin bacak bağlantıları ve iç yapıları üreticiler tarafından datasheet olarak adlandırılan kılavuzlarda verilir. Bu bir entegrenin işlevini ve çalışmasını anlamayı kolaylaştırır.



Pin No.	Symbol	Description
1	A0	Slave address input
2	A1	Slave address input
3	A2	Slave address input
4	GND	Ground
5	SDA	Serial data I/O
6	SCL	Serial clock input
7	WP	Write protect input Connected to V _{CC} : Protection valid Open or connected to GND: Protection invalid
8	VCC	Power supply

Resim 2.3: Örnek entegre yapısı

8 pinli küçük bir hafıza entegresi içyapısında pek çok farklı birim ve eleman barındırmaktadır.



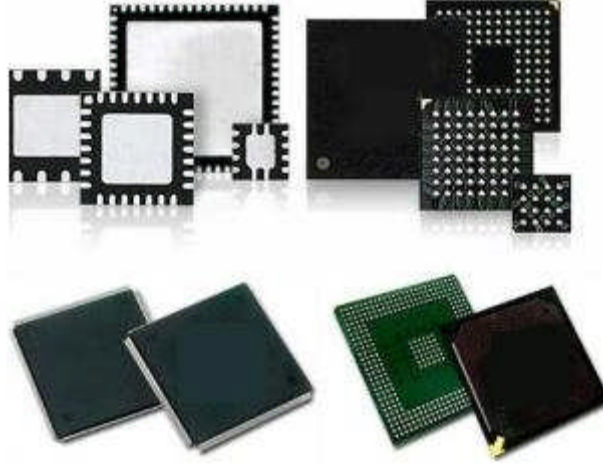
Resim 2.4: Örnek entegrenin iç yapısı

Gelişen teknoloji ile birlikte entegrelerin de boyutları küçülmeye devam etmektedir. Yeni kılıf yapıları ortaya çıkmakta, çok daha fazla sayıda eleman içeren fakat çok daha küçük boyutlarda entegreler üretilmektedir. Entegre boyutlarının küçülmesindeki en önemli etken elbette yüzey montaj teknolojisidir.



Resim 2.5: Küçülen entegre kılıfları

Yüzey montaj entegreler, artık günümüz teknolojisinin başlıca elemanları hâline gelmiştir. Yüzey montaj entegreler, pek çok kılıf yapısında karşımız çıkmaktadır. En çok kullanılan ana kılıf yapıları SOIC, PLCC, QFP, QFN ve BGA'dır.



Resim 2.6: Değişik kılıf yapıları

- **SOIC (Small Outline Integrated Circuit):** SOIC kılıflar dikdörtgen bir entegrenin iki yanında sıralanmış, martı kanadı şeklinde bacaklara sahiptir. THT teknolojisinde üretilen elemanlara göre % 30-% 50 oranında daha küçük ve % 70 oranında daha incedir. SOIC kılıflar pin sayısına göre SOIC-8, SOIC-14 gibi isimler alır.



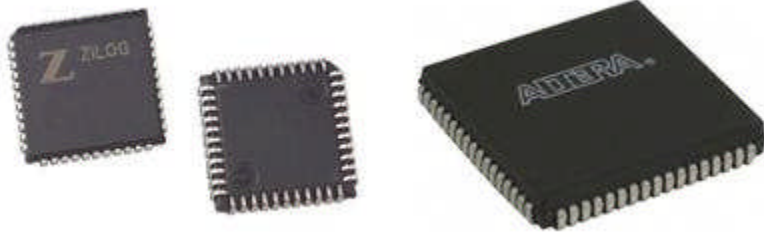
Resim 2.7: SOIC kılıf

Çok küçük pin boyutlarına sahip SOIC kılıflar TSOP (Thin Small Outline Package) olarak da isimlendirilebilmektedir.



Resim 2.8: TSOP kılıf

- **PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier):** PLCC kılıflar dörtgen bir entegrenin etrafında sıralanmış, J şeklinde pinlere sahiptir.



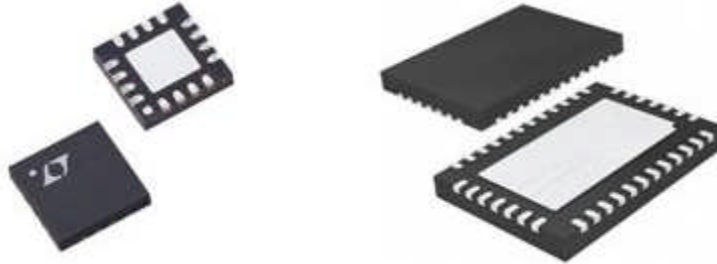
Resim 2.9: PLCC kılıf

- **QFP (Quad Flat Package):** QFP kılıflar, kare veya dikdörtgen bir entegrenin dört tarafına da sıralanmış martı kanadı şeklinde pinlere sahiptir. Pin boyutları küçültülerek 300'den fazla pine sahip QFP kılıflar yapılabilmektedir. Bu tür kılıflar TQFP (Thin Quad Flat Package) olarak da isimlendirilir.



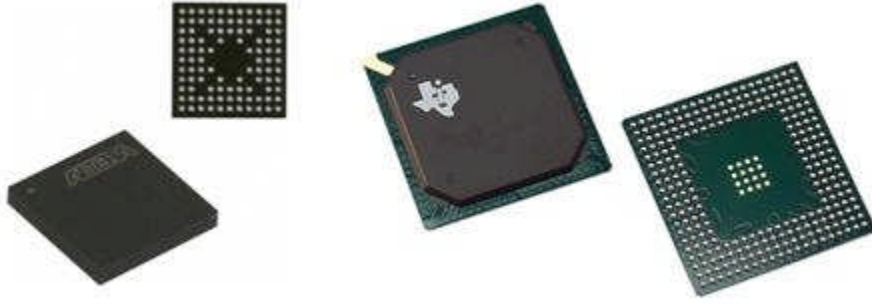
Resim 2.10: QFP kılıf

- **QFN (Quad Flat No-Lead):** QFN kılıfların pinleri bacak içermez. Pinler, doğrudan entegrenin dört tarafına dizilmiş bakır noktalardan oluşur. PCB üzerine bu pinler vasıtası ile lehimlenir. Bacak içermediği için PCB üzerinde daha az yer kaplar. Ancak lehimlenmesi QFP kılıfa göre daha zordur.



Resim 2.11: QFN kılıf

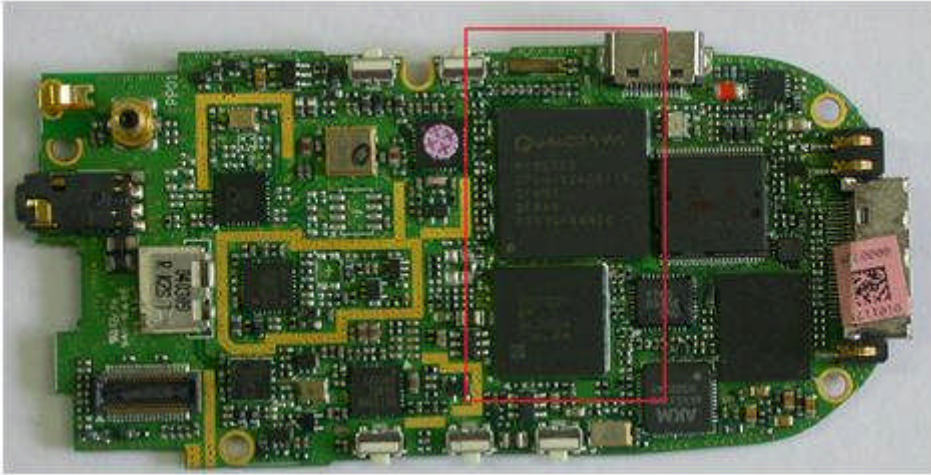
- **BGA (Ball Grid Array):** BGA, kare bir entegrenin altına düzenli şekilde yerleştirilmiş lehim toplarından oluşur. Entegreler her boyutta olabilmektedir. Lehim topları entegrenin altında bulunduğu için çok sayıda pin yerleştirilebilir. Ancak havaya ile müdahale edilmesi imkânsızdır.



Resim 2.12: BGA kılıf

PCB ile bağlantı, entegre altındaki lehim topları vasıtası ile yapıldığı için darbelere karşı dayanıksızdır. Onarım için mutlaka entegrenin sökülmesi gerekir. Tüm bunlara rağmen entegrelerin çok daha küçük boyutlarda üretilebilmeleri, BGA kılıf yapısının günümüzde en çok kullanılan kılıf yapısı olmasını sağlamaktadır.

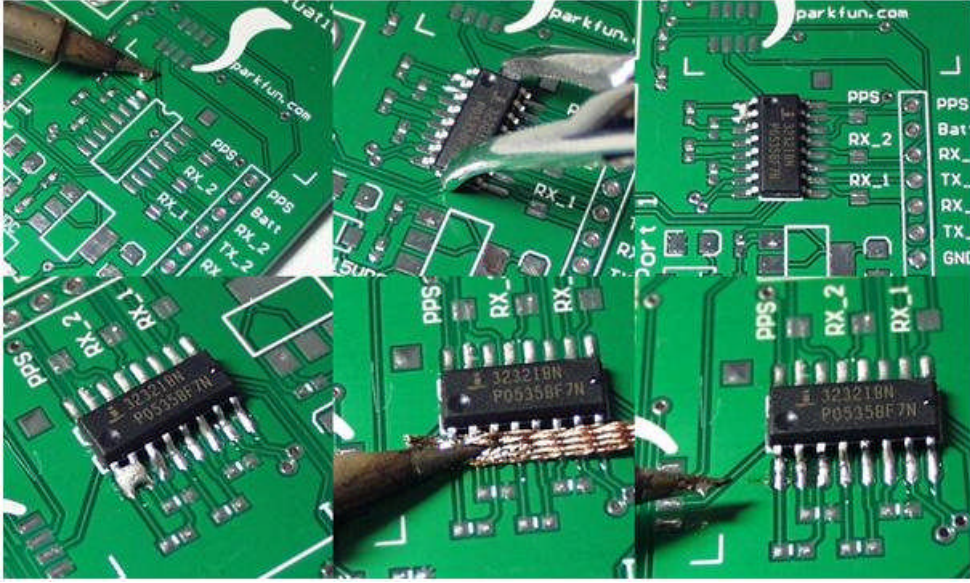
Lehim topraklarının darbelere dayanıksız olması nedeni ile BGA kılıf yapısındaki entegrelerin altına bazen, üretim sürecinde silikon sıkılmaktadır. Bu silikonlar lehim topraklarının çatlamasına engel olmakla beraber, bir arıza oluştuğunda onarımı zorlaştırmakta bazen de imkânsız hâle getirmektedir.



Resim 2.13: Altına silikon sıkılmış BGA entegreler

2.2. Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Lehimlenmesi

Yüzey montaj entegrelerin lehimlenmesinde kullanılan birinci metot, havaya ile noktadan noktaya lehimlemedir. Bu metotta, entegre bacakları tek tek lehimlenir.



Resim 2.14: Havya kullanarak yüzey montaj entegre lehimlenme

- Havya ile lehimleme J bacak tipli veya martı kanadı bacak tipli entegrelerin lehimlenmesinde kullanılır.
- Entegre devre kartı üzerindeki padler üzerine doğru bir şekilde yerleştirilir ve hizalama kontrol edilir.
- Önce havya ucu bacağı değdirilir, sonra ısınan bacağı lehim telinin ucu değdirilir.
- Lehim bacağı tam kapladığında önce lehim teli ardından havya ucu çekilir.
- Entegrenin tüm bacakları bu şekilde lehimlenir.
- Lehimleme işleminin düzgün yapıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır. Mümkünse mikroskop veya mercek kullanılır. Tüm bacakların lehimlendiğine kısa devre veya açık devre olmadığına emin olunmalıdır.
- Lehimleme hataları varsa düzeltilir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.

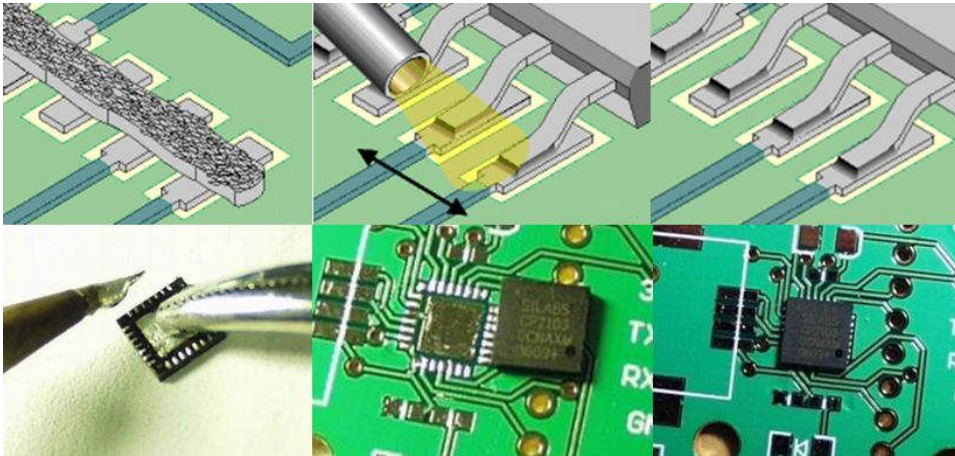
Havya ile lehimlemede kullanılan bir başka yöntem sürekli akış metodudur. Bu yöntemde havya ucu bacaklar üzerinden geçirilerek hızlı bir lehimleme işlemi yapılır. Daha hızlı olmasına karşı, uygun havya ucu ve doğru fluks kullanılmazsa kısa devrelere yol açabilir. Bu yöntemde, kesik havya ucu tercih edilmelidir. Bu uç yoksa noktadan noktaya lehim yapılması tavsiye edilir.



Resim 2.15: Sürekli akış metodu kullanarak yüzey montaj entegre lehimleme

- Sürekli akış metodu ile lehimleme J bacak tipli veya martı kanadı bacak tipli entegrelerin lehimlenmesinde kullanılır.
- Entegrenin yerleştirileceği yüzeye fluks sürülür. Fluks içeren bir lehim teli kullanılsa bile, bu yöntemde ilave fluks kullanılması tavsiye edilir. Böylece havya ucu hareket ederken bacaklar arasında kısa devre oluşması minimum düzeye inecektir.
- Entegre devre kartı üzerindeki padler üzerine doğru bir şekilde yerleştirilir ve hizalama kontrol edilir.
- Ardından havyanın ucuna, erimiş lehim dışbükey bir damla oluşturacak şekilde lehim toplanır.
- Her bir birleşim noktasına uygun lehim yapabilmek için bacakların sırası boyunca havya ucu yavaşça hareket ettirilir.
- Havya ucuna toplanan lehim fazla bekletmeden uygulanmalıdır.
- Entegrenin tüm bacakları bu şekilde lehimlenir.
- Lehimleme işleminin düzgün yapıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır. Mümkünse mikroskop veya mercek kullanılır. Tüm bacakların lehimlendiğine, kısa devre veya açık devre olmadığına emin olunmalıdır.
- Lehimleme hataları varsa düzeltilir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.

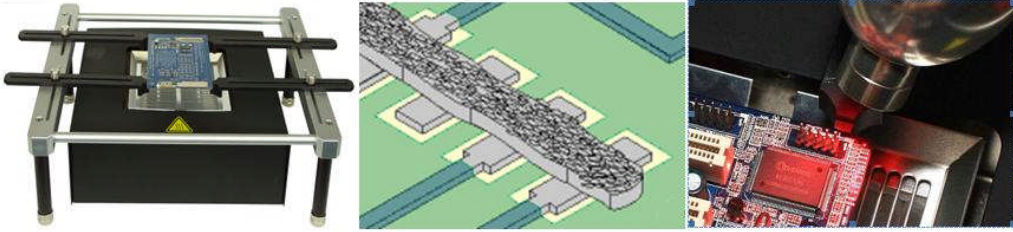
Yüzey montaj entegrelerin lehimlenmesinde kullanılan bir diğer metot, sıcak hava ile lehimlemedir. Bu metot kullanılarak tüm kılıf yapılarına sahip entegreler lehimlenebilir.



Resim 2.16: Sıcak hava kullanarak yüzey montaj entegre lehimleme

- Baskı devre kartı üzerindeki bileşenlerin yerleştirileceği padlere ince bir hat krem lehim uygulanır. Krem lehim yoksa havya ile bir miktar lehim verilir. QFN kılıf benzeri yapılarda entegrenin altına da az bir miktar lehim verilmelidir.
- Krem lehim kullanılmadıysa yüzeye yeteri kadar fluks sürülür.
- Entegre devre kartı üzerindeki padler üzerine düzgün bir şekilde yerleştirilir ve hizalama kontrol edilir.
- Sıcak hava tabancasının ucuna, lehimlenecek entegrenin kılıf yapısına uygun noozle takılır. Kılıf yapısına uygun noozle yok ise uygun büyüklükte yuvarlak noozle kullanılır.
- Sıcak hava istasyonunun sıcaklık ve hava akış hızı ayarları yapılır.
- Nozzle, entegre üzerine tam oturacak şekilde yerleştirilir ve lehimin erimesi beklenir. Yuvarlak uçlu noozle kullanılıyorsa lehim tam eritecek şekilde, tüm lehim birleşim noktaları üzerinde sıcak hava tabancası hareket ettirilir.
- Lehim erime sıcaklığına ulaştığında, sıcak hava üfleyici çekilir.
- PCB'nin soğuması beklenir.
- Lehimleme işleminin düzgün yapıldı yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır. Mümkünse mikroskop veya mercek kullanılır. Tüm bacıkların lehimlendiğine kısa devre veya açık devre olmadığına emin olunmalıdır.
- Lehimleme hataları varsa düzeltilir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.

Yüzey montaj entegrelerin lehimlenmesinde kullanılan bir diğer metot da solder-light (ışıkla lehim istasyonu) kullanmaktır.



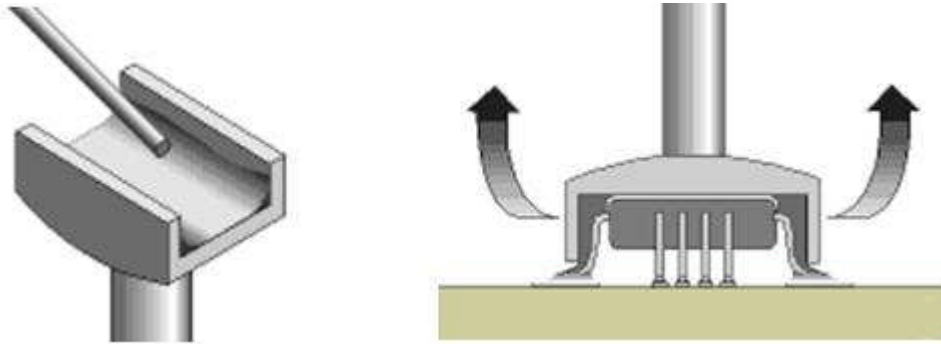
Resim 2.17: Solder-light kullanarak yüzey montaj entegrelerin lehimlenmesi

- PCB ön ısıtıcı üzerinde yer alan PCB tutucuya yerleştirilir.
- Baskı devre kartı üzerindeki bileşenlerin yerleştirileceği padlere ince bir hat krem lehim uygulanır. Krem lehim yoksa havya ile bir miktar lehim verilir. QFN kılıf benzeri yapılarda entegrenin altına da az bir miktar lehim verilmelidir.
- Krem lehim kullanılmadıysa yüzeye yeteri kadar fluks sürülür.
- Entegre devre kartı üzerindeki padler üzerine düzgün bir şekilde yerleştirilir ve hizalama kontrol edilir.
- Alt ısıtıcının ve el ısıtıcısının sıcaklık ayarları yapılır.
- Solder-light ile entegre lehimlenmeden önce PCB alt yüzeyinden yaklaşık 90 saniye ön ısıtmaya tabi tutulur.

- Ön ısıtma süreci sonunda elde tutulan ısıtıcı ile entegre üst yüzeyden ısıtmaya başlanır.
- Lehim erime sıcaklığına ulaştığında, el ısıtıcısı çekilir.
- Alt ısıtma ünitesini kapatılır ve PCB'nin soğuması beklenir.
- Lehimleme işleminin düzgün yapıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır. Mümkünse mikroskop veya mercek kullanılır. Tüm bacakların lehimlendiğine, kısa devre veya açık devre olmadığına emin olunmalıdır.
- Lehimleme hataları varsa düzeltilir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.

2.2. Küçük Paket Yapılı Entegrelerin Lehimini Sökme

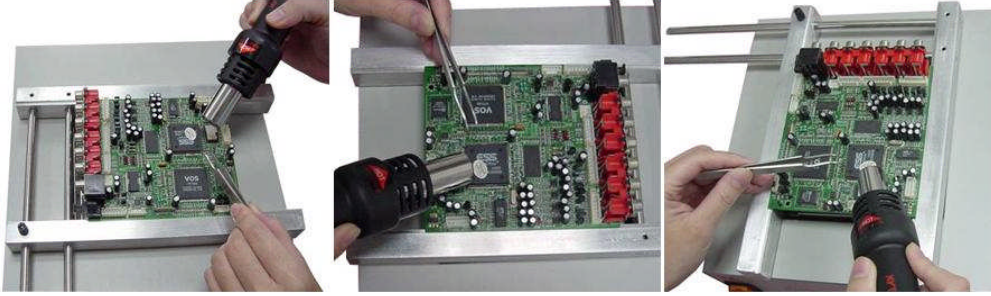
Yüzey montaj entegrelerin sökülmesinde kullanılan birinci metot, yuvalı uçlu havya kullanarak entegre sökmedir.



Resim 2.18: Havya kullanarak yüzey montaj entegrelerin sökülmesi

- Entegre için uygun olan havya ucu seçilir ve ısıtılır.
- Havya ucu ısıtıldıktan sonra boşluk olan kısma lehim eklenir ve eritilir.
- Ardından havya ucunu bileşen üzerine tam oturacak şekilde yerleştirin ve lehim tam eridikten sonra ucu çekin ve bileşeni çıkartın.
- Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyi, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizlenir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.
- Sökme işlemi sonrasında, PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır.
- Eğer bakır yollarda veya padlerde kopuk veya hasar görülürse onarımı yapılır.

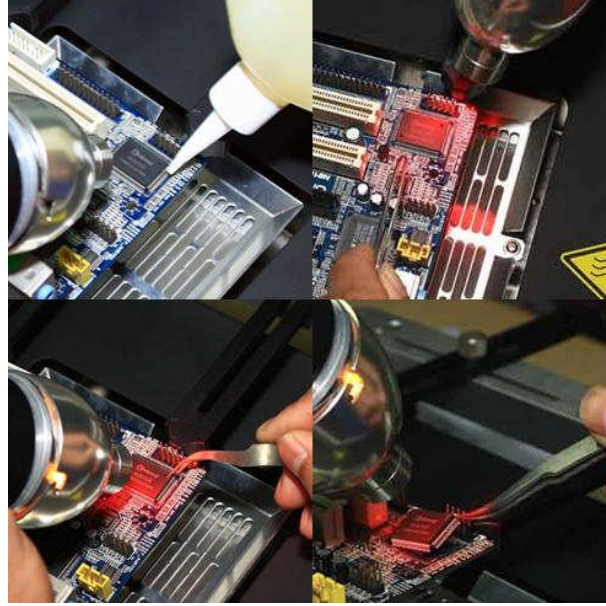
Yüzey montaj entegrelerin sökülmesinde kullanılan bir diğer metot, sıcak hava kullanarak entegre sökmedir.



Resim 2.19: Sıcak hava kullanarak yüzey montaj entegrelerin sökülmesi

- Sökülecek entegrenin bacaklarına fluks sürülür ve cımbız ile uygun konumda tutulur.
- Sıcak hava tabancasının ucuna, sökülecek entegrenin kılıf yapısına uygun noozle takılır. Kılıf yapısına uygun noozle yok ise uygun büyüklükte yuvarlak noozle kullanılır.
- Sıcak hava istasyonunun sıcaklık ve hava akış hızı ayarları yapılır. Lehimin erime sıcaklığına, üflenen havanın sıcaklığı ve havanın akış hızı ayarlanarak ulaşılır. Lehimin erime sıcaklığına ulaşma süresi sökülecek elemanın boyutlarına ve PCB ile temas yüzeyine bağlıdır. Çalışma sıcaklığı çok yüksek olursa PCB yüzeyindeki bölgesel ısı farklılıklarından dolayı bükülebilir ve PCB'nin ara katmanları da bu durumdan zarar görebilir. Sıcaklık kontrolü sağlanamaz ise PCB ve üzerindeki elemanlar yanarak onarılması mümkün olmayan hasarlar görebilir.
- Sıcaklık göstergesinden havanın ayarlanan sıcaklığa gelmesi beklenir. Ayarlanan sıcaklığa ulaşıncaya ısıtma işlemine geçilir.
- Nozzle, entgre üzerine tam oturacak şekilde yerleştirilir ve lehimin erimesi beklenir. Yuvarlak uçlu noozle kullanılıyorsa lehim tam eritecek şekilde, tüm lehim birleşim noktaları üzerinde sıcak hava tabancası hareket ettirilir.
- Lehim erime sıcaklığına ulaştığında, bir cımbız yardımı ile entgre PCB yüzeyinden alınır. Lehim erime sıcaklığına ulaşmadan entgre PCB'den ayırmaya çalışmamak gerekir. Aksi hâlde PCB üzerindeki padler ve padlere bağlı bakır yollar kalkabilir, hatta kopabilir.
- Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyi, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizlenir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.
- Sökme işlemi sonrasında PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır.
- Eğer bakır yollarda veya padlerde kopuk veya hasar görülürse onarımı yapılır.

Yüzey montaj entegrelerin sökülmesinde kullanılan bir diğer metot, solder-light kullanarak entgre sökmedir.

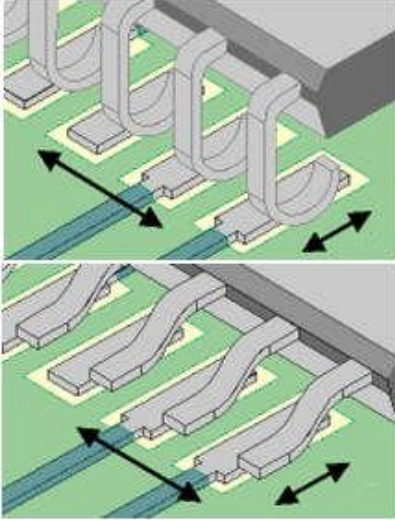
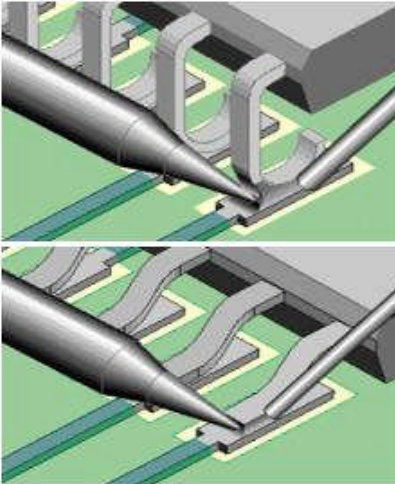


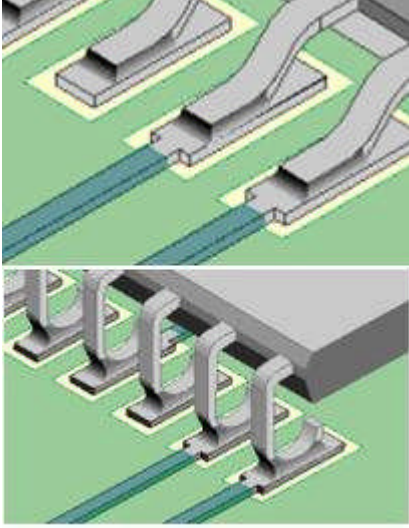
Resim 2.20: Solder-light kullanarak yüzey montaj entegrelerin sökülmesi

- PCB ön ısıtıcı üzerinde yer alan PCB tutucuya yerleştirilir.
- Alt ısıtıcının ve el ısıtıcısının sıcaklık ayarları yapılır.
- Solder-light ile entegreyi sökmeden önce PCB alt yüzeyinden yaklaşık 90 saniye ön ısıtmaya tabi tutulur.
- Ön ısıtma süreci sonunda entegrenin bacaklarına fluks sürülür.
- El ısıtıcısı ile entegre üst yüzeyden ısıtılır.
- Lehim erime sıcaklığına ulaştığında, bir cımbız yardımı ile entegre PCB yüzeyinden alınır. Lehim erime sıcaklığına ulaşmadan entegreyi PCB’ den ayırmaya çalışmamak gerekir. Aksi hâlde PCB üzerindeki padler ve padlere bağlı bakır yollar kalkabilir, hatta kopabilir.
- Alt ısıtma ünitesini kapatılır.
- Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyi, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizlenir.
- Yüzeyde kalan fluks artıkları alkol veya tiner ile temizlenir.
- Sökme işlemi sonrasında, PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapılır.
- Bakır yollarda veya padlerde kopuk veya hasar görülürse onarımı yapılır.

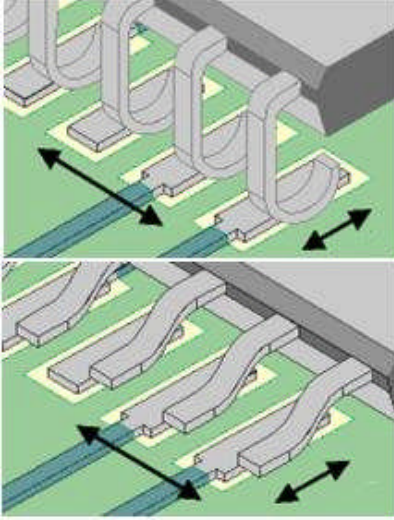
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyetini yaparak küçük paket yapılı entegrelerin monte ve demonte işlemlerini yapabileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
J bacak tipli veya martı kanadı bacak tipli yüzey montaj entegrelerin havya kullanarak lehimlenmesi	
➤ Yüzey montaj entegreyi PCB üzerinde lehimleneceği bakır noktalar üzerine doğru bir şekilde yerleştiriniz ve hizalamayı kontrol ediniz. 	➤ Havya ile J bacak tipli veya martı kanadı bacak tipli entegreler lehimlenebilir. Lehimlendiği noktalar entegrenin altında yer alan kılıfları, havya ile lehimlemeye uğraşmayın.
➤ Önce havyanın ucunu bacağa değdiriniz, sonra ısınan bacağa lehim telini uygulayınız. 	

➤ Lehim bacağı tam kapladığında önce lehim telini sonra havyanın ucunu çekiniz.	
➤ Entegrenin tüm bacaklarını bu şekilde lehimleyiniz. 	
➤ Lehimleme işleminin düzgün yapıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız.	➤ Mümkünse mikroskop veya mercek kullanın.
➤ Lehimleme hataları varsa düzeltiniz.	➤ Tüm bacakların lehimlendiğine, kısa devre veya açık devre olmadığına emin olun.
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner kullanarak temizleyiniz.	
J bacak tipli veya martı kanadı bacak tipli yüzey montaj entegrelerin havya kullanarak sürekli akış metodu ile lehimlenmesi	
➤ Entegrenin yerleştirileceği yüzeye fluks sürünüz.	➤ Sürekli akış metodu ile J bacak tipli veya martı kanadı bacak tipli entegreler lehimlenebilir. Bu yöntemde fluks içeren bir lehim teli kullanılsa bile ilave fluks kullanılması tavsiye edilir. Böylece havya ucu hareket ederken bacaklar arasında kısa devre oluşması minimum düzeye inecektir.

- Yüzey montaj entegreyi PCB üzerinde lehimleneceği bakır noktalar üzerine doğru bir şekilde yerleştiriniz ve hizalamayı kontrol ediniz.

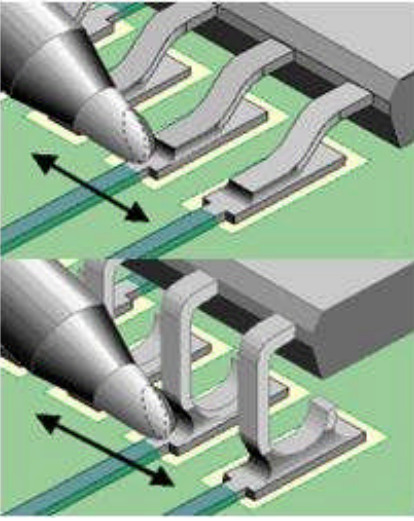
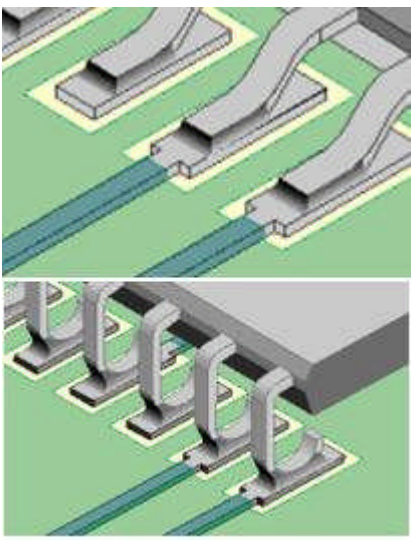


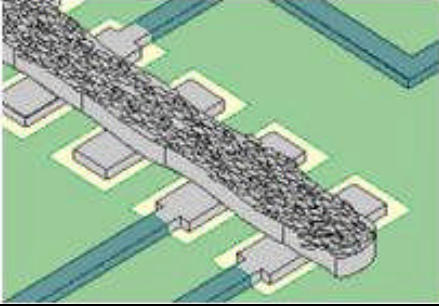
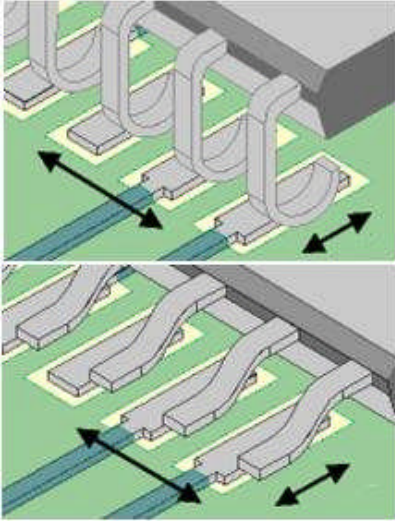
- Ardından havyanın ucuna, erimiş lehim dışbükey bir damla oluşturacak şekilde lehim toplayınız.

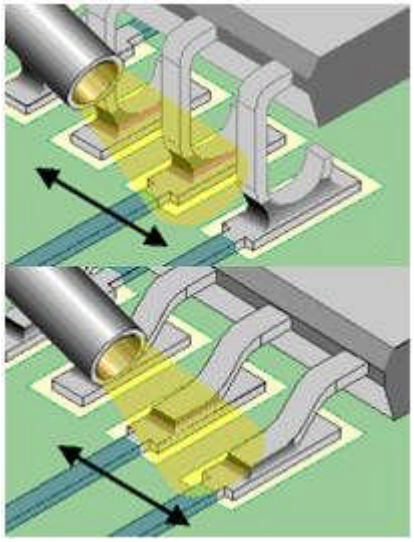


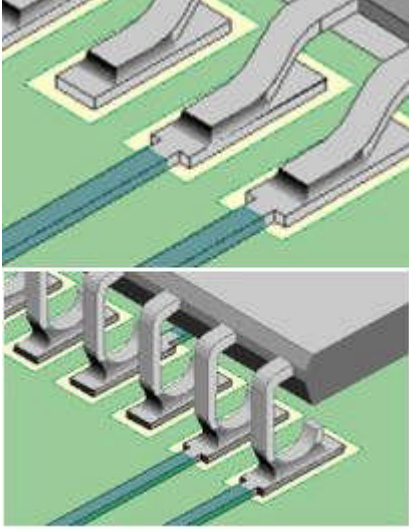
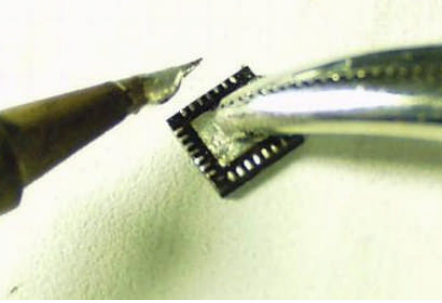
- Havya ucuna toplanan lehim fazla bekletmeden uygulanmalıdır.

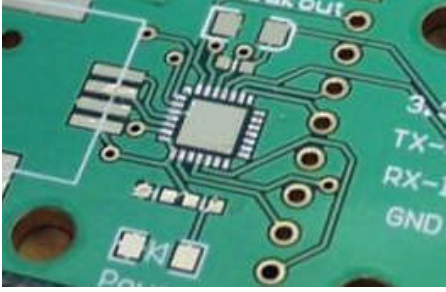
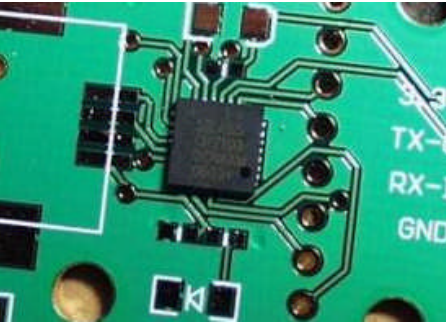
- Her bir bileşim noktasına uygun lehim yapabilmek için bacakların sırası boyunca havya ucunu yavaşça hareket ettiriniz.

	
➤ Entegrenin tüm bacaklarını bu şekilde lehimleyiniz. 	
➤ Lehimleme işleminin düzgün yapıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız.	➤ Mümkünse mikroskop veya mercek kullanın.
➤ Lehimleme hataları varsa düzeltiniz.	➤ Tüm bacakların lehimlendiğine, kısa devre veya açık devre olmadığına emin olun.
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner kullanarak temizleyiniz.	

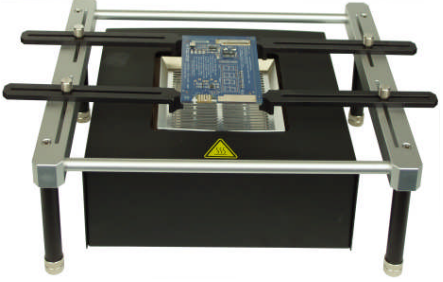
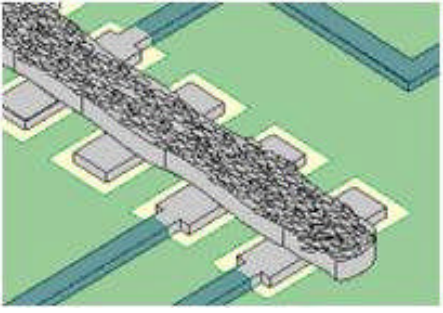
J bacak tipli veya martı kanadı bacak tipli yüzey montaj entegrelerin sıcak hava kullanarak lehimlenmesi	
➤ Baskı devre kartı üzerinde entegrenin yerleştirileceği bakır noktalara ince bir hat krem lehim uygulayınız. 	➤ Krem lehim yoksa havya ile bir miktar lehim uygulayabilirsiniz.
➤ Krem lehim kullanmadıysanız yüzeye yeteri kadar fluks sürünüz.	➤ Krem lehim kullanıldıysa zaten fluks içerdiğinden ekstra fluks gerektirmez.
➤ Yüzey montaj entegreyi PCB üzerinde lehimleneceği bakır noktalar üzerine doğru bir şekilde yerleştiriniz ve hizalamayı kontrol ediniz. 	
➤ Sıcak hava tabancasının ucuna, lehimlenecek entegrenin kılıf yapısına uygun nozzle takınız.	➤ Kılıf yapısına uygun nozzle yok ise uygun büyüklükte yuvarlak nozzle kullanın.

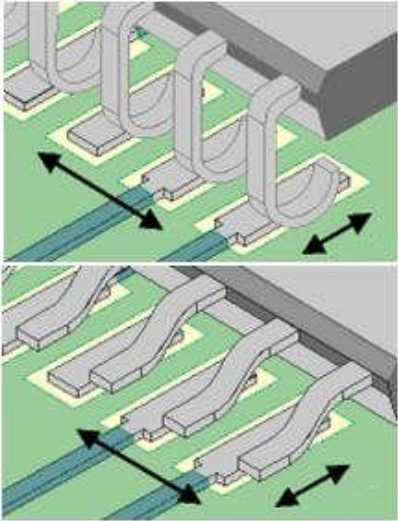
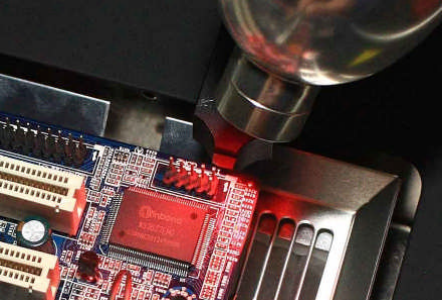
	
➤ Sıcak hava istasyonunun sıcaklık ve hava akış hızı ayarlarını yapınız. 	
➤ Sıcak hava tabancasının ucunu (nozzle), entegre üzerine tam oturacak şekilde yerleştiriniz ve lehimin erimesini bekleyiniz. 	➤ Yuvarlak ucu nozzle kullanıyor iseniz lehim tam eritecek şekilde sıcak hava tabancasının ucunu tüm birleşim noktaları üzerinde hareket ettirmelisiniz. Bu işlemi yaparken bileğinizi kullanarak sıcak hava tabancasının ucunu entegre etrafında, dairesel veya elipssel şekilde hareket ettirmeniz en uygun yöntem olacaktır.

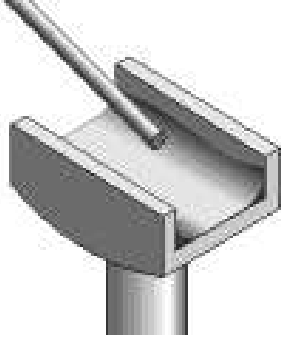
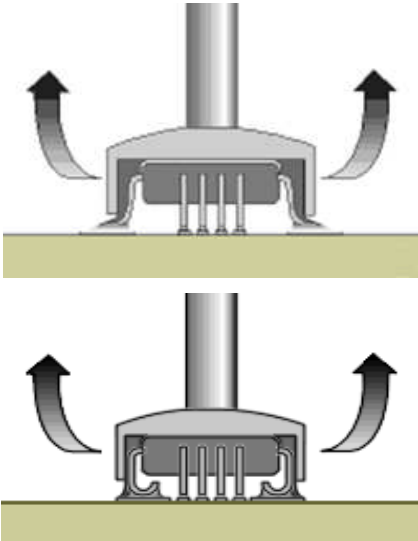
➤ Lehim erime sıcaklığına ulaştığında, sıcak hava tabancasını çekiniz.	
➤ PCB'nin soğumasını bekleyiniz.	
➤ Lehimleme işleminin düzgün yapıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız. 	➤ Mümkünse mikroskop veya mercek kullanın.
➤ Lehimleme hataları varsa düzeltiniz.	➤ Tüm bacakların lehimlendiğine, kısa devre veya açık devre olmadığına emin olun.
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner kullanarak temizleyiniz.	
QFN kılıf yapısına ve benzer kılıf yapılarına sahip yüzey montaj entegrelerin sıcak hava kullanarak lehimlenmesi	
➤ Lehimlenecek entegrenin altına az miktarda lehim uygulayınız. 	
➤ Aynı şekilde, baskı devre kartı üzerinde entegrenin yerleştirileceği bakır noktalara ince bir hat krem lehim uygulayınız.	➤ Krem lehim yoksa havya ile bir miktar lehim uygulayabilirsiniz.

	
➤ Yüzey montaj entegreyi yerleştirmeden önce ön lehimleme yaptığımız yüzeye fluks sürünüz. 	
➤ Yüzey montaj entegreyi PCB üzerinde lehimleneceği bakır noktalar üzerine doğru bir şekilde yerleştiriniz ve hizalamayı kontrol ediniz. 	
➤ Sıcak hava tabancasının ucuna, lehimlenecek entegrenin kılıf yapısına uygun nozzle takınız.	➤ Kılıf yapısına uygun nozzle yok ise uygun büyüklükte yuvarlak nozzle kullanın.

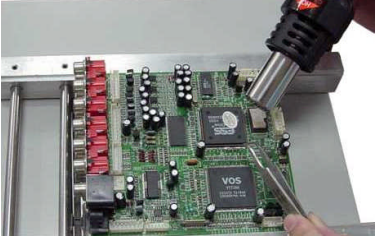
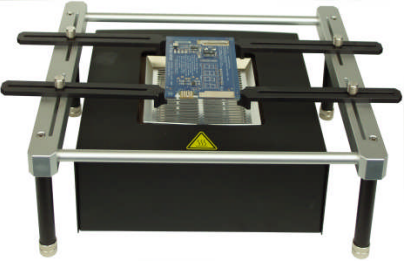
	
➤ Sıcak hava istasyonunun sıcaklık ve hava akış hızı ayarlarını yapınız. 	
➤ Sıcak hava tabancasının ucunu (nozzle), entegre üzerine tam oturacak şekilde yerleştiriniz ve lehimin erimesini bekleyiniz.	➤ Yuvarlak ucu nozzle kullanıyor iseniz lehim tam eritecek şekilde sıcak hava tabancasının ucunu entegre üzerinde hareket ettiriniz. Bu işlemi yaparken bileğinizi kullanarak sıcak hava tabancasının ucunu entegre etrafında, dairesel veya elipssel şekilde hareket ettirmeniz en uygun yöntem olacaktır.
➤ Lehim erime sıcaklığına ulaştığında, sıcak hava tabancasını çekiniz.	
➤ PCB'nin soğumasını bekleyiniz.	
➤ Lehimleme işleminin düzgün yapıldığını anlamak için görsel denetleme yapınız.	➤ Mümkünse mikroskop veya mercek kullanın.
➤ Lehimleme hataları varsa düzeltiniz.	➤ Tüm bacakların lehimlendiğine, kısa devre veya açık devre olmadığına emin olun.
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner kullanarak temizleyiniz.	

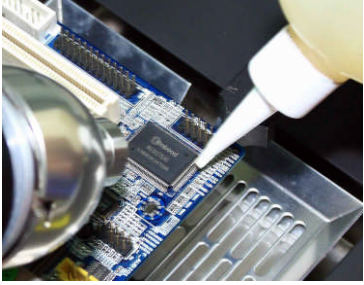
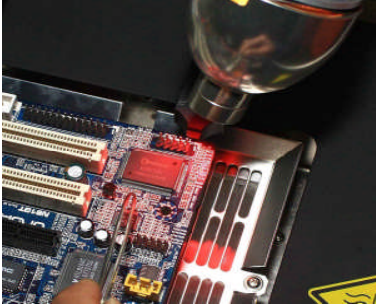
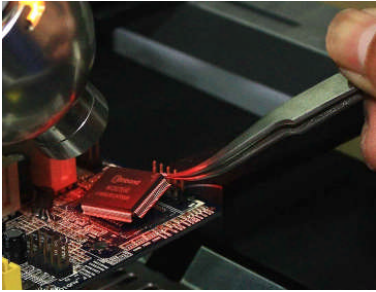
Yüzey montaj entegrelerin solder-light kullanarak lehimlenmesi	
➤ Baskı devre kartını ön ısıtıcı üzerinde yer alan PCB tutucuya yerleştiriniz. 	
➤ Baskı devre kartı üzerinde entegrenin yerleştirileceği bakır noktalara ince bir hat krem lehim uygulayın. 	➤ Krem lehim yoksa havaya ile bir miktar lehim uygulayabilirsiniz.
➤ Krem lehim kullanmadıysanız yüzeye yeteri kadar fluks sürünüz.	➤ Krem lehim kullanıldıysa zaten fluks içerdiğinden ekstra fluks gerektirmez.
➤ Yüzey montaj entegreyi PCB üzerinde lehimleneceği bakır noktalar üzerine doğru bir şekilde yerleştiriniz ve hizalamayı kontrol ediniz.	

	
➤ Alt ısıtıcının ve el ısıtıcısının sıcaklık ayarlarını yapınız.	
➤ Solder-light ile entegreyi lehimlemeden önce baskı devre kartını alt ısıtıcıyı kullanarak yaklaşık 90 saniye ön ısıtmaya tabi tutunuz.	
➤ Ön ısıtma süreci sonunda, el ısıtıcısını kullanarak entegreyi üst yüzeyden ısıtınız.	
	
➤ Lehim erime sıcaklığına ulaştığında el ısıtıcısını çekiniz.	
➤ Alt ısıtma ünitesini kapatınız ve PCB'nin soğumasını bekleyiniz.	
➤ Lehimleme işleminin düzgün yapılıp yapılmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız.	➤ Mümkünse mikroskop veya mercek kullanın.
➤ Lehimleme hataları varsa düzeltiniz.	➤ Tüm bacakların lehimlendiğine, kısa devre veya açık devre olmadığına emin olun.

➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner kullanarak temizleyiniz.	
J bacak tipli veya martı kanadı bacak tipli yüzey montaj entegrelerin havya kullanarak sökülmesi	
➤ Entegre için uygun havya ucunu seçiniz ve ısıtınız.	
➤ Havya ucu ısındıktan sonra boşluk olan kısma lehim ekleyiniz ve eritiniz. 	
➤ Ardından havyanın ucunu entegrenin üzerine tam oturacak şekilde yerleştiriniz ve lehim tam eridikten sonra ucu çekip entegreyi çıkartınız. 	
➤ Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyini, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizleyiniz.	
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner ile temizleyiniz.	

➤ Sökme işlemi sonrasında, PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız.	
➤ Eğer bakır yollarda ve bakır noktalarda kopuk veya hasar görürseniz onarınız.	
Yüzey montaj entegrelerin sıcak hava kullanarak sökülmesi	
➤ Sökülecek entegrenin bacaklarına fluks sürünüz ve cımbız ile entegreyi uygun konumda tutunuz.	
➤ Sıcak hava tabancasının ucuna, sökülecek entegrenin kılıf yapısına uygun nozzle takınız. 	➤ Kılıf yapısına uygun nozzle yok ise uygun büyüklükte yuvarlak nozzle kullanın.
➤ Sıcak hava istasyonunun sıcaklık ve hava akış hızı ayarlarını yapınız. 	➤ Lehimin erime sıcaklığına, üflenen havanın sıcaklığı ve havanın akış hızı ayarlanarak ulaşılır. Lehimin erime sıcaklığına ulaşma süresi sökülecek elemanın boyutlarına ve PCB ile temas yüzeyine bağlıdır. Çalışma sıcaklığı çok yüksek olursa PCB yüzeyindeki bölgesel ısı farklılıklarından dolayı bükülebilir ve PCB'nin ara katmanları da bu durumdan zarar görebilir. Sıcaklık kontrolü sağlanamaz ise PCB ve üzerindeki elemanlar yanarak onarılması mümkün olmayan hasarlar görebilir.
➤ Sıcaklık göstergesinden havanın uygun sıcaklığa gelmesini bekleyiniz.	➤ Ayarlanan sıcaklığa ulaşılmadan ısıtma işlemine geçilmemelidir.
➤ Ayarlana sıcaklığa ulaştınca ısıtma işlenme geçiniz.	➤ Yuvarlak ucu nozzle kullanıyor iseniz lehim tam eritecek şekilde sıcak hava tabancasının ucunu entegre üzerinde hareket ettiriniz. Bu işlemi yaparken

	bileğinizi kullanarak sıcak hava tabancasının ucunu entegre etrafında, dairesel veya elipsssel şekilde hareket ettirmeniz en uygun yöntem olacaktır.
➤ Lehim erime sıcaklığına ulaştığında bir cımbız yardımı ile entegreyi PCB yüzeyinden alınız.	➤ Lehim erime sıcaklığına ulaşmadan entegreyi PCB'den ayırmaya çalışmamak gerekir. Aksi hâlde PCB üzerindeki bakır noktalar ve bunlara bağlı bakır yollar kalkabilir, hatta kopabilir.
➤ Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyini, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizleyiniz.	
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner ile temizleyiniz.	
➤ Sökme işlemi sonrasında, PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız.	
➤ Bakır yollarda ve bakır noktalarda kopuk veya hasar görürseniz onarınız.	
Yüzey montaj entegrelerin solder-light kullanarak sökülmesi	
➤ Baskı devre kartını ön ısıtıcı üzerinde yer alan PCB tutucuya yerleştiriniz. 	
➤ Alt ısıtıcının ve el ısıtıcısının sıcaklık ayarlarını yapınız.	
➤ Solder-light ile entegreyi sökmeden önce baskı devre kartını alt ısıtıcıyı kullanarak yaklaşık 90 saniye ön ısıtmaya tabi tutunuz.	
➤ Ön ısıtma süreci sonunda entegrenin bacalarına fluks sürünüz.	

	
➤ El ısıtıcısını kullanarak entegreyi üst yüzeyden ısıtınız. 	
➤ Lehim erime sıcaklığına ulaştığında bir cımbız yardımı ile entegreyi PCB yüzeyinden alınız. 	➤ Lehim erime sıcaklığına ulaşmadan entegreyi PCB'den ayırmaya çalışmamak gerekir. Aksi hâlde PCB üzerindeki bakır noktalar ve bunlara bağlı bakır yollar kalkabilir, hatta kopabilir.
➤ Söküm işlemi sonrasında metal lehimleme yüzeyini, lehim emme teli ile kalan artık lehimlerden temizleyiniz.	
➤ Yüzeyde kalan fluks artıklarını alkol veya tiner ile temizleyiniz.	
➤ Sökme işlemi sonrasında PCB üzerinde hasar olup olmadığını anlamak için görsel denetleme yapınız.	
➤ Bakır yollarda ve bakır noktalarda kopuk veya hasar görürseniz onarınız.	

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Havyanın sıcaklığını doğru ayarlayabildiniz mi?		
2. Sıcak hava tabancasının sıcaklığını ve hava akış hızını doğru ayarlayabildiniz mi?		
3. Lehimleme öncesinde yüzey montaj entegreyi hizalayabildiniz mi?		
4. Gereken yerlerde fluks kullanabildiniz mi?		
5. Doğru nozzle seçimi yapabildiniz mi?		
6. Doğru havya ucu seçimi yapabildiniz mi?		
7. Havya kullanarak entegre lehimleyebildiniz mi?		
8. Sürekli akış metodu ile entegre lehimleyebildiniz mi?		
9. Sıcak hava tabancası kullanarak entegre lehimleyebildiniz mi?		
10. Solder-light kullanarak entegre lehimleyebildiniz mi?		
11. Havya kullanarak entegre sökebildiniz mi?		
12. Sıcak hava istasyonu kullanarak entegre sökebildiniz mi?		
13. Solder-light kullanarak entegre sökebildiniz mi?		
14. Sökme işlemi sonrasında lehim emme teli kullanarak artık lehimleri temizleyebildiniz mi?		
15. Baskılı devre kartına zarar vermeden sökme işlemini bitirebildiniz mi?		
16. Yüzeyde kalan artıkları alkol veya tiner kullanarak temizleyebildiniz mi?		
17. Mikroskop veya mercek kullanarak görsel kontrol yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. () SOIC kılıflar dikdörtgen bir entegrenin iki yanında sıralanmış, martı kanadı şeklinde bacaklara sahiptir.
2. () THT teknolojisinde üretilen elemanlara göre % 10-% 20 oranında daha küçük ve % 30 oranında daha incedir.
3. () PLCC kılıflar beşgen bir entegrenin etrafında sıralanmış, J şeklinde pinlere sahiptir.
4. () Lehim toplarının darbelere dayanıksız olması nedeni ile BGA kılıf yapısındaki entegrelerin altına bazen, üretim sürecinde silikon sıkılmaktadır.
5. () Nozzle, entegre üzerine tam oturacak şekilde yerleştirilir ve lehimin erimesi beklenir.

DEĞERLENDİRME

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

MODÜL DEĞERLENDİRME

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. SMD elemanları birbirinden ayırt ettiniz mi?		
2. SMD elemanları okuyabildiniz mi?		
3. Küçük paket yapıli entegreleri okuyabildiniz mi?		
4. Lehimlenecek yüzey montaj elemana uygun lehimleme tekniğini seçebildiniz mi?		
5. Sökülecek yüzey montaj elemana uygun sökme tekniğini seçebildiniz mi?		
6. Ayarlı havya istasyonu okuyabildiniz mi?		
7. Sıcak hava istasyonu okuyabildiniz mi?		
8. Solder-light okuyabildiniz mi?		
9. Doğru fluks seçimi yapabildiniz mi?		
10. Her türlü SMD elemanı lehimleyebildiniz mi?		
11. Her türlü SMD elemanı sökebildiniz mi?		
12. Her türlü yüzey montaj entegreyi lehimleyebildiniz mi?		
13. Her türlü yüzey montaj entegreyi sökebildiniz mi?		
14. Lehim artılarını temizleme işlemini doğru bir şekilde (PCB yüzeyine zarar vermeden) yapabildiniz mi?		
15. İzopropil alkol veya selülozik tiner kullanarak PCB yüzeyini doğru bir şekilde (artıksız bir yüzey) temizleyebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

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

1. () Eski baskılı devre kartları THT teknolojisi ile üretilirken günümüzde bunun yerini çoğunlukla SMT teknolojisi ile üretilen kartlar almıştır.
2. () SMD malzemelerin kılıf yapıları, JACOB adı verilen bir organizasyon tarafından belli bir standarda bağlanmıştır.
3. () Katmanlar üzerinde yer alan bakır yolların diğer katmanlarda yer alan bakır yollarla bağlantısı pad olarak adlandırılan içi kalay kaplı delikler yardımı ile olur.
4. () SMD diyotlarda en çok kullanılan kılıf yapıları “SOD” ve “MELF”dir.
5. () Jel fluks, lehimlenen yüzeye daha iyi yapışır.
6. () THT teknolojisinde üretilen elemanlara göre % 10-% 20 oranında daha küçük ve % 30 oranında daha incedir.
7. () Lehim toplarının darbelere dayanıksız olması nedeni ile BGA kılıf yapısındaki entegrelerin altına bazen üretim sürecinde silikon sıkılmaktadır.
8. () Nozzle, entegre üzerine tam oturacak şekilde yerleştirilir ve lehimin erimesi beklenir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyetlere geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1-İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru

KAYNAKÇA

- Analog Devre Elemanları, MEGEP
- Lehimleme ve Baskı Devre, MEGEP