

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**ELEKTRİK – ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ
ALANI**

LEHİMLEME VE BASKI DEVRE

Ankara, 2018

- Bu bireysel öğrenme materyali, Mesleki ve Teknik Eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmıştır.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	2
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	4
1. LEHİMLEMEDE KULLANILAN MALZEMELER	4
1.1. Lehimleme	4
1.2. Lehimlemede Kullanılan Elemanlar	5
1.2.1. Lehim (Lehim Teli)	5
1.2.2. Lehim Pastası	6
1.2.3. Hava	7
1.2.4. Lehim Pompası	11
1.2.5. Hava Altıkları	12
1.2.5. Sıcak Hava İstasyonu	12
1.2.6. Hava Ucu Temizleme Teli	13
1.2.7. IR-DA İstasyonu	14
1.2.8. Rework İstasyonu	14
1.2.9. Isıtıcı	15
1.2.10. Flux	15
1.2.11. Cımbızlar	16
1.2.12. Mikroskop	16
1.2.13. Lehim Sökme Teli (Mas Teli) (Solder Wick)	17
1.2.14. Isopropanol (İzopropil Alkol)	17
1.3. Lehimleme Çeşitleri	18
1.3.1. Yumuşak Lehimleme	18
1.3.2. Sert Lehimleme	18
1.4. Lehimleme Yöntemleri	18
1.4.1. Lehim Yerinin Temizlenmesi	18
1.4.2. Hava Ucunun Lehimlemeye Hazırlanması	19
1.4.3. Lehimlemenin Yapılması	19
1.4.4. Uygulamanın Kontrolü	21
1.4.5. Tellerin Kesilmesi	22
1.5. İyi Bir Lehimlemede Olması Gereken Özellikler	23
1.6. Devre Elemanlarının Lehimlenmesi	23
1.6.1. Elektronik Devre Elemanlarını (Diyot, Direnç, Entegre vb.) Lehimlenmesi ..	23
1.6.2. Üniversal Plaket Üzerinde Nokta Lehimleme	24
1.6.3. İletken Uçlarının Lehimlenmesi (Ön Lehimleme)	25
1.6.4. İletkenlerin Birbirine Lehimlenmesi	26
1.6.5. Devre Elemanlarının Plaket Üzerine Lehimlenmesi	26
1.6.6. Entegrelerin Plaket Üzerine Lehimlenmesi	27
1.7. Lehim Sökmede Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	27
DEĞERLER ETKİNLİĞİ	31
UYGULAMA FAALİYETİ	32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	47
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	49
2. BASKI DEVRE	49

2.1. Baskı Devre.....	49
2.2. Baskı Devre Plaketi ve Yapısı	51
2.3. Baskı Devre Plaketinin Boyutlandırılması.....	54
2.4. Yerleştirilme Şekli ve Montaj Ölçülerinin Ayarlanması	55
2.5. Baskı Devre Plaketinin Hazırlanması	56
2.5.1. Giyotin Makasla Kesme	56
2.5.2. Maket Bıçağı ile Kesme	56
2.5.3. Testere ile Kesme	57
2.6. Patern Oluşturma ve Aşamaları	57
2.7. Paternin Baskı Devre Plakete Aktarıma Yöntemleri	60
2.7.1. Baskı Devre Kalem Metodu.....	61
2.7.2. Foto Rezist Metodu	62
2.7.3. Serigrafi Metodu	62
2.8. Patern Oluştururken Dikkat Edilecek Hususlar	64
DEĞERLER ETKİNLİĞİ.....	65
UYGULAMA FAALİYETİ	66
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	75
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	76
3. BASKI DEVRE UYGULAMASI.....	76
3.1. Paternin Plaket Üzerine Aktarıma Yöntemleri	76
3.2. Pozlandırma İşlemi	76
3.2.1. Foto Rezist Yönteminde Pozlandırma İşlemi.....	76
3.2.2. Serigrafi Yönteminde Pozlandırma İşlemi	79
3.3. Plaketin Banyo İşlemi	79
3.4. Plaketin Aside Atılması İşlemi	80
3.4. Plaketin Delinmesi	82
3.5. Plaket Üzerine Devre Elemanlarının Montajı.....	83
UYGULAMA FAALİYETİ	85
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	97
MODÜL DEĞERLENDİRME	106
CEVAP ANAHTARLARI.....	108
KAYNAKÇA	110

AÇIKLAMALAR

ALAN	Elektrik – Elektronik Teknolojisi Alanı
DAL	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Lehimleme ve Baskı Devre
MODÜLÜN SÜRESİ	40/36
MODÜLÜN AMACI	Bireye/öğrenciye iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda lehim yapma ve baskı devre hazırlama ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırılması amaçlanmaktadır.
MODÜLÜN ÖĞRENME KAZANIMLARI	<ol style="list-style-type: none">1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak işe uygun lehimleme ekipmanları ile tekniğine uygun lehimleme yapabileceksiniz.2. Yapılacak devrenin ideal ölçülerinde, patern çıkarma kurallarına uygun olarak baskı devre paterni çıkarabileceksiniz.3. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alıp pozlandırma, asit banyosu ve delme işlemlerini tekniğine uygun kullanarak baskı devre plaketini yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Ortam: Atölye, laboratuvar, her türlü elektrik ve elektronik cihazların bakım ve onarımını yapan iş yerleri.</p> <p>Donanım: Bilgisayar ve çizim programları, sınıf kütüphanesi, çalışma masası, el takımları, lehim teli, havya, lehim sökme istasyonu, baskı devre kalemi, kimyasal maddeler.</p>
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	<p>Bireysel öğrenme materyal içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.</p> <p>Öğretmen, konunun sonunda, size ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, vb.) kullanarak konu uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendireceksiniz.</p>

GİRİŞ

Sevgili Öğrencimiz,

Elektrik-elektronik alanında bulunan meslek dallarında en çok kullanılan materyalden biridir. Elektronik elemanların ve iletkenlerin doğru bir şekilde lehimlenmesi önemlidir. Endüstrinin her alanı elektronikle ilgilidir. Devre tasarımı yapmak, elektronik elemanları lehimlemek ve devrenin çalışmasını görmek çok zevklidir. Herkes elektronik cihazları tanıyabilir ama kimse nasıl yapıldığını ve devrelerinin nasıl birleştirildiğini bilmez. Buna göre, gerekli alt yapısı olmayan insanların sektörde çalışması mümkün olmayacaktır. Elektronik elemanların bir araya getirilip bir devre oluşturulması fırıncının ekmek yapması kadar özen gerektiren bir iş olsa da yine de alınan zevk hep aynı olmaktadır.

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak işe uygun lehimleme ekipmanları ile tekniğine uygun lehimleme yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Lehimlemenin nasıl ve hangi işlem sıralamasında yapıldığını araştırıp maddeler halinde açıklayarak sınıfta paylaşınız.
- İyi bir havyada olması gereken hususların neler olabileceğini araştırınız.
- Bozuk bir elektronik devre elemanını fark ettiniz ve karttan sökülmesi gerekmektedir. Acaba bunu sökebilmek için neler yapılmalıdır?

1. LEHİMLEMEDE KULLANILAN MALZEMELER

1.1. Lehimleme

Elektronik devrelerde bir sistemi oluşturmak için; elamanları ve tellerini birbirine tutturmak amacıyla belirli sıcaklıklarda eriyebilen tellere **lehim** denir. Lehimlerin sayesinde elektrik akımı devrelerin içerisinde elamanları çalıştıracak şekilde dolaşabilecektir.



Fotoğraf 1.1: Lehimleme

1.2. Lehimlemede Kullanılan Elemanlar

1.2.1. Lehim (Lehim Teli)

Elektrik ve elektronik sektöründe kullanılan lehim teli idealde %63 kalay ve %37 kurşun metallerinin karışımından oluşturulmuştur. Lehim telinin içindeki kalay miktarı arttıkça kalite yükselmektedir. Çünkü erime sıcaklığı kalay çoğaldıkça azalmaktadır. Lehimin kalitesi kullanılacağı devrenin hassaslığına göre değişmektedir.



Fotoğraf 1.2: Lehim Telleri

Elektrik-elektronik devrelerin bağlantılarının birbirine tutturulmasında yumuşak lehimleme kullanılır. Yumuşak lehimde direnç değerinin çok düşük olması, elektrik akımının iletilmesini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Lehim telleri kalınlıklarına göre de çeşitlendirilebilir. Buna göre 0,75 mm² - 1 mm² - 1,20 mm² ve 1,60 mm² çaplarında üretilebilirler. Tüp veya makara olarak piyasada satılmaktadırlar. Makaralar 100 gr, 200 g veya 500 g olabilir (fotoğraf 1.2). Tablo 1.1’de lehim telinde olması gereken özellikler görülmektedir.

Lehim karışım oranı (Ag: Gümüş, Sn: Kalay, Pb: kurşun, Cu: Bakır, Cd: Kadmiyum, Zn: Çinko)	Ergime ısı (°C)	Lehimleme sıcaklığı (°C)	Uygulama yerleri	Lehimleme işlemi
%63 Sn- %37 Pb	183 °C	220–230 °C	Hassas elektronik gereçler	Sızdırmalı lehimleme
%60 Sn- %40 Pb	190 °C	240–250 °C	Elektronik devre elamanları	Yumuşak lehimleme
%50 Sn- %50 Pb	215 °C	260–280 °C	Elektronik devreler ve ince iletkenler	Yumuşak lehimleme
%40 Sn- %60 Pb	238 °C	280–300 °C	Kalın iletkenler ve iri lehimler	Orta sert lehimleme
%40 Ag- %20 Cd-%19 Cu-%21 Zn	620 °C	700–750 °C	Bakır, Nikel, Çelik ve alaşımlarında	Sert lehimleme

Tablo 1.1: Lehim teli ile ilgili özellikler tablosu

1.2.2. Lehim Pastası

İletkenleri birbirine tutturabilmek için lehim pastası kullanılmalıdır. Lehim pastası kusursuz bir lehimleme için önemlidir. Lehim yapılırken metal yüzeyin temizlenmesi ve ısınmadan dolayı tekrar oluşabilecek oksitlenmeleri önlemek için lehim pastası kullanılır. Lehim pastası, katı durumda satılmaktadır. Erime ısıları lehime göre daha düşüktür. Bu nedenle lehimleme işleminden önce çok çabuk olarak uçucu gaz haline dönüşmektedir.



Fotoğraf 1.3: Lehim Pastası

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

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

Lehim tellerini elektronik parça satan dükkânlardan satın alırken üzerinde yazan işaretlerin ne anlama geldiğinin bilinmesi gerekir. Ambalaj üzerinde etikette yazılan kodlamalar malzemenin yapısı hakkında bilgi vermektedir.



Örnek: Şekildeki pastanın özellikleri aşağıda verilmiştir.

RS(RH), 63, 0.75 A şeklinde olabilir.

- **RS(RH)**: Cinsi (reçine nüveli lehim)
- **63**: Tipi ve kalay oranı
- **0,75**: Lehim telinin dış çapı
- **A**: Özelliği

Lehim pastasının sağlayacağı faydalar şu şekilde sıralanabilir:

- Pas ve oksit tabakasını yok ederek lehimlemeyi kolaylaştırır.
- Lehimin alana kolay dağılmasını sağlar.
- Metal yüzeyleri lehimleme sıcaklık derecesine çıkartmak için ısıtırken yeni oksitlenmeye engel olur.
- Erimiş lehimin yüzey tansiyonunu azaltır. Yani lehimin yapılması gereken yüzey kısımlarına plastik durumdaki lehimin yayılmasını ve yapışmasını temin eder.

1.2.3. Havya

Lehim yapmamızı sağlayan aletlere **havya** denir. Farklı amaçlarda, güçlerde ve fiziki özelliklerde havyalar mevcuttur. SMD malzemelerin olduğu cihazların tamirinde ince uçlu, 20-50W aralığındaki gücü olan ısı ayarlı, ESD korumalı kalem havya kullanılmalıdır.



İnce Uçlu Havya

Gazlı Havya

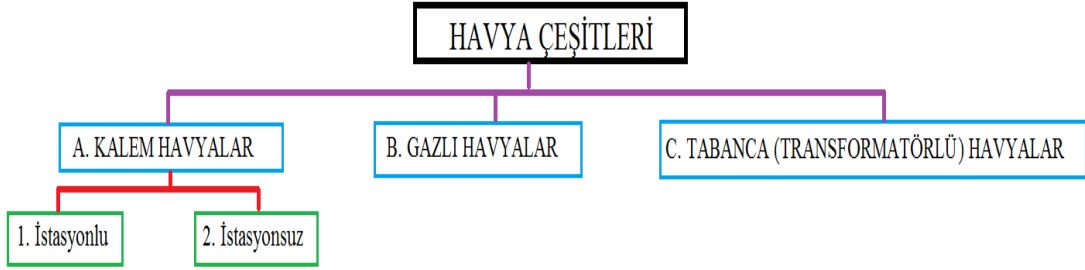
Fotoğraf 1.4: Havya Çeşitleri

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

Tablo 1.2: Havyalar ile ilgili özellikler tablosu

Havyalar 200 ile 500 °C derece arasında ısı yayabilecek şekilde üretilebilir. Havyaların güçleri ise 5 w ile 300 w arasında değişebilmektedir. Firmaların üretimine göre bu oranlar değişiklik gösterebilir. Genel olarak havyaların güçlerine göre Tablo 1.2'deki gibi sıralanabilir. Havyalarda aranan özellikler arasında; çok çabuk ısınabilmesi, lehimleme esnasında herhangi bir ısı kaybının olmaması ve gövdesinin içeriden gelen ısının yalıtımlı olması sayılabilir. Havyalar genel olarak ısıtma durumuna ve yalıtım direncine göre sınıflandırılabilir.

1.2.3.1. Havya Çeşitleri



Şekil 1.1: Havya çeşitleri

- **Kalem (rezistanslı) havyalar:** Rezistanslı havya olarak da isimlendirilirler. Ancak, tabanca havyaya benzer modelleri de vardır. Isının havyada oluşturulması rezistansla sağlanmaktadır. Rezistans, krom-nikel telden silindirik şeklinde sarılarak elde edilir. Bu havyalar küçük güçlü olarak üretilirler. Böylece küçük akımlı büyük dirençli olarak çalışırlar (fotoğraf 1.5).



İSTASYONSUZ HAVYA



İSTASYONLU HAVYA

Fotoğraf 1.5: Kalem havya çeşitleri

- **İstasyonsuz kalem havya:** Bu havyaları genel kullanıcı olarak isimlendirdiğimiz bakım ve onarım yapan küçük firmalar, hobi devreleri yapan kişiler ve öğrenciler kullanmaktadır. İstasyonlu havyalardan tek farkları, her alanda kullanılabilir olmalarıdır.
- **İstasyonlu kalem havya:** Bu tip havyalar ısı ayarlı veya gerilim ayarlı olarak kullanılabilmesi için çeşitli düzenekler kullanılır. Böylece havya ucundaki ısı sabit tutulur. Güvenli bir çalışma ortamı için böyle düzenekler kullanılabilir. Ancak, her yerde kullanılmaları mümkün olmayabilir. Bir istasyon modeli olarak kabul ettiğimiz bu tip havyalar daha çok seri üretim yapan firmalarda kullanılır.
- **Gazlı havyalar:** Bu tip havyalar, enerji kaynağının bulunmadığı ortamlarda kullanılır. Gazın yakılması yoluyla havya ucu ısıtılarak çalışmaktadır. Çalışmasında elektrik bulunmadığı için yanıcı bir gaz kullanılmaktadır. Çalışma sırasında havya ucu hem ısıyı alacak hem de lehim eritecek şekilde kullanılır.



Fotoğraf 1.7: Tabanca havya çeşitleri

1.2.3.2. Havya Uçları

Havya uçları, havya kadar öneme sahiptir. Isıyı iyi iletmeli, lehim kolay biçimde uca kaplanabilmeli, kullanılması ve değiştirilmesi kolay olmalıdır. Yeni alınmış bir havyanın veya yeni değiştirilmiş ucun doğrudan kullanımı iyi sonuç vermez. Yeni takılan uçları önce temizleyip lehimle kaplamak gerekir. Fotoğraf 1.8’de havya uçları görülmektedir.



Fotoğraf 1.8: Çeşitli havya uçları

1.2.4. Lehim Pompası

Lehim yapılacak yüzeyde bulunan eski lehimin temizlenmesi için kullanılır. Eski lehim ısıtılarak sıvı kıvamına getirilir ve lehim pompası yardımı ile emilir (Fotoğraf 1.9).



Fotoğraf 1.9: Lehim pompası

1.2.5. Havya Altlıkları

Elektronik malzemelerin çoğu ısınınca bozulabilir. Bu nedenle entegre, küçük diyot ve transistör gibi ısıya dayanıksız malzemelerin lehimlenmesinde düşük güçlü havyalar tercih edilmelidir. Kalem havyalar yavaş ısındıkları için çalışma sırasında genellikle fişe takılı bırakılmakta ve sıcak kalmaktadır. Bu yüzden kalem havyanın ucu temas ettiği yerlere zarar verebilir. Elle dokunmak, vücudun herhangi bir yerine değdirmek yanıklara sebep olur. Ayrıca giysilere ve eşyalara da zarar verebilir. Bu nedenle havya rastgele bırakılmamalı, havya altlığında tutulmalıdır.



Fotoğraf 1.10: Çeşitli havya altlıkları

1.2.5. Sıcak Hava İstasyonu

Sıcak hava tabancaları çok yönlü kullanım imkânından dolayı lehimleme ve lehim sökme işlemlerinde vazgeçilmez el aletlerinden birisidir. Sıcak havayı istenilen hedefe sevk eden çeşitli uçları vardır. Uçlar sayesinde sıcak hava istenilen yere, tam nokta veya yüzeye

sevk edilmektedir. Sıcak hava tabancalarında yabancı maddelerin cihazın içerisine girmesini engelleyen hava filtresi bulunmaktadır. SMT/SMD malzemeler ve μ BGA entegreler flux yardımıyla sıcak hava istasyonu ile ısıtılır. Bu işlem lehimleme yapmak veya yeni bir malzeme değiştirmek için yapılır. Sıcak hava istasyonlarında, hava akış şiddeti ve hava sıcaklığı, operatör tarafından ayarlanabilmelidir (Fotoğraf 1.11).



Fotoğraf 1.11: Sıcak hava istasyonları

1.2.6. Havya Ucu Temizleme Teli

Havyanın ucunda lehim, vb. artıklar birikmişse ve lehim yapılmasına engel oluşuyorsa burada temizleme telleri kullanılır. Temizleme telini kullanırken kuru ve pislik içinde olmamasına ve elin havyaya yakın tutulmamasına dikkat edilmelidir.



Fotoğraf 1.12: Havya ucu temizleme teli

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

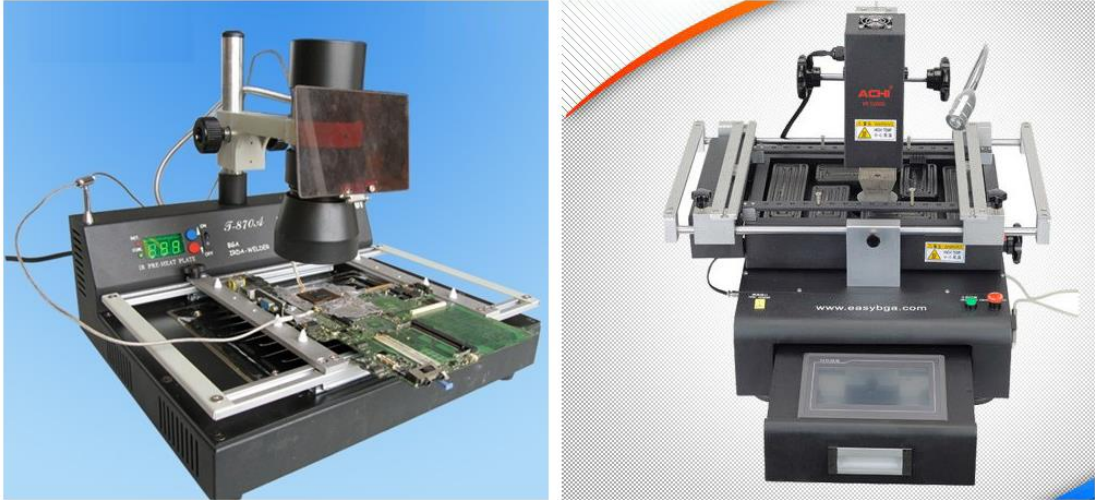
1.2.7. IR-DA İstasyonu

SMT/SMD malzemeler ve μ BGA entegreler flux yardımıyla IR-DA istasyonu ile ısıtılır. Bu işlem lehimleme yapmak veya yeni bir malzeme değiştirmek için yapılır.



Fotoğraf 1.13: IR-DA istasyonu

1.2.8. Rework İstasyonu



Fotoğraf 1.14: Rework istasyonları

Bu istasyonlar, gelişen SMT teknolojisinde küçülen ve karmaşıklaşan komponentlerin sorunsuzca sökülüp güvenli bir şekilde yeniden lehimlenmesini sağlayan küçük ve orta ebattaki elektronik kartlar için geliştirilmiştir. Rework İstasyonu komponentleri ve elektronik kartları homojen bir şekilde kızılötesi ışınma ve sıcak hava ile ısıtmaktadır.

Sökülmüş olan komponentler hassas pozisyonlayıcı sistem sayesinde $\pm 10 \mu\text{m}$ hassasiyetinde elektronik kart yüzeyi ile çakıştırılabilmekte ve yüzeye indirilebilmektedir.

1.2.9. Isıtıcı

Büyük bileşenli anakartlar, iletken yüzeyler ve kurşunsuz lehim kullanılan anakartların ön ısıya ihtiyacı vardır. Anakarta tek yönden uygulanan ısı hem yetersiz kalmakta hem de belirli bir bölgeyi ısıtmaktadır. Bu hedef parçanın istenilen sıcaklığa ulaşması için daha çok zamanın ve ısının gerekli olduğu durumu oluşturur ve hasar riski artar. Ayrıca birçok bileşen ve lehim yapıştırıcısının sıcaklık artış limitleri de vardır. Eğer bir devre kartının ya da yonganın bir kısmı diğer kısımlarından daha hızlı ısınıyorsa termal dağılım devre kartlarının zarar görmesine neden olabilir.

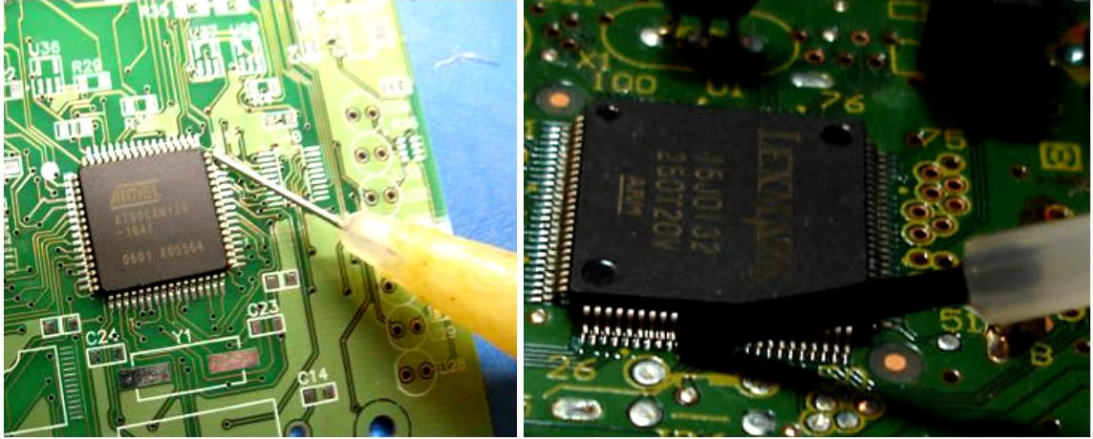
Termal hasar devre kartının ömrünü kısaltır. Ön ısıtma BGA (Ball Grid Array) için daha da önemlidir; çünkü onların termal profilleri daha da kritiktir.



Fotoğraf 1.15: Isıtıcılar

1.2.10. Flux

Sıcak hava istasyonu ve IR-DA istasyonları ile lehimleme yapılırken ve malzeme değiştirilirken flux kullanılır. Flux sürülmüş devre kartları üzerinde yer alan bir yonganın pinleri üzerinden lehim geçirilerek bağlantı noktalarının lehimlenmesi sağlanmış olur.



Fotoğraf 1.16: Flux

1.2.11. Cımbızlar

Parçaların board üzerine yerleştirilmesi ve board üzerinden çıkartılmasında yardımcı olması amacıyla cımbızlar kullanılırlar.



Fotoğraf 1.17: Cımbız çeşitleri

1.2.12. Mikroskop

Mikroskoplar board üzerinde yer alan kısa devreleri, lehimlemeden sonra oluşmuş kısa devreleri, sıvı temaslarını ve darbeleri görebilmek için çok faydalıdır. Ayrıca, ekran soketi, sistem konnektörü çok hassas lehimlemelerimizi de mikroskop ile yapabiliriz.



Fotoğraf 1.18: Mikroskop ve Büyüteç

1.2.13. Lehim Sökme Teli (Mas Teli) (Solder Wick)

Bu tel, PWB üzerinde bulunan eski lehimleri almak ve pinler arasında gereksiz bağlantıları veya köprüleri koparmak için kullanılır.



Fotoğraf 1.19: Mas teli

1.2.14. Isopropanol (İzopropil Alkol)

İzopropil alkol, tüm PWB'lerin temizliği için kullanılmaktadır. Lehimleme veya malzeme değişimi sonrası PWB üzerinde leke ya da tortu kalırsa bu istenmeyen etkenleri ortadan kaldırmak için fırça yardımıyla PWB temizliği yapılmaktadır.

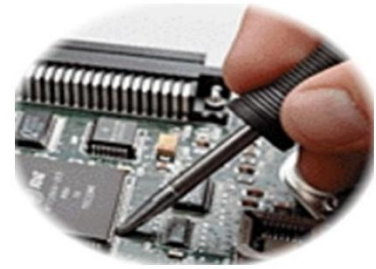
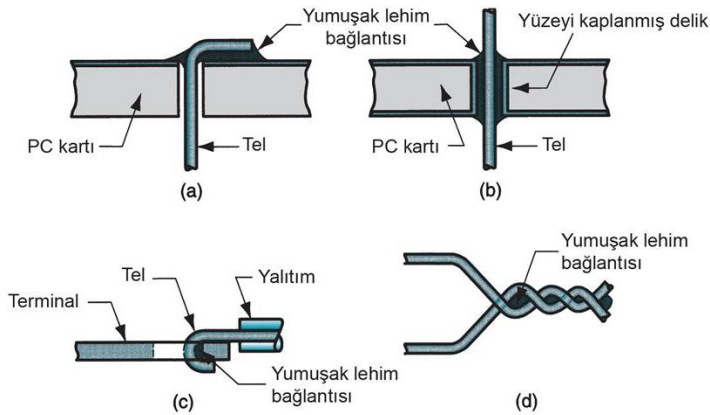
1.3. Lehimleme Çeşitleri

Lehim, normal sıcaklıkta katı halde olan ancak belirli bir sıcaklıktan sonra eriyen bir maddedir. Elektronik devrelerde elemanların birleştirilmesinde veya elemanların baskı devreye tutturulmasında havaya ile ısıtılarak eritilir. Daha sonra ısının azalmasıyla kendiliğinden donar, tekrar katılaşır. Sıvı durumundayken birleştirilecek eleman bacaklarını kaplayıp dondurulursa, eleman bacakları da sabit olarak birbirine ya da baskı devreye sabit olarak tutturulmuş olur. Piyasada çeşitli kalitelere lehimler makaraya sarılmış veya tüp şeklinde bulunmaktadır.

Lehimleme, yumuşak ve sert lehimleme olarak ikiye ayrılır.

1.3.1. Yumuşak Lehimleme

Yumuşak lehimlemede çalışma ısısı 500°C'den düşük olarak tespit edilmiştir. Yumuşak lehimleme ile birleştirilen yüzeyler arasındaki bağlantı kuvvetli makine imalatında gerekli mukavemetleri genellikle sağlayamadığından bu yöntem elektrik ve elektronik alanlarında tercih edilir.



Elektronik devre

Fotoğraf 1.20: Yumuşak lehimleme

1.3.2. Sert Lehimleme

Sert lehimlemede 500 °C'den yüksek olarak tespit edilmiştir. Dayanımı daha yüksek olduğundan çoğu yerlerde kullanımı fazladır.

1.4. Lehimleme Yöntemleri

1.4.1. Lehim Yerinin Temizlenmesi

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

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

1.4.2. Havya Ucunun Lehimlemeye Hazırlanması

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



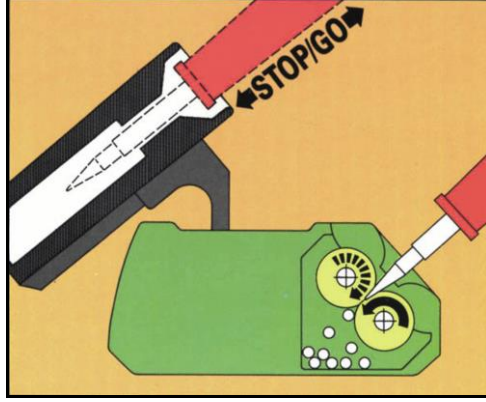
Fotoğraf 1.21: Havya ucu temizleme aparatı

Fotoğraf 1.21’de temizleme aparatı ile havya ucunun temizlenmesi görülmektedir. Lehim yapılırken dikkat edilecek husus, havyadaki yüksek sıcaklık, daha önce de belirtildiği gibi, temas halinde insanlara ve eşyalara zarar verebilir.

1.4.3. Lehimlemenin Yapılması

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

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



Fotoğraf 1.22: Havya ucu temizleme aparatı

Fotoğraf 1.22’de temizleme aparatı ile havya ucunun temizlenmesi görülmektedir. Lehim yapılırken dikkat edilecek husus, havyadaki yüksek sıcaklık, daha önce de belirtildiği gibi, temas halinde insanlara ve eşyalara zarar verebilir.

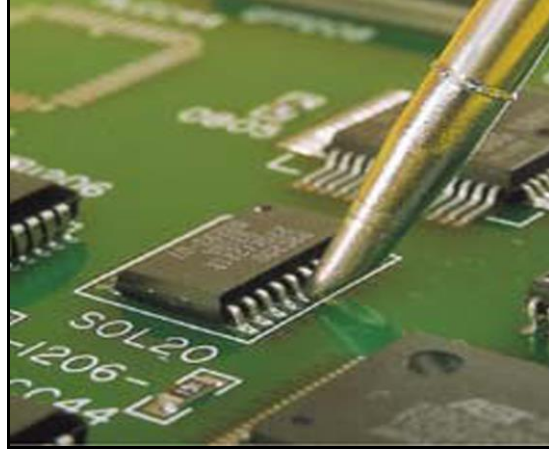
Lehimleme yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Havya uzun süre kullanılmayacaksa fişi çekilmelidir.
- Çevrede gereksiz araç gereç bulunmamalıdır.
- Havya kullanılmadığı zamanlarda havya altlığında tutulmalıdır.
- Havya ucunun havya kordonuna temas etmesi kordonu eritip kısa devrelere veya çarpımalara neden olabilir. Havya ucunun kordona teması önlenmelidir.
- Havyanın ucundaki lehimleri uzaklaştırmak için havya ucunu herhangi bir yere vurmeyiniz, havada silkelemeyiniz. Aksi halde sıcak olan lehimler sıçrayarak etrafa zarar verebilir.
- Lehim erirken çıkan dumanı teneffüs etmeyiniz.
- Lehimlenen devrede herhangi bir gerilim bulunmamalıdır.

Uyarı: Bazı teknisyen ve bakımcılar lehimi havyanın ucuna değdirerek havyanın ucuna bir miktar lehim almakta ve sonra ucu lehimin yapılacağı yere değdirmektedir. Bu durumda lehim çok ısındığı için özelliği kaybolabilir. Ayrıca lehimin yapılacağı alan tam ısınmayabilir. Bunun için tekrar edelim ki, lehimin yapılacağı yer havya ucuyla ısıtılmalı bu sırada lehim ısınan yere değdirilerek erimesi sağlanmalıdır. Lehimlenecek bazı elemanlar lehimleme sırasında oluşan sıcaklıktan dolayı bozulabilir. Bu durum özellikle yarı iletkenler için geçerlidir. Lehimleme sırasında bu elemanların ısınmalarını önlemek için lehimlenen

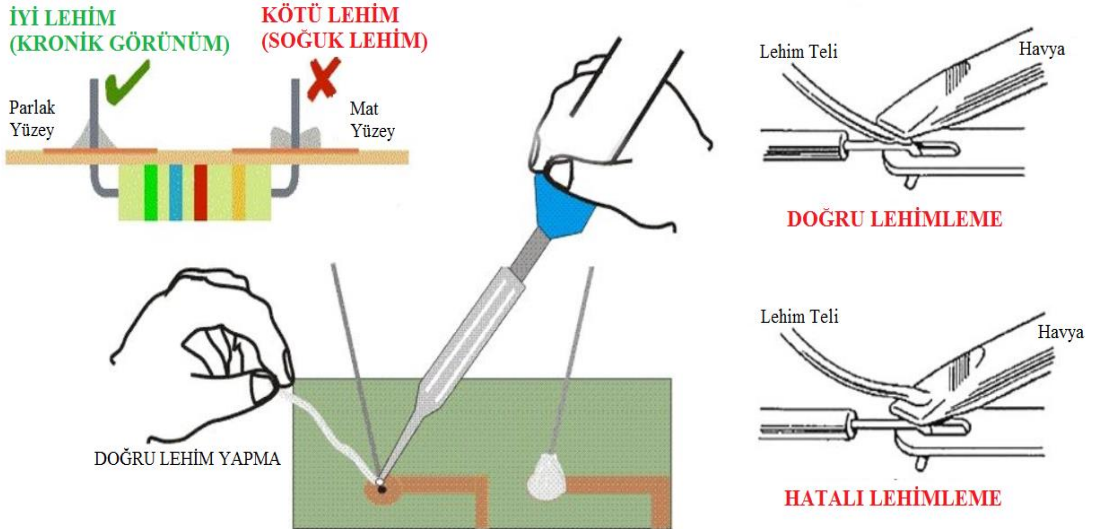
bacak kargaburnu ya da cımbız ile tutulmalıdır. Kargaburnu veya cımbız ısıyı yayarak elemanın aşırı ısınmasını önler.

Uygulamalarda 20-30 Watt gücünde kalem havya ve reçineli lehim kullanılmalıdır. Lehimleme işlemi, elektronik devre montaj ve onarımında en önemli işlemlerdir. Bu konuda beceri kazanılması çok önemlidir.



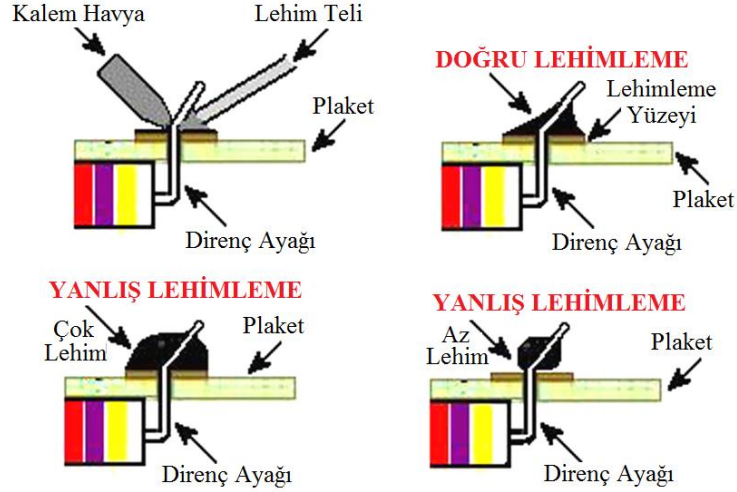
Fotoğraf 1.23: Lehimlemenin yapılması

1.4.4. Uygulamanın Kontrolü



Fotoğraf 1.24: Lehimlemenin Durumları

Lehimlemenin yapılmasından sonra oluşan durum incelenir. İyi bir lehim parlak durur ve volkan gibi bir yapısı olur. Lehimde çatlaklık veya bir yana yığıntı olmamalıdır. Eğer durumu kötü olursa tekrar ısıtılıp yayılır; hatta bir parça lehim ile desteklenebilir.



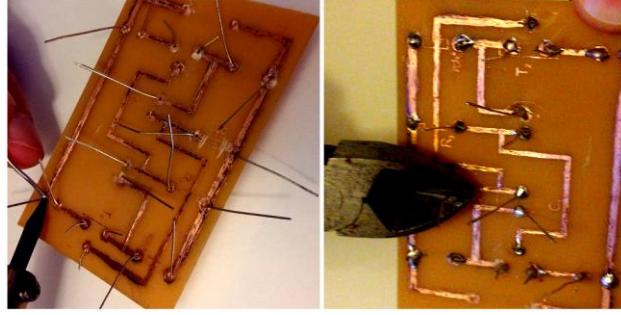
Fotoğraf 1.25: Lehimlemedeki Doğru ve Yanlışlar

Lehimlemede oluşan belli başlı hatalar şunlardır:

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

1.4.5. Tellerin Kesilmesi

Lehimlemenin ardından fazla uzun tellerin kesilmesi gerekmektedir. Bu fazla teller keski ile dikkatlice kesilmelidir, zorlanmamalıdır ve lehim çatlattırmamaya özen gösterilmelidir.



Fotoğraf 1.26: Lehimlenen tellerin kesilmesi

1.5. İyi Bir Lehimlemede Olması Gereken Özellikler

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

- Lehim yapılacak yer iyice temizlenmelidir.
- Kaliteli lehim kullanılmalıdır.
- Havyanın ucu temiz olmalı, az miktarda lehimle kaplanmalıdır.
- Havya uygun sıcaklıkta olmalıdır.
- Eleman veya iletken uçları önceden az miktarda lehimlenmelidir.
- Lehim erirken çıkan dumanı teneffüs etmeyiniz.
- Havyanın ucu lehim yapılan yeri ısıtmalı, ucun lehimle bir teması olmamalıdır. Lehim ısınan yere değdirilmeli, erimesi beklenmelidir.
- Yeteri kadar (ne az ne fazla) lehim kullanılmalıdır.
- Lehim eridikten sonra tekrar donması için 2-3 saniye bekleyiniz. Bu süre içinde lehimlenen elemanlar sarsılmamalıdır.
- Baskı devre üzerinde lehimleme yapıyorsa aşırı ısınma sonucu baskı devre kalkabilir. Bu durumda lehimlenen yeri aşırı ısıtmamak gerekir.
- Lehimlenen devrede herhangi bir gerilim bulunmamalıdır.

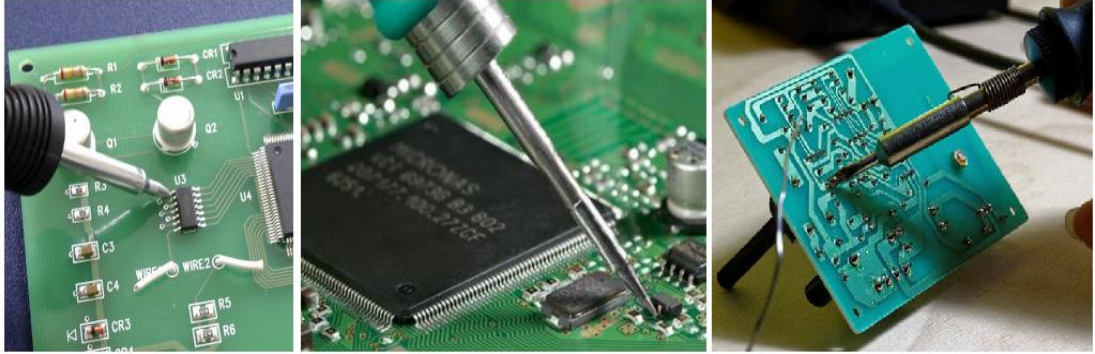
İyi bir lehimlemenin özellikleri şunlardır:

- Parlak bir görünüşü vardır, üzerinde ya da çevresinde pasta veya kir yoktur.
- Yüzeyi düz, pürüzsüz ve deliksizdir.
- Kubbemsi bir şekli vardır. Çok yaygın ya da çok sivri değildir.
- Lehimlenen malzemenin lehimin içinde kalan bölümün hatları fark edilir.
- Lehim el teması ile kendini bırakmaz.

1.6. Devre Elemanlarının Lehimlenmesi

1.6.1. Elektronik Devre Elemanlarını (Diyot, Direnç, Entegre vb.) Lehimlenmesi

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



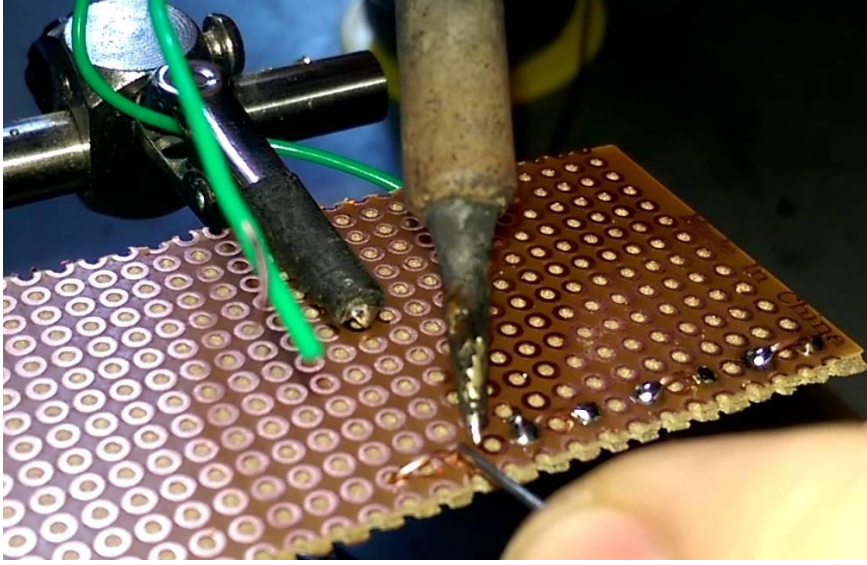
Fotoğraf 1.27: Elektronik devre elemanların lehimlenmesi

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

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

1.6.2. Üniversal Plaket Üzerinde Nokta Lehimleme

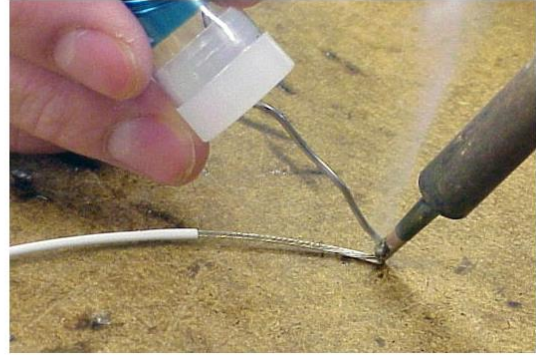
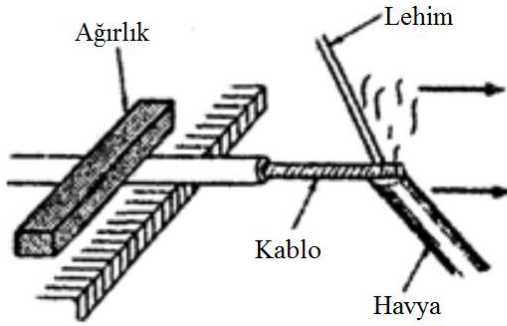
Üniversal plaket baskı devre çıkarma işlemi yapılmaksızın elektronik devre montajı yapmakta kullanılan delikli plaketlerdir. Bu deliklerin çevreleri bakır kaplı olup iletkenler ve malzemeler buraya lehimlenir. Özellikle şemaların denenmelerinde çok yaygın olarak kullanılırlar.



Fotoğraf 1.28: Üniversal plaket üzerinde nokta lehimleme

1.6.3. İletken Uçlarının Lehimlenmesi (Ön Lehimleme)

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

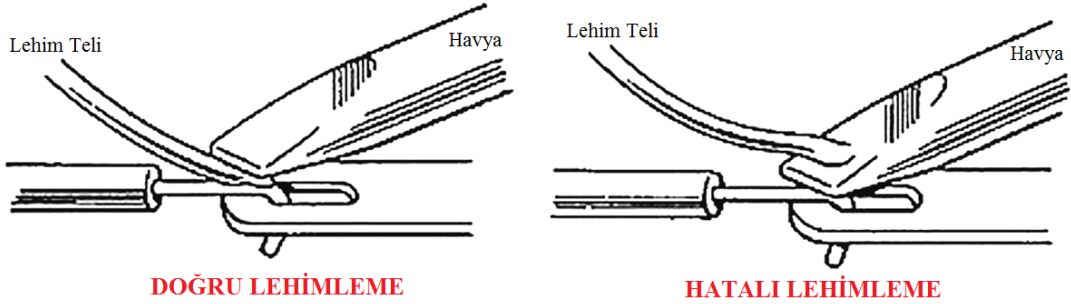


Fotoğraf 1.29: Telin ön lehimlenmesi

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

1.6.4. İletkenlerin Birbirine Lehimlenmesi

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

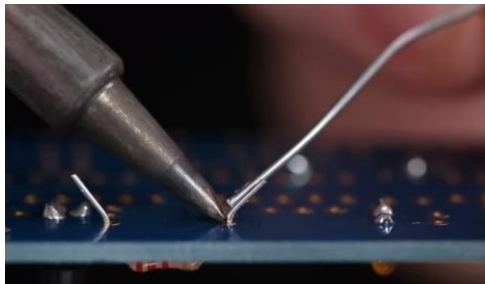


Fotoğraf 1.30: Telin lehimlenmesi



Fotoğraf 1.31: İletkenlerin lehimlenmesi

1.6.5. Devre Elemanlarının Plaket Üzerine Lehimlenmesi

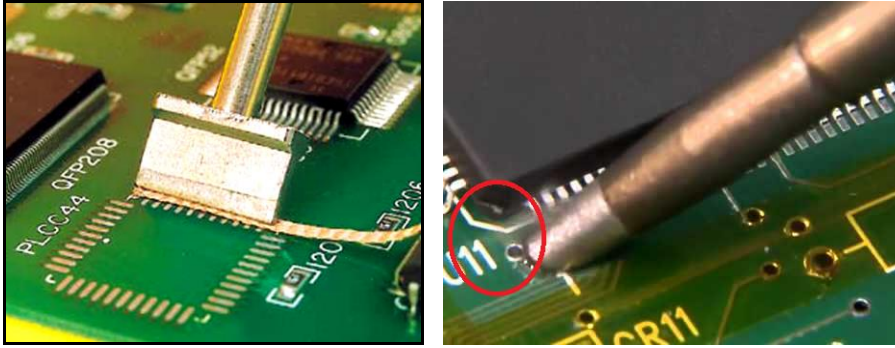


Fotoğraf 1.32: Elemanların lehimlenmesi

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

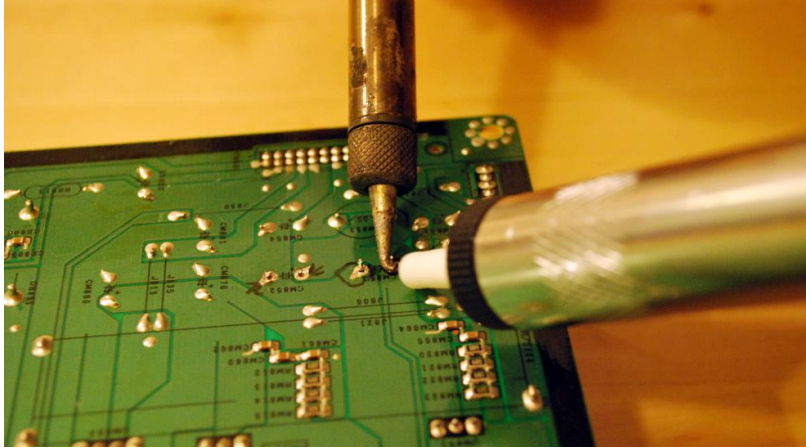
1.6.6. Entegrelerin Plaket Üzerine Lehimlenmesi

Entegre ve entegre soketlerini tanıtıcı işaretler, nokta ve çentikler şekilde görüldüğü gibi sol tarafa, dik monte edilecekse üste gelmelidir. Fotoğraf 1.33’de entegrelerin lehimlenmesi görülmektedir.



Fotoğraf 1.33: Entegrelerin lehimlenmesi

1.7. Lehim Sökmede Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar



Fotoğraf 1.34: Lehimin pompa ile sökülmesi

Elektronik devrelerde arıza durumunda parça değiştirilmesi en sık rastlanan işlerdendir. Değiştirilecek parça baskı devreye ya da diğer elemanlara lehimlenerek tutturulmuşsa (çoğu kez böyledir) o takdirde bu elemanın bağlantısını sağlayan lehimin eritilmesi gerekir. Bazen sadece eritme yetmez o bölgede bulunan tüm lehimin alınması gerekir. Örnek olarak direnç, diyot gibi iki bacaklı elemanları bağlı oldukları yerden

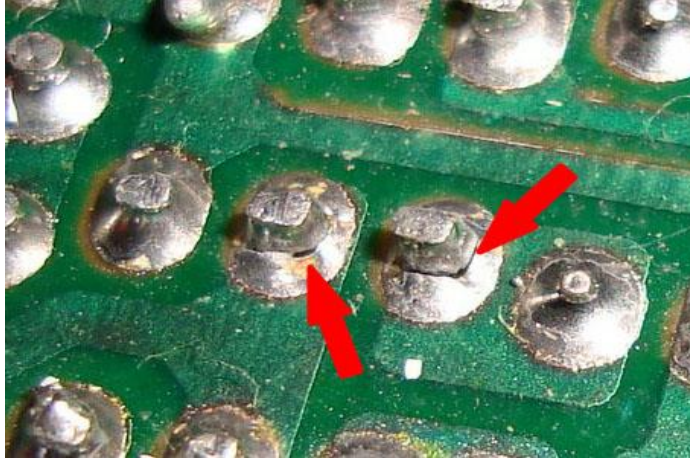
sökerken sadece tek bacaktaki lehimin eritilip elemanın o yönden çekilip bağlantıdan kurtarılması daha sonra da aynı işlemin diğer bacak için yapılması yeterlidir. Buna göre iki bacaklı elemanların bükülmesinde lehim eritmek için havya, parçayı çekmek için kargaburun, cımbız gibi aletlerin dışında özel bir lehim sökücü kullanılması gerekli olmayabilir. Buna karşılık entegreleri lehimli oldukları yerden sökerken bacakları tek tek kurtarmak mümkün olmadığı için her bacağın bağlantısındaki lehim eritip o bölgeden tamamen almak gerekir. Lehimin tamamen temizlenip alınmasında lehim pompası, lastik balonlu lehim gücü havya veya lehim emme fitili kullanılır.



Fotoğraf 1.35: Lehim emme fitili

Lehimlemenin sökülüp malzemenin takılıp çıkarılmasında oluşan belli başlı aksaklıklar şunlardır:

- Etraftaki direnç, kondansatör gibi küçük malzemelerin, uygulanan sıcak hava etkisiyle yerlerinden sökülerek uçuşması ve kaybolması
- Yakında bulunan μ BGA entegrenin altındaki lehimlerin zarar görülmesi
- Yüksek ısı veya yetersiz koruma önlemleri sonucunda kart yuvalarının, pil konektörünün, anahtarların vb. zarar görmesi
- Yetersiz ısıtılmış malzemelerin zorlanarak sökülmesi neticesinde pad kopuklarının oluşması
- Aşırı ısı nedeniyle entegrelerin bozulması
- Aşırı ısı nedeniyle soğuk lehimlemenin meydana gelmesi



Fotoğraf 1.36: Soğuk lehim

Lehim sökülen yüzey ve elemanlarla ilgili dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Lehim sökme işlemleri sırasında lehim yüzeylerine kısmen zarar vermeniz kuvvetle muhtemeldir. Bu, genelde lehim yüzeylerinin plaketten kalkması şeklindedir. Bu durumda lehim yüzeyini aşağıya bastırıp plaketi aynen bırakabilirsiniz. Bakır yollar hasar görmediyse bu durumun pek zararı yoktur. Lehim yenilendiğinde lehim yüzeyi de gelen lehimle beraber güçlenecektir. Eğer bakır yollar da hasarlı, kopuk ise, kopuk bölümlerin iki tarafı hafifçe kazındıktan sonra ince bir bakır tel, kesilmiş direnç bacağı vs kullanılarak lehimlenmeli ve birleştirilmeli. Tam kopma noktasından birleştiremiyorsan yolları izleyip nerelere kadar gittiğini gördükten sonra aynı yol üzerinde bulunan uygun bir lehim yüzeyine kablo ile atlama yaparak da PCB' yi tamir edebilirsiniz.
- Yüksek sıcaklığa dayanamayacak elemanların bozulmasını engellemek için soğutucu kullanılabilir. Eleman bacağına, elemanla lehimlenen noktasından temas ederek fazla ısıyı alan bir metal parçası olabilir veya ince uçlu bir kargaburnu aynı işi görür.
- Havyanızın ucunu temiz tut. Temiz bir havya ucu daha iyi bir ısı iletimi sağlar. Temizlik için ıslatılmış havya temizleme süngerlerinden kullanabilirsiniz.
- Lehim bölgelerini ve bakır yolları kontrol ediniz. Lehim sökümü sırasında elektriksel iletimi engelleyecek şekilde bir hasar oluşup oluşmadığını böylece anlayabilirsiniz. Eğer oluşmuşsa, yukarıda anlatıldığı şekilde bunu tamir edebilirsiniz.
- Uygun güçte havya kullanınız. Bir elemanı 150W bir havya ile ısıtmak kısa sürede gerçekleştiği gibi o elemanı hasara uğratmak da aynı şekilde kolayca olur. Devre elemanları için en fazla 30W havya kullanılmalı. Şase bağlantıları veya daha büyük işler için daha yüksek güçlü havyalar kullanılabilir.

İnsan sağlığı yönünden dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Hiç bir zaman kullandığınız havyanın metal bölümüne ya da ucuna dokunmayın. O bölgede sıcaklık 400°C civarında olduğu için tehlikeli derecelerde yanıklara sebep olabilir.
- Havyanın sıcak olan metal bölümünün ya da ucunun havyanın elektrik kablosuna değmemesi için dikkat edin. Canlı kablonun üzerindeki plastik yalıtım eriyip çıplak tel ortaya çıkabilir ve çarpma veya kısa devreye neden olabilir.
- Kullanmadığınız zaman havyanızı havya ayağına koyun. Böylece havyanın sağa sola değip hasar vermesini önlemiş olursunuz. Asla havyanı ucunun havada duracağını varsayıp çalıştığınız masanın üzerine koymayın, en iyisi ise havya altlığı almadan havyanı kullanmaya başlamayın.
- Lehim sökme işlemini yaptığınız yerde havalandırma olmasına, ya da en azından hava akımı olmasına dikkat edin. Lehimleme sırasında çıkan gazlar asit içerir ve biriktiğinde sağlık için zararlı olabilirler.
- Lehim sökme işiniz bittiğinde ellerinizi yıkayın. Elinize lehimleme sırasında çıkan gazlar veya zehirli bir madde olan kurşunun kalıntıları yapışmış olabilir ve elinizi yüzünüze ya da ağzınıza sürdüğünüzde bu zehirli birikintileri deri yolu ile veya yutarak alabilirsiniz.

DEĞERLER ETKİNLİĞİ

ZAMANINI İYİ KULLAN!

Zamanın iyi ve üretken olarak kullanımını konusunda zaman zaman kurslar düzenleniyor. İşte bu kurslardan birinde zaman kullanma uzmanı öğretmen, çoğu hızlı mesleklerde çalışan öğrencilerine: "Hadi, küçük bir sınav yapalım" demiş.

Masanın üzerine kocaman bir kavanoz koymuş. Sonra bir torbadan irice kaya parçaları çıkarmış, dikkatle üst üste koyarak kavanozun içine yerleştirmiş. Kavanozda taş parçaları için yer kalmayınca sormuş: "Kavanoz doldu mu?" Sınıftaki herkes, "Evet, doldu" yanıtını vermiş.

"Demek doldu ha" demiş hoca. Hemen eğilip bir kova küçük çakıl taşı çıkartmış, kavanozun tepesine dökmüş, kavanozu eline alıp sallamış, küçük parçalar büyük taşların sağına soluna yerleşmişler.

Yeniden sormuş öğrencilerine: "Kavanoz doldu mu?". İşin sanıldığı kadar basit olmadığını sezmiş olan öğrenciler, "hayır, tam da dolmuş sayılmaz", demişler. "Aferin" demiş zaman kullanım hocası. Masanın altından bu kez de bir kova dolusu kum çıkartmış. Kumı kaya parçaları ve küçük taşların arasındaki bölgeler tümüyle doluncaya kadar dökmüş ve sormuş yeniden: "Kavanoz doldu mu?". "Hayır dolmadı", diye bağırmış öğrenciler.

Yine "Aferin" demiş hoca. Bir sürahi su çıkarıp kavanozun içine dökmeye başlamış. Sormuş: "Bu gördüklerinizden nasıl bir ders çıkarttınız?". Atılğan bir öğrenci hemen fırlamış: "Şu dersi çıkarttık. Günlük iş programınız ne kadar dolu olursa olsun, her zaman yeni işler için zaman bulabilirsiniz."

"Hayır" demiş öğretmen. "Çıkartılması gereken asıl ders şu:

Eğer, büyük taş parçalarını baştan kavanoza koymazsanız, daha sonra asla koyamazsınız".

Ve tabii, herkesin kendi kendisine sorması gereken soruyu sormuş:

"Hayatınızdaki büyük taş parçaları hangileri? Onları ilk iş olarak kavanoza koyuyor musunuz? Yoksa kavanozu kumlarla ve suyla doldurup büyük parçaları dışarıda mı bırakıyorsunuz?"


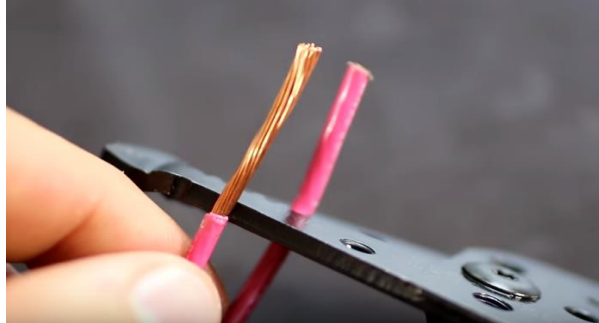
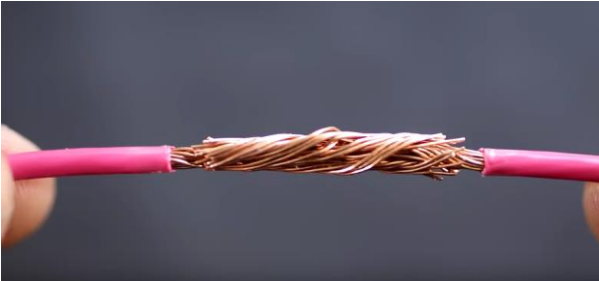
Bu hikâyeden anlamamız gereken husus ne olabilir?

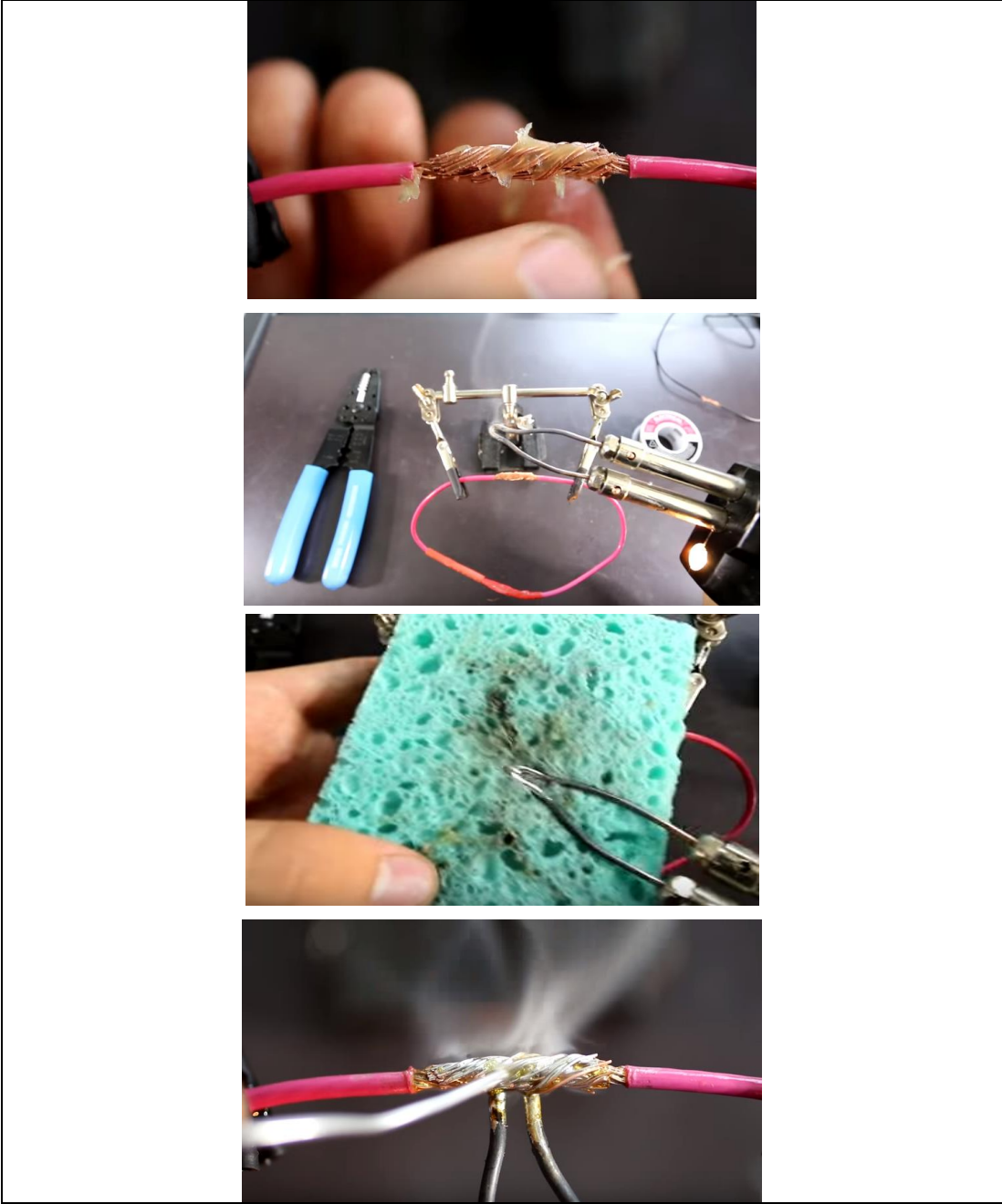
Konudan ne anlaşılır? Bu konudan yola çıkarak lehimleme yaparken zamana riayet etmek ne kadar önemlidir?

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1.-5'i tamamladığınızda lehimlemenin nasıl yapıldığını, yapılan lehimlemenin nasıl sökülebildiğini kavrayabileceksiniz.

Uygulama Faaliyeti – 1	İletkenlerin Lehimlenmesi – 1: Ön Lehimleme
Uygulama Faaliyeti – 2	İletkenlerin Lehimlenmesi – 2: Küp Yapımı
Uygulama Faaliyeti – 3	İletkenlerin Lehimlenmesi – 3: 2 Boyutlu Şekil Yapımı
Uygulama Faaliyeti – 4	Delikli Plaket Üzerinde Lehimleme Uygulamaları
Uygulama Faaliyeti – 5	Lehimin Sökülmesi Uygulaması

Uygulama Adı	İletkenlerin Lehimlenmesi – 1: Ön Lehimleme	Uygulama No.	1
<p>Amaç: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, Bir telin ucunu açarak ucuna ön lehimleme işlemini yapmak.</p> <p>Devre şeması</p>   			



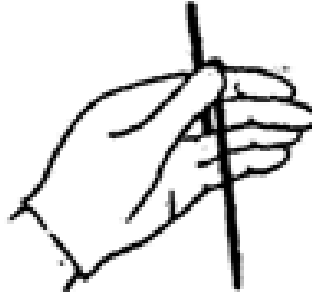


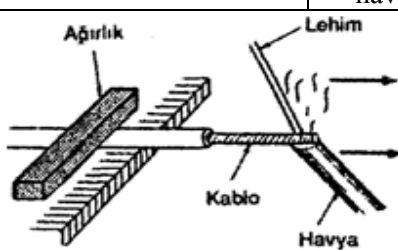


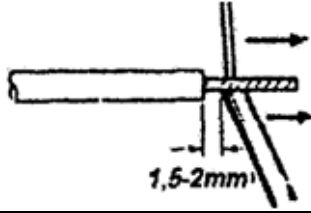
Kullanılacak Araç Gereçler:

- Kalem havya (30 veya 40 W) (x1)
- Lehim teli (x1)
- 1,5 mm² tek veya çok telli iletken (10 cm)
- Kargaburnu, Yan Keski, Pense
- Havya altlığı (x1)

İşlem Basamakları:

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız. ➤ İş önlüğünü giyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili kuralları okuyunuz. ➤ Öğretmeninizden yardım isteyiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehimleme işlemi için havyayı fişe takınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehimleme için havyayı hazırlayınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ön lehimleme yapacağınız kablo uç ölçüleri şekilde verilmiştir. Bu şekle göre kabloyu ayarlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Şekilde gösterilen durum sarma tipi terminal lehimlemelerinde kullanılır. Ucun 3 mm'lik kısmına sarımın kolay olması için ön lehimleme yapılır.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İkinci kabloyu da aşağıda verilen durumda hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alt şekilde gösterilen durum plaket ve terminal lehimlemelerinde kullanılır.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çok telli kabloyu, kaymayı önlemek için parmaklarınıza bir tur sarınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sarma işleminin düzgün olması için gergin biçimde oluşturulmalıdır.

	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uygun uzunluktaki kablonun uç kısmından itibaren yan keski ile şekildeki gibi tutarak izolasyonunu kesiniz. ➤ Bakır kablonun zedelenmemesine dikkat ediniz. ➤ Başparmağınız ile yan keskiyi itiniz. Ancak kesilen izoleyi telin üzerinden çıkarmayınız. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kestiğiniz izoleyi saat ibresi yönünde şekilde görüldüğü gibi çevirerek çıkarınız. Böylece saçaklanmayı önlemiş olursunuz. ➤ Daha sonra kablo boyunu verilen ölçüde kesiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Birden fazla ön lehimleme yaparsanız bu işlemleri tekrarlamalısınız.
	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ön lehimleme için şekilde görüldüğü gibi kablolarınızı çalışma masanıza koyup üzerine ağırlık bastırınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isınmış havya ucunu kablonun altından, lehim de üstünden dokundurup lehimlemeyi yapmalısınız. Lehim doğrudan havaya dokunduramazsınız.
	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehim erimeye başlayınca havya ve lehim aynı hızda ve yavaşça kablonun ucuna doğru ilerletiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kablo dibinden 1,5-2 mm mesafe bırakmalısınız. ➤ Lehimleme yerini hemen ellememelisiniz.



➤ Lehim havayı fişten çekiniz ve soğumasını bekleyiniz.

➤ Malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

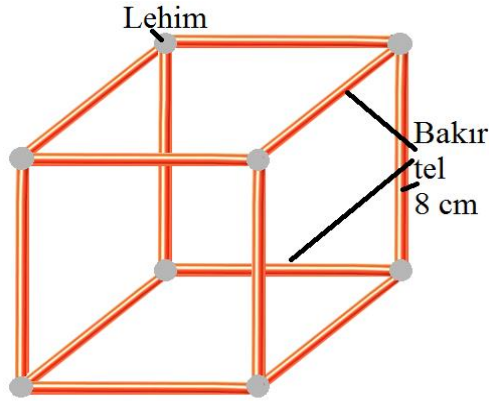
➤ Kablo artıklarını toplayınız ve etrafı temizlemelisiniz.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloj i	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No.:						
Okul:	Öğretmen:			Tarih: .../.../20..	İmza:	

Uygulama Adı	İletkenlerin Lehimlenmesi – 2: Küp Yapımı	Uygulama No.	2
---------------------	---	---------------------	---

Amaç: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, belli bir uzunluktaki iletkenleri lehimle birleştirerek küp yapmak.

Devre Şeması:

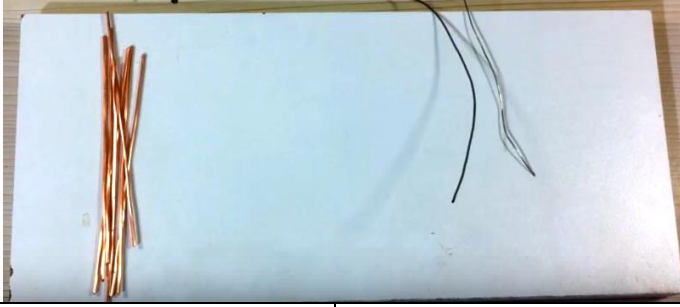
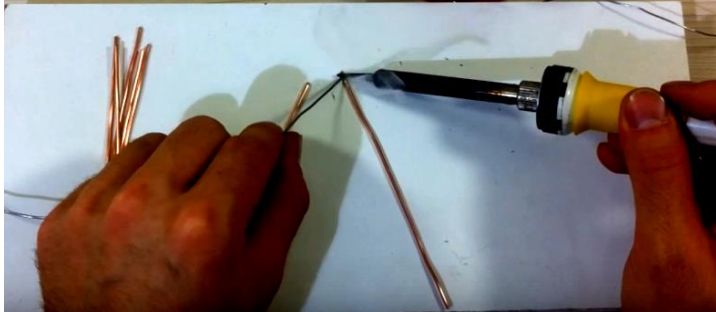
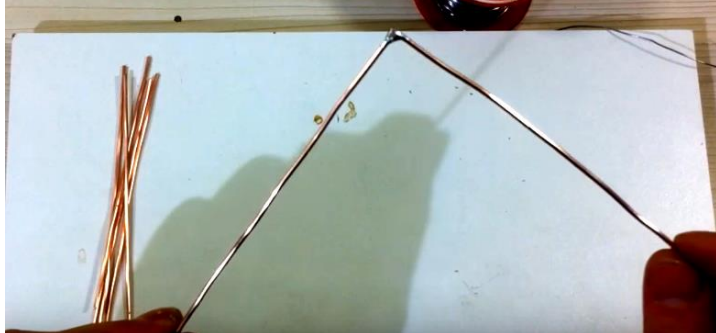


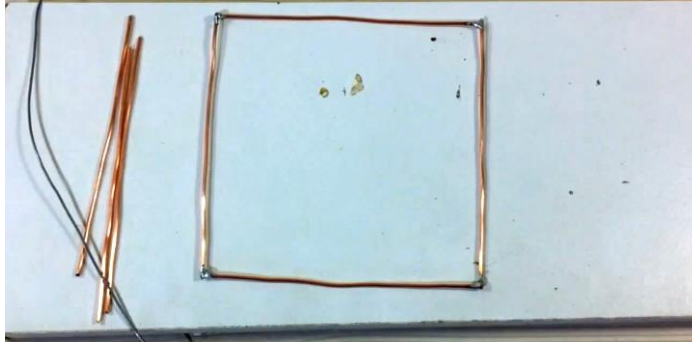
Kullanılacak Araç Gereçler:

- Kalem havya (30 veya 40 W) (x1)
- Lehim teli (x1)
- 1,5 mm² tek telli iletken (1 m)
- Kargaburnu, Yan Keski, Pense
- Havya altlığı (x1)
- Zımpara (x1)

İşlem Basamakları:

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız. ➤ İş önlüğünü giyiniz. ➤ Öğretmeninizden malzemeleri temin ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili kuralları okuyunuz. ➤ Öğretmeninizden yardım isteyiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yan keski yardımıyla iletken teli soyunuz. ➤ Soyduğunuz iletken teli kargaburnu yardımıyla mümkün olduğunca düzleştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İletkenleri belli bir mesafede kesmeyi unutmayınız ve her kestiğiniz iletkenlerin tamamını soyunuz.

	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zımpara ile telin tamamını zımparalayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bu işlem telin daha kolay lehim tutmasını sağlayacaktır.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zımparaladığınız telden 8'er cm uzunlukta 12 adet tel parçası hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Her bir parça kütünüzün bir ayrıtını oluşturacağı için uzunluklarının tam olarak birbirine eşit olması şarttır.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Havyanızı fişe takınız ve yeteri kadar ısınmasını bekleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehimleme öncesinde havyanın fişe takıldığından ve ucunun ısındığından emin olmalısınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bütün tellerin her iki ucuna ön lehimleme yapınız. 	
	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İki teli 90° açı yapacak şekilde uç uca lehimleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bu işlemi 4 defa tekrarlayarak 4 adet L şeklinde parça elde etmelisiniz.
	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elde ettiğiniz parçalardan iki tanesini karşılıklı birbirine lehimleyerek iki adet kare elde ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehimlenen parçaların birbirleri ile lehimleme işlemlerini gerçekleştirmeyi unutmamalısınız.



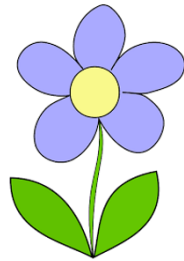
➤ Elde ettiğiniz karelerden birinin her köşesine 90° dik olacak şekilde tel lehimleyiniz.	➤ Tellerin birbirlerine dik olacak şekilde geldiğinden emin olunuz.
➤ Son olarak elinizde kalan kareyi diğer parçaya lehimleyiniz.	➤ Parçaları birbirlerine birleştirdiğinden emin olunuz.
➤ Bütün köşelerdeki lehimleri tek tek bir kez daha eritiniz.	➤ Bu işlem küpünüze sağlamlık kazandırır.
➤ Çalışmanız bittiğinde havyanızın ucunu temizleyiniz ve fişini çekiniz.	➤ Son kontrolleri yapınız.
➤ Çalışmanızı öğretmeninize gösteriniz.	➤ Havyanın soğuduğundan ve fişten çekildiğinden emin olunuz.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No.:						
Okul:	Öğretmen:			Tarih:	İmza:	
				.../.../20..		

Uygulama Adı	İletkenlerin Lehimlenmesi – 3: 2 Boyutlu Şekil Yapımı	Uygulama No.	3
---------------------	--	---------------------	----------

Amaç: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, bir ve birden çok iletkenin kendi ve birbirlerine lehimlemesini yapmak ve iki boyutlu şekiller oluşturmak.

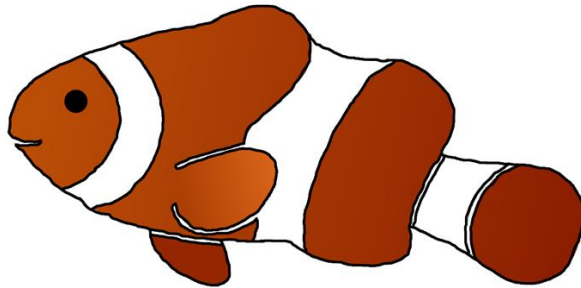
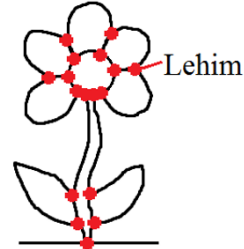
Devre şeması



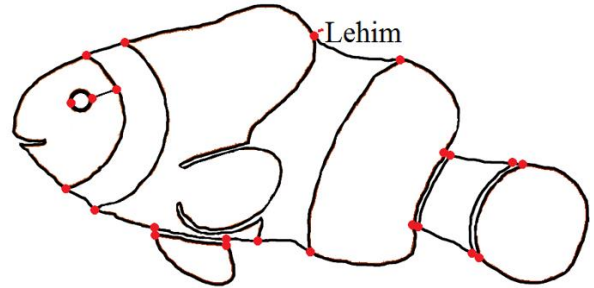
2 boyutlu şekil



Kablolarla tasarımı ve lehim yerleri



2 boyutlu şekil



Kablolarla tasarımı ve lehim yerleri

Kullanılacak araç gereçler


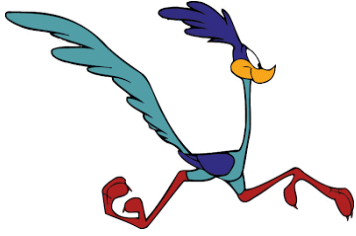

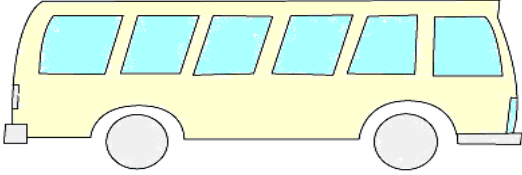


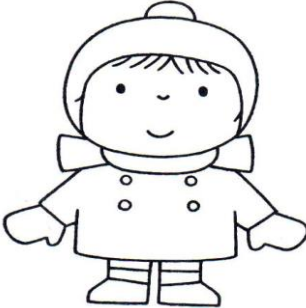

- Kalem havya (30 veya 40 w) (x1)
- Lehim teli (x1)
- 1,5 mm² tek telli iletken (3-5 m)
- Kargaburnu, Yan Keski, Pense
- Havya altlığı (x1)
- Zımpara (x1)

İşlem Basamakları:

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri almız.	➤ İş güvenliği ile ilgili kuralları okuyunuz.
➤ İş önlüğünü giyiniz.	➤ Öğretmeninizden yardım istemelisiniz.
➤ Yukarıdaki şekilde belirlenen, önerilen veya sizin tarafınızdan belirlenen şekli çıktı alıp bir	➤ Şeklin ana hatlarını çizerken sadece kenar çizgilerini baz alıp geri kalan nesnelere göz

kâğıt üzerinde ana hatlarını çiziniz.	ardı etmelisiniz.
➤ Öğretmeninizden malzemeleri alınız.	➤ Eksik malzeme varsa bildirmelisiniz.
➤ Yan keski yardımıyla iletken telleri şekildeki ölçüler kadar kesip tamamını soyunuz.	➤ Şeklin her bir kenarını ölçerek kesip o şekle göre bükmeyi unutmalısınız.
➤ Büküğünüz iletkenleri belli noktalarda birbirlerine sırasıyla lehimleyiniz.	➤ Her bir iletkeni belli bir sırayla lehimlemelisiniz.
➤ Son aşamada gerekli düzeltmeleri yapınız, kopukluklar varsa kontrol ederek lehimleme çalışmaları yapınız.	➤ Lehimleme işleminde gerekli kontrolleri sağlamalısınız. Takıldığınız noktada öğretmeninizden yardım istemelisiniz.
➤ İki şekil birbirine tutunamıyorsa en içteki şekilden en dıştaki şekile doğru olacak şekilde bir tel kullanarak birbirine lehimleyiniz.	➤ Bu işlemi en kısa mesafede ve pek dikkat çekmeyecek yerde yapmaya özen gösteriniz.
➤ Havayı fişten çekerek soğumaya bırakınız.	➤ Havyanın soğuduğundan emin olmalısınız.
➤ Yapılan şekli öğretmeninize teslim ediniz.	

Kullanabileceğiniz Şekil Listesi:

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
	Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No.:						
Okul:	Öğretmen:			Tarih:	İmza:	
				.../.../20..		

Uygulama Adı

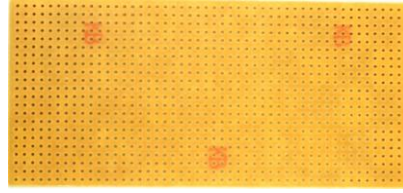
Delikli Plaket Üzerinde Lehimleme Uygulamaları

Uygulama No.

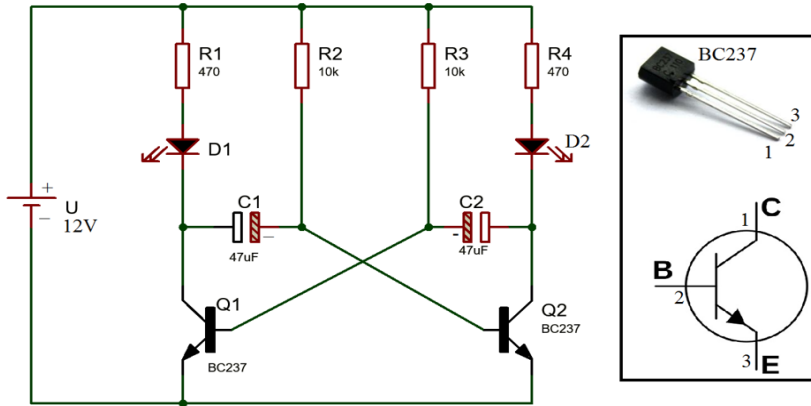
4

Amaç: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, delikli plaket üzerinde lehimleme çalışmalarını yapmak.

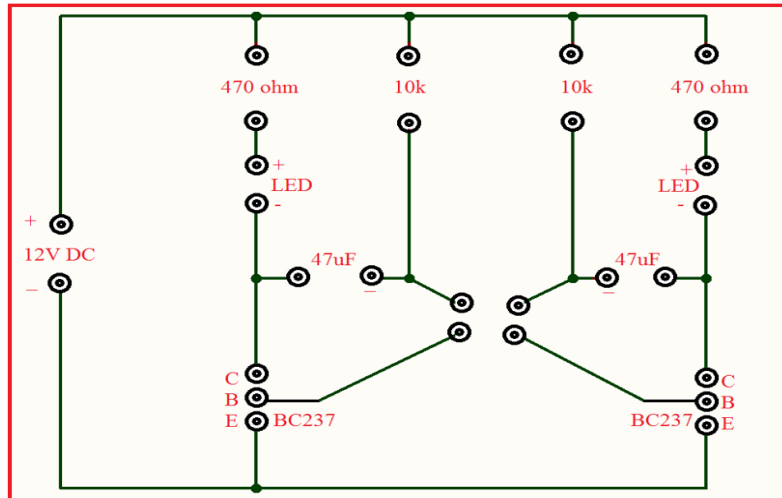
Devre Şeması:



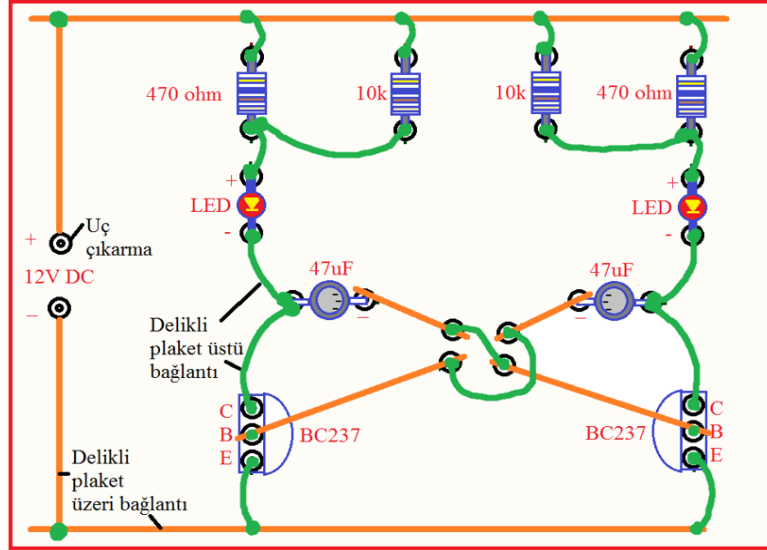
Delikli Pertinaks



Devre Şeması



Pertinaks üzerinde elemanların yerleşimi



Pertinaks üzerinde kabloların dağıtılması

Kullanılacak Araç Gereçler:

- 60x130 mm delikli pertinaks (x1)
- 30-40W kalem havya (x1)
- Lehim teli (x1)
- 0,75 – 1,5 mm² tek telli (zil teli) iletken (2-3 m)
- Kargaburnu, Yan Keski, Pense
- 470 Ω direnç (x2)
- 10 kΩ direnç (x2)
- BC 237 Transistör (x2)
- 47 µF 25 V Kondansatör (x2)
- Kırmızı led (x1)
- Sarı led (x1)
- 12 V DC Güç Kaynağı (x1)

İşlem Basamakları:

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.➤ İş önlüğünü giyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İş güvenliği ile ilgili kuralları okuyunuz.➤ Öğretmeninizden yardım istemelisiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Havyayı havya altlığına koyarak prize takınız ve ısınmasını bekleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Lehimleme öncesinde havyanın ısıtıldığından emin olmalısınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Elektronik elemanların bacaklarının plaket üzerinde kalan kısmı 2 mm veya daha fazla olmalıdır.	<ul style="list-style-type: none">➤ Elemanların plaket üzerinde uzunluğu fazla bırakıldığından emin olmalısınız.

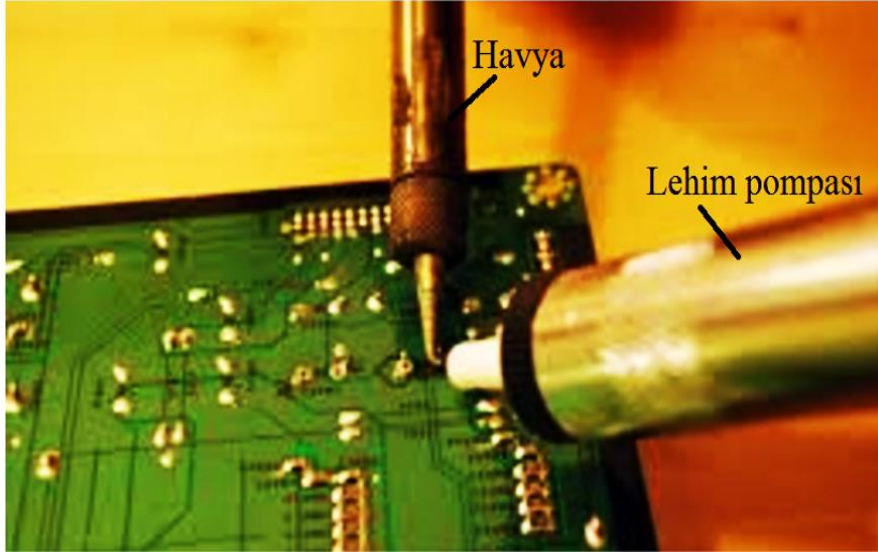
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kondansatör, transistör ve 1 Watt'tan büyük dirençlerin plakete mesafesi 3-7 mm olmalıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elektronik kondansatörlerin bacakları gereğinden fazla açılmamalıdır.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eleman bacakları uzunsa makaron takınız. ➤ Plakette kondansatör için geniş yer açınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kondansatör ile plaket arasında en az 3 mm olmalıdır.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Transistör bacaklarını çapraz lehimleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Belli açılarda lehim yapılmalıdır.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eleman bacağına kargaburun ile düzeltiniz. Montaj deliğine uygun olarak elemanın her iki bacağına karga burun ile 90° bükünüz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bükme işlemi sırasında eleman yazıları üste gelmelidir.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eleman ayaklarını plaket deliklerine sokunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Arka kısımdan bükmelisiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bacakların fazlalık kısmını ya keski ile keserek eleman bacağına plakete lehimleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehimlemenin ardından bacakları lehime yakın kısımdan kesebilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elemanlar arası kablolar kullanarak birbirine bağlantıları yapınız ve uçlarını plaket kısmında lehimleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Burada lehimleme yaparken kabloya uzun süre lehim tutulmamalıdır; aksi takdirde kablo yalıtkanı erir.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 12 V uçlarından kablo çıkarınız ve bu uçları DC 12V kaynağa bağlayarak devreyi çalıştırınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devrede ledlerin sıra şeklinde yandığı gözlenmelidir. Aksi takdirde bağlantılarda veya lehimde hatalar vardır. ➤ Enerjiyi kesin ve malzemeleri teslim ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Böyle durumda enerji kesilerek devre incelenmelidir.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME				TOPLAM		
	Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Aışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10			
Sınıf / No.:							
Okul:	Öğretmen:			Tarih:	İmza:		
				.../.../20..			

Uygulama Adı	Lehimin Sökülmesi Uygulaması	Uygulama No.	5
---------------------	------------------------------	---------------------	---

Amaç: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, lehim sökme işlemlerini gerçekleştirmek.

Devre Şeması:



Kullanılacak Araç Gereçler:

- 30-40 W Kalem Havya (x1)
- Lehim teli (x1)
- Lehimlenmiş plaket veya pertinaks (x1)
- Lehim pompası (x1)

- Yan keski, pense, kargaburnu (x1)
- Havya altlığı (x1)

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız. ➤ İş önlüğünü giyiniz. ➤ Öğretmeninizden malzemeleri temin ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili kuralları okumalısınız. ➤ Öğretmeninizden yardım istemelisiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kullanılmayan eski bir plaket temin ediniz. ➤ Sökeceğiniz elemanları belirleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eski bir plaket olması ve bu plaketin önceden lehimlenmiş olması gerekir.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Havyayı ısıtarak lehim noktasına temas ettiriniz. ➤ Lehim eridikten sonra pompa veya fitil ile alınız. ➤ Elemanın diğer bacaklarındaki lehimi de aynı şekilde alınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehim sökme işleminde lehim pompası ve fitili kullanmayı unutmamalısınız. ➤ Lehim sökme işleminde lehimin eritilmesi önemlidir.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eleman bacakları arkadan kıvrılmış ise, karga burun ile düzeltiniz. ➤ Elemanı plaketten çıkarınız. ➤ Uygulamayı sökmek istediğiniz tüm elemanlara uygulayınız. ➤ Malzemeleri teslim ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehim sökme işleminde çıkarılan elemanların uçları yamulabilir. Bu nedenle tekrardan kullanılması için eğilen yerlerin düzeltilmesi önemlidir.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Aışk.	Süre	Rakam	Yazı
Adı:	30	30	30	10		
Soyadı:						
Sınıf / No.:						
Okul:	Öğretmen:			Tarih:	İmza:	
				.../.../20..		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Elektronik devrelerde bir sistemi oluşturmak için; elamanları ve tellerini birbirine tutturmak amacıyla belirli sıcaklıklarda eriyebilen tellere denir.
2. Lehim teli alaşım olarak ve metallerinin karışımından oluşturulmuştur.
3. Lehim tellerinde erime sıcaklığı oranı arttıkça azalmaktadır.
4. Lehim telleri 0,75 mm -1 mm- 1,20 mm- 1,60 mm üretilebilirler.
5. Elektronikte, hassas elektronik elemanların lehimlenmesinde sızdırmalı kullanılır.
6. Elektronik devre elamanlarını 230-250 °C'lik ısı aralığında lehimleme yapılır.
7. Elektronik devreler ve ince iletkenler lehimlenirken 215 °C'lik erime ısı için lehim karışımı olmalıdır.
8. Kalın iletkenler ve iri lehimlemeler için erime ısı 238 °C olmalıdır.
9. Kalın iletkenler ve iri lehimlemelerde 280-300 derecelik ısı aralığında lehimleme kullanılır.
10. Verilen lehim teli özelliğinden birinin anlamını yazınız: **RS(RH)- 50- 1,6- A**
RS(RH) :
50 :
1,6 :
A :
11. Elektronik devrelerde havayalar ile derece arasında ısı yayabilecek şekilde üretilirler.
12. Havayalar, görünüş ve ısıtılma şekillerine göre ayrılırlar.
13. Kalem havayalar havayalar olarak da anılırlar.
14. Lehimleme yapmak için havayalar ayarlı veya ayarlı olarak kullanılabilmesi için çeşitli istasyonlar kullanılır.
15. Tabanca havayalar havayalar olup daha çok elektrikçilikte ve kalın iletkenlerin lehimlenmesinde kullanılırlar.

16. lehimlemede çalışma ısı 500oC' tan düşük, lehimlemede 500oC' tan yüksek olarak tespit edilmiştir.
17. Lehimin yapılacağı baskı devre yüzeyi çok ince kullanılarak zımparalanır.
18. Normal sürede yapılan lehimin parlak, temiz, çatlaksız, deliksiz, küçük ve tabii bir tepe görüntüsündedir.
19. Havyadaki yüksek, daha önce de belirtildiği gibi, temas halinde insanlara ve eşyalara zarar verebilir.
20. Havya kullanılmadığı zamanlarda havya tutulmalıdır.
21. Lehim erirken çıkan dumanı etmeyiniz.
22. Lehim yapılacak yer iyice
23. Eleman veya iletken uçları önceden az miktarda lehimlenmelidir. Buna denir.
24. Eleman direnç, diyot gibi bir malzemeyse bacaklar lehimlenecek arasındaki dikkate alınarak kargaburun yardımıyla 90 derece bükülür.
25. İki iletkenin açılan uçlarının ön lehimleme aşamasından sonra lehimlenmesi işlemidir.

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

26. (...) Gazlı havyalar, enerji kaynağının bulunmadığı ortamlarda kullanılmaz.
27. (...) Entegre, küçük diyot ve transistör gibi ısıya dayanıksız malzemelerin lehimlenmesinde düşük güçlü havyalar tercih edilmelidir.
28. (...) Havya rasgele bir yere bırakılmamalı, havya altlığına tutulmalıdır.
29. (...) Kalem havyalarda havya ucunun genişliği 3-3.5 cm'dir.
30. (...) Havya ucu yeni değiştirilmişse ilk ısıtılmada lehim yapılmamalıdır.

DEĞERLENDİRME

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

ÖĞRENME KAZANIMI

Yapılacak devrenin ideal ölçülerinde, patern çıkarma kurallarına uygun olarak baskı devre paterni çıkarabileceksiniz.

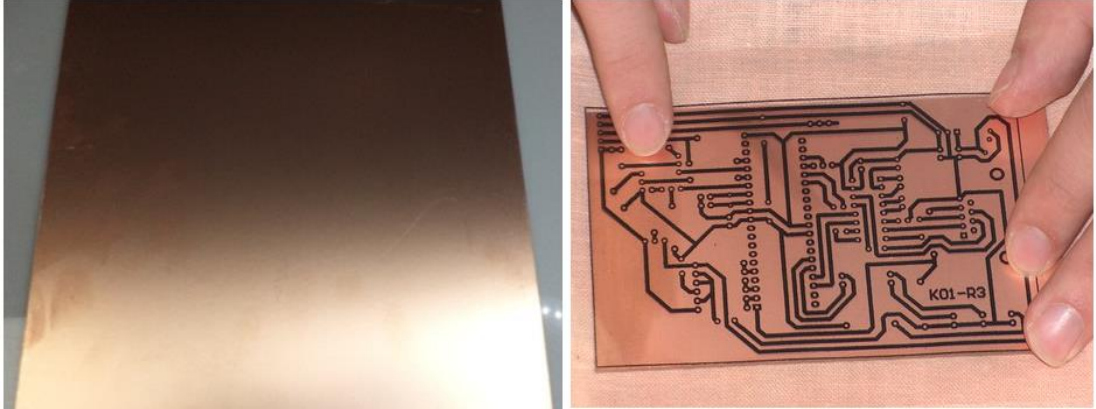
ARAŞTIRMA

Baskı devre plaketini oluşturan katmanların neler olduğunu araştırınız. Patern oluşturmanın nasıl yapıldığını araştırarak sınıfla paylaşınız.

2. BASKI DEVRE

2.1. Baskı Devre

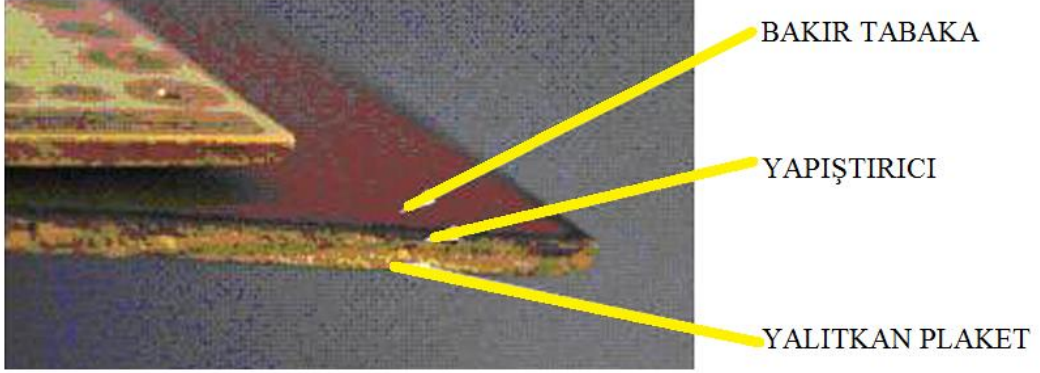
Elektronik devre elemanlarının üzerine yerleştirildiği ve bu elemanlar arasındaki elektriksel bağlantının bakırlı yüzde oluşturulan yollarla sağlandığı plakalara **baskı devre** veya **baskı devre plaketi** denir.



Fotoğraf 2.1: Baskı devre plaketi

Baskı devrelerde yalıtkan plaket üzerine ince bir bakır tabakası güçlü ve dayanıklı bir yapıştırıcı ile tutturulmuştur. Baskı devrelerde bakır yüzeyin bir bölümü eritilerek bakır yollar meydana getirilir. Baskı devre üzerine yerleştirilen devre elemanlarının bacakları deliklerden geçirilir ve alt bölümdeki bakırlı bölgeye lehimlenir. Elektronik devre elemanları

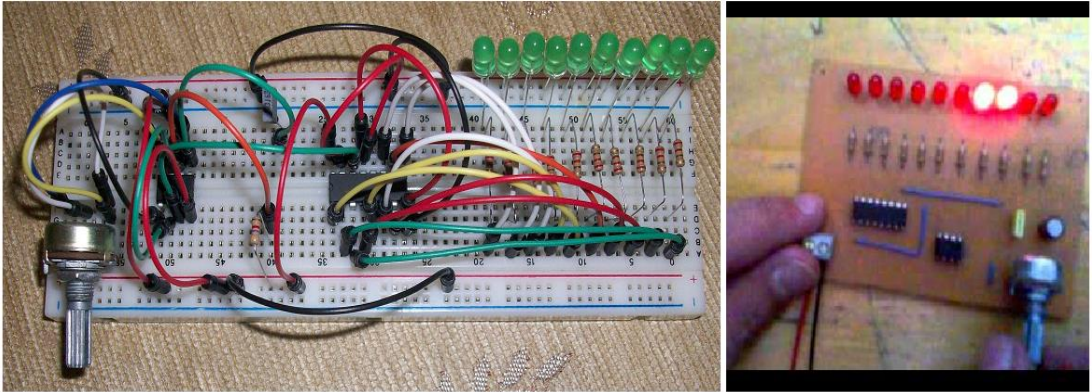
bu bakırlı yollar aracılığıyla birbirine bağlanır. Böylece devre elemanı hem fiziki hem de elektriksel olarak devreye bağlanmış olur.



Fotoğraf 2.2: Bakır plaketin katmanları

Elektronik devrelerin baskı devre plaketleri üzerine yapılmasının sağladığı faydalar şunlardır:

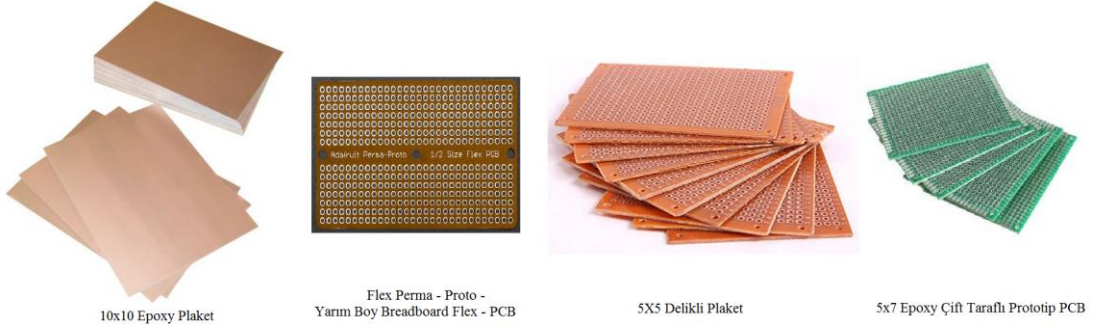
- Elektronik devrelerin seri üretimi kolaylaşır.
- Cihazların fiziki boyutları küçülür, ağırlığı azalır.
- Seri üretimin artması sonucu cihazların fiyatları düşer.
- Baskı devre plaketi malzemeleri toparlayacağından devre sadeleşir, yapım ve onarı kolaylaşır.
- Tel şeklinde iletkenler daha az kullanılacağından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



Fotoğraf 2.3: Bir elektronik devrenin breadboard ve plaket üzerinde kurulumları

2.2. Baskı Devre Plaketi ve Yapısı

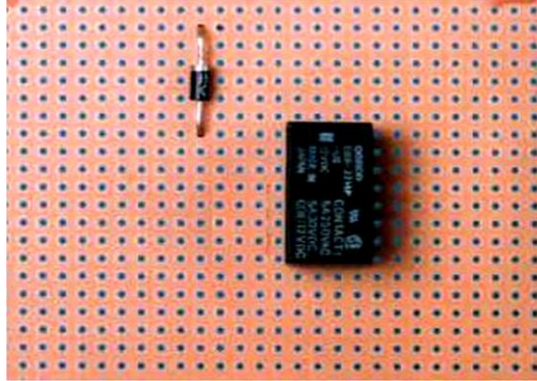
Baskı devre çizilmesi sürecine elemanların plakete üzerine yerleşim planı yapılarak başlanır. Yerleşim planı yapılırken estetik görünüş yanında bazı teknik özelliklere de dikkat etmek gerekmektedir.



Fotoğraf 2.4: Baskı devre plakete çeşitleri

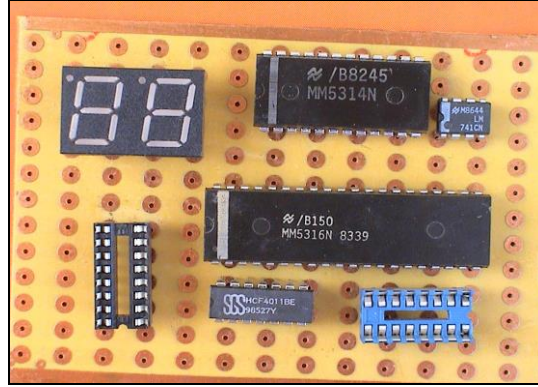
Elemanların yerleştirilmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Devredeki elemanların boyutları göz önüne alınmalıdır. Elemanların boyutları baskı devre plaketenin büyüklüğünü de belirleyecektir (Fotoğraf 2.5).



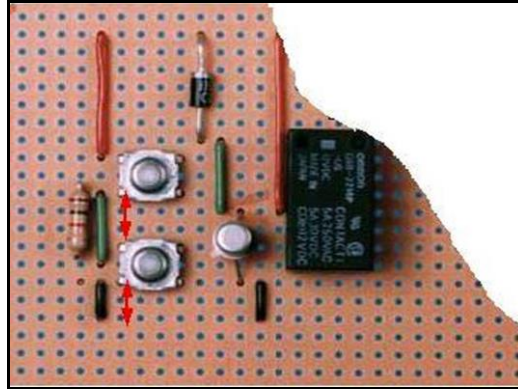
Fotoğraf 2.5: Elektronik malzemelerin boyutuna uygun plakete seçimi

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



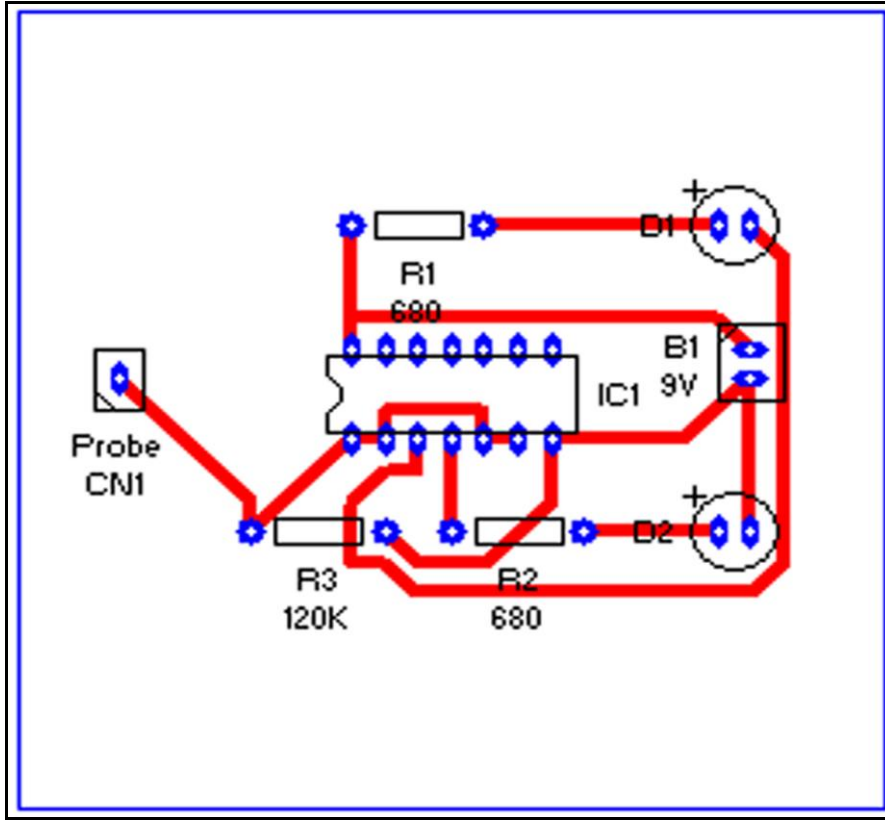
Fotoğraf 2.6: Elektronik malzemelerin yatay/dikey dağılımı

- Transistör, tristör gibi üç bacaklı elemanların bacakları arasındaki mesafe çok fazla ya da çok az olmamalıdır.



Fotoğraf 2.7: Elektronik malzemelerin kendi arasındaki mesafe durumu

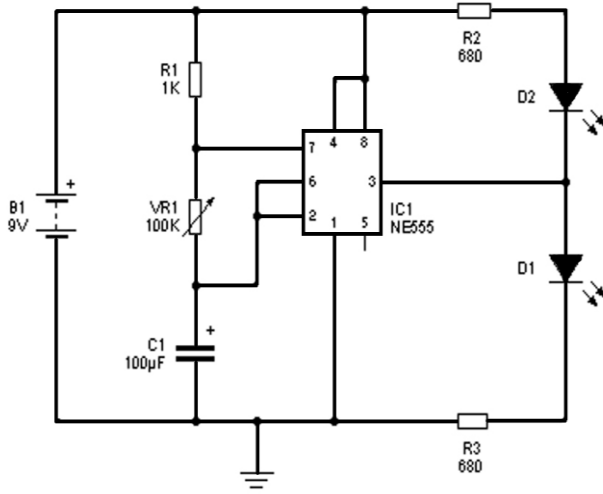
- Yüksek frekanslı devrelerde birden fazla bobin varsa bunlar yan yana yerleştirilir.



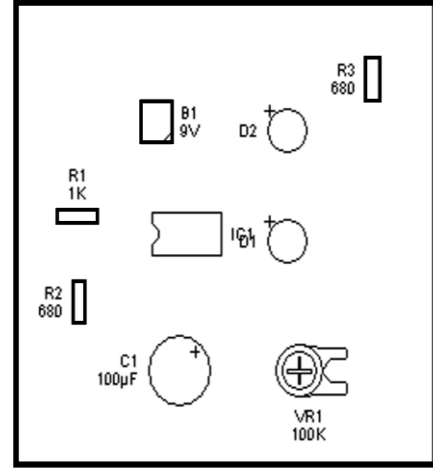
Fotoğraf 2.8: Elektronik malzeme yerleşim haritasının çıkarılması

- Yüksek güçlü transistor, triyak gibi elemanların soğutucuları da hesaba katılmalıdır.

Bu hususlar dikkate alınarak milimetrik (ya da kareli) kâğıt üzerine devrenin üstten görünüşü çizilecektir (Fotoğraf 2.9). Bunu yapmadan önce devre seması baskı devreye aktarılmaya uygun olacak şekilde değiştirilir. Bu değişiklikler devrenin elektriksel bağlantısıyla ilgili değil, hatların boyları ve geçtiği yerler gibi estetiğe ilişkin ve baskı devrenin çıkarılmasını kolaylaştırıcı değişikliklerdir. Milimetrik kâğıt üzerinde devrenin üst görünüşü çizildikten sonra eleman uçlarının geleceği delik yerleri işaretlenir. Deliklerin aynı hizada olmasına dikkat edilmelidir. Delikler arasına elemanların sembolleri çizilir ve elemanları birbirine bağlayan hatlar koyulaştırılır. Bundan sonra milimetrik kâğıt ters çevrilir ve delik yerleriyle hatlar bu yönden çizilir. Alttan görünüş olacak olan bu görünüşün rahatça çıkarılabilmesi için kâğıt, pencere camına kenarından tutturulabilir. Bu sayede üstten görünüşteki çizgi ve delik yerleri tersten çizilebilir. En son elde edilen görünüş, plaketin bakırlı yüzeyinde oluşturulacak olan görünüştür. Buraya kadar yapılan işlem baskı devrenin alttan (bakır kaplı taraf) görünüşünün kâğıt üzerine çizilmesidir. Bundan sonra yapılması gereken işlem bu şeklin bakırlı plaketin bal kaplı yüzeyine aktarılması ve bakırlı yollar meydana getirilmesidir.



Devre Şeması



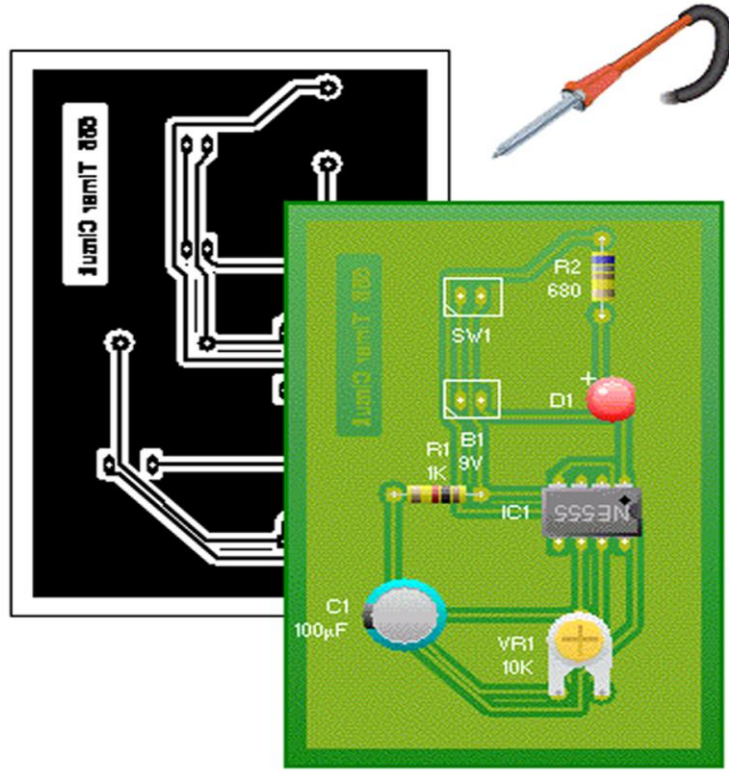
Malzemenin Plakete Yerleşimi

Fotoğraf 2.9: Elektronik Devre Şeması ve Plakete Yerleşimi

2.3. Baskı Devre Plaketinin Boyutlandırılması

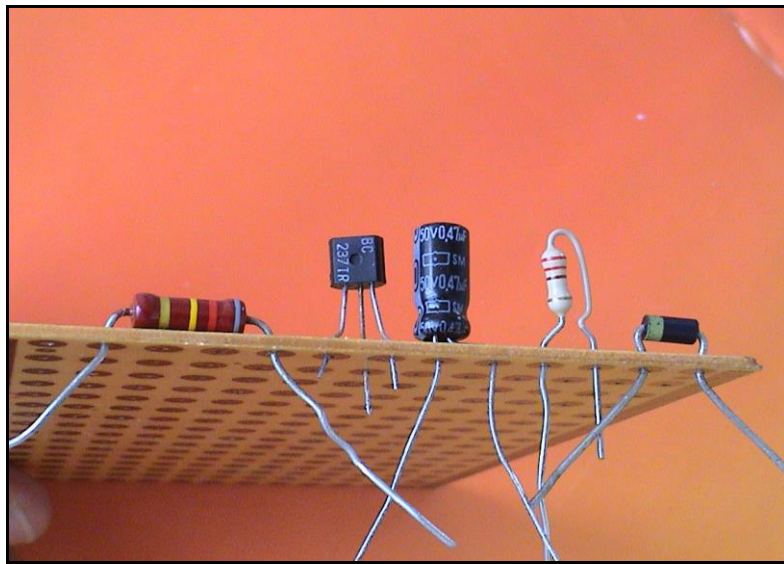
Baskı devresinin hazırlanması için devrede bulunan elektronik elemanların plaket üzerine yerleşim şekli düşünüldükten sonra gerekli sadelik sağlanarak, şema yeniden düzenlenir.

Kullanılan devrenin elemanlarının gerçek boyutları ölçülerek kaydedilir (Fotoğraf 2.10).



Fotoğraf 2.10: Devre şemasının plakette tasarlanması ve ölçülendirilmesi

2.4. Yerleştirilme Şekli ve Montaj Ölçülerinin Ayarlanması



Fotoğraf 2.11: Elektronik malzemelerin plakete yerleştirilmesi biçimi

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

2.5. Baskı Devre Plaketinin Hazırlanması

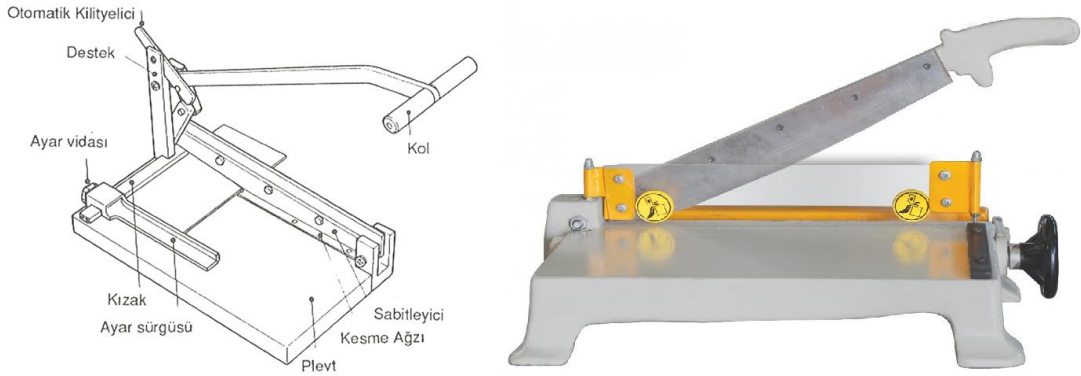
Uygulanacak devrenin büyüklüğüne göre baskı devre plaketi istenilen ölçülerde olmayabilir. Bunun için bu plaketi kesmek gerekir. Kesme işleminde yeterli dikkat eğri kesimler, baskı devre plaketine çatlama ve bakır levhada kopmalar meydana gelir. Bu olaylar devrenin çalışmamasına ve mekanik dayanıklılığın azalmasına sebep olur.

Sağlıklı bir kesme işlemi için aşağıdaki metotlar kullanılır:

- Giyotin makas ile kesme
- Maket bıçağı ile kesme
- Testere ile kesme

2.5.1. Giyotin Makasla Kesme

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



Fotoğraf 2.12: Giyotin makas ile plaket kesme

2.5.2. Maket Bıçağı ile Kesme

Plaket, özel plaket bıçağı veya maket bıçağı ile kesilebilir. Bakırlı yüzey üstte olacak şekilde masaya konur. Belirlenen ölçüde plaket çizilir. Cetvel veya bir mastar yardımı ile bakır levha kesilene kadar bıçakla kendinize doğru çekilerek çizilir. Plaket ters çevrilerek

aynı çizgilerden taban kısmı çizilir. Plaket hafifçe ısıtılıp plaket bükülerek kırılır. Pürüzlü kenarlar eğe kullanılarak düzeltilir.



Fotoğraf 2.13: Maket bıçağı ile plaket kesme

2.5.3. Testere ile Kesme

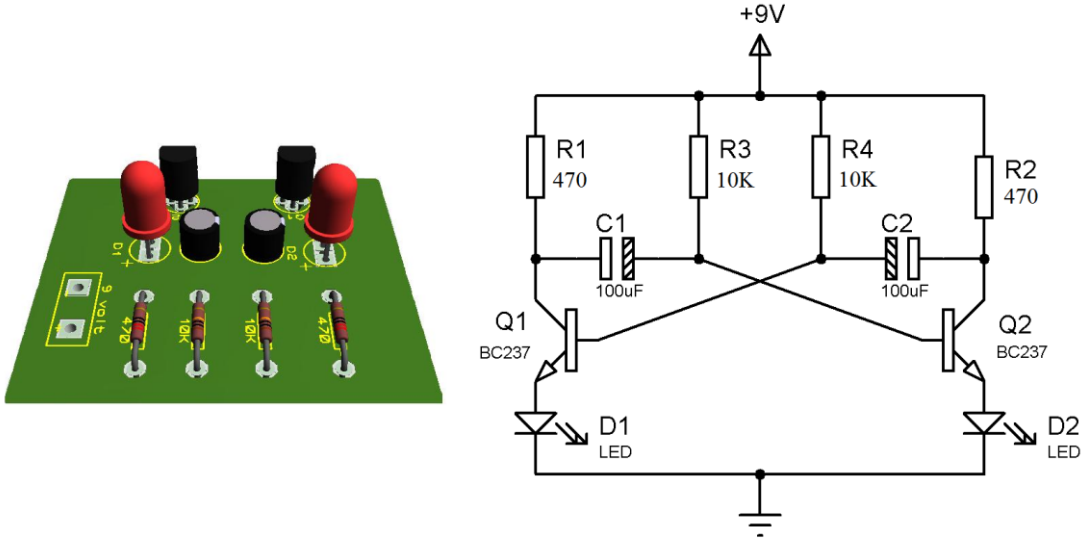
Daha çok küçük plaketler bu yöntemle kesilebilir. Kesme sırasında demir testeresi tercih edilmelidir. Bakırlı yüzey üste getirilmelidir. Kesme hızı yavaş olmalı ve plakette zorlama, eğme, bükme yapılmamalıdır.



Fotoğraf 2.14: Testere ile plaket kesme

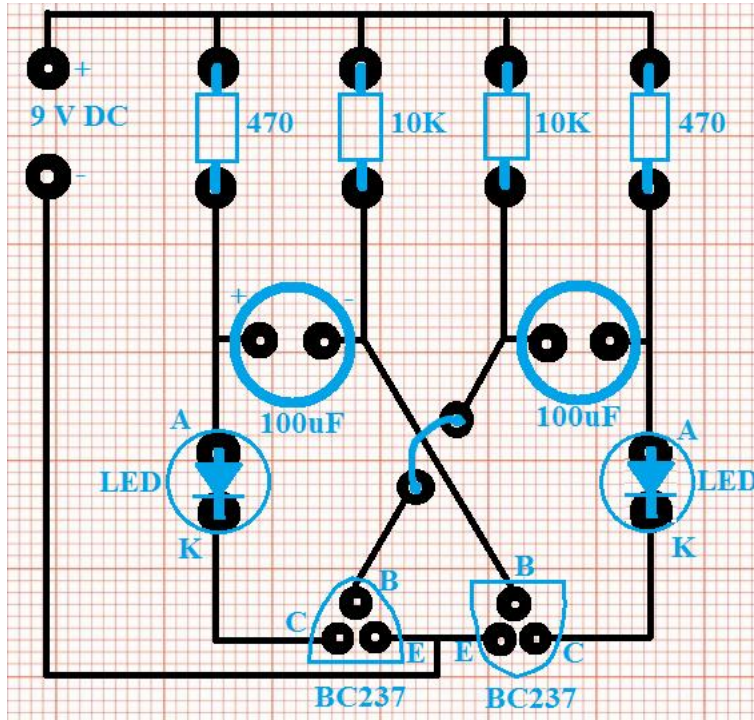
2.6. Patern Oluşturma ve Aşamaları

- İlk olarak devrenin anatomisi oluşturulur. Devrenin elektronik şemasını göz önüne alınız ve durumu oluşturunuz.



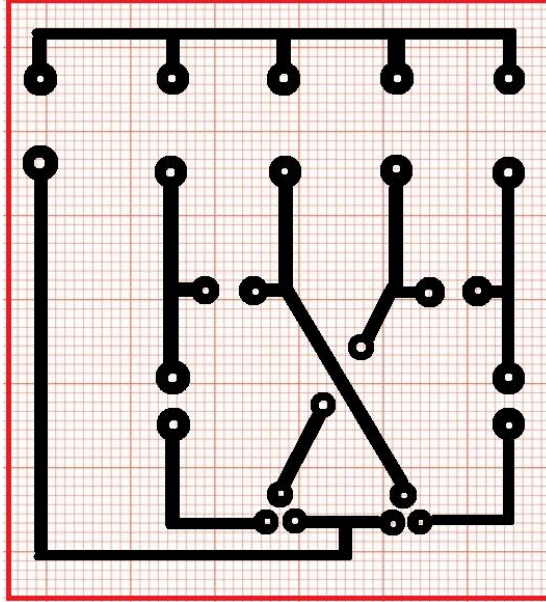
Fotoğraf 2.15: Devre şeması ve 3 boyutlu yerleşimi

- Baskı devre plaketi üzerine aktarılabilmek için milimetrik kâğıt kullanılır. Devre eleman boyutları göz önüne alınarak, elemanlar milimetrik kâğıt üzerine yerleştirilir.



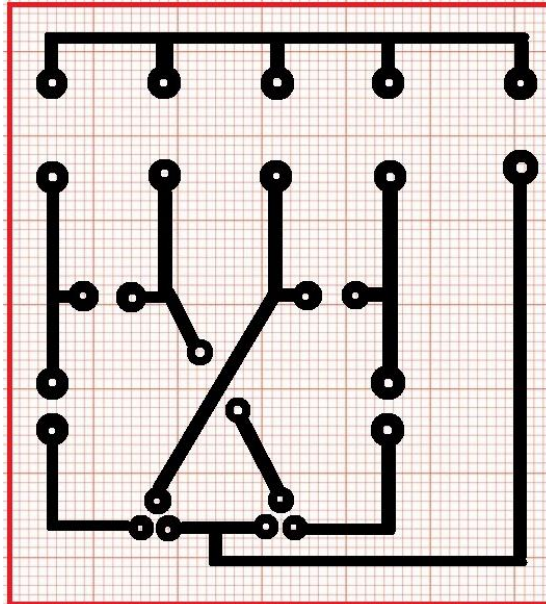
Fotoğraf 2.16: Elemanların milimetrik kâğıt üzerinde yerleşimi

- Plaketin elemanlı yüzü kabul edilir. Eleman bacaklarının geleceği delik yerleri arasına semboller çizilir. Devreye uygun olarak hatlar koyulaştırılır.



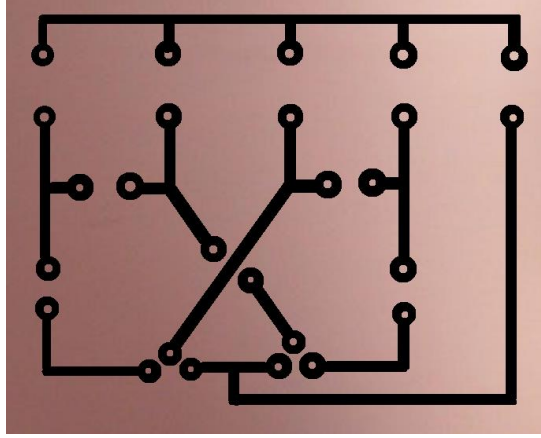
Fotoğraf 2.17: Yerleşimde sembollerin belirtilmesi ve hatların koyulaştırılması

- Milimetrik kâğıt ters çevrilerek, eleman bacaklarının geleceği yerler ve hatlar işaretlenip çizilir.



Fotoğraf 2.18: Çizimin ters çevrilip tekrardan çizilmesi

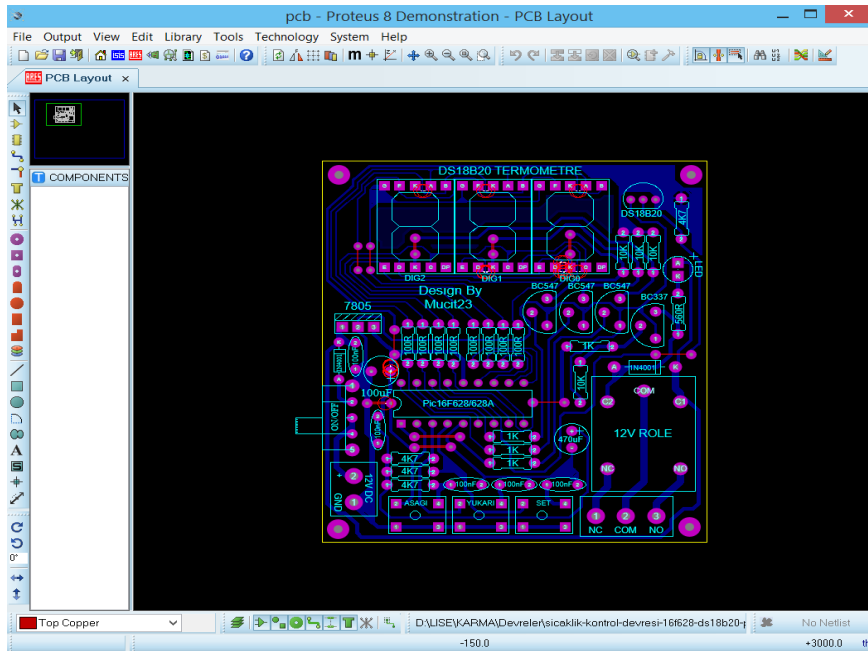
- Plaketin bakırlı yüzü kabul ediniz. Hazırlanan Patern uygun bir metotla bakırlı yüzeye aktarılır. Hat kalınlıkları 1,5~2 mm, bağlantı noktaları 3-5 mm olmalıdır.



Fotoğraf 2.19: Paternin baskı devre plaketine çizilmesi

2.7. Paternin Baskı Devre Plakete Aktarılma Yöntemleri

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



Fotoğraf 2.20: Proteus ile baskı devre hazırlama

Baskı devre yapmak için öncelikle devrenizi bir devre çizim programında tasarlamamız ve çizmeniz gerekir. En yaygın kullanılan devre çizim programları Proteus ve Eagle'dır. Fotoğraf 2.20'da Proteus programında yazılmış bir devrenin görünüşü gösterilmektedir.

Baskı devre yapımında devrenizi çizerken devre elemanları arasındaki bağlantı yollarının kalınlığı önemlidir. Devrenizdeki bağlantı yollarının taşıyacağı akım miktarı yükseldikçe yolun kalınlığının da artırılması gerekir.

Bağlantı Yolu Genişliği	Taşınabilecek Maksimum Akım Değeri
0,2 mm	100 mA
0,5 mm	300 mA
1,0 mm	2,5 A
2,0 mm	5 A
3,0 mm	6 A
4,0 mm	7 A
5,0 mm	9 A

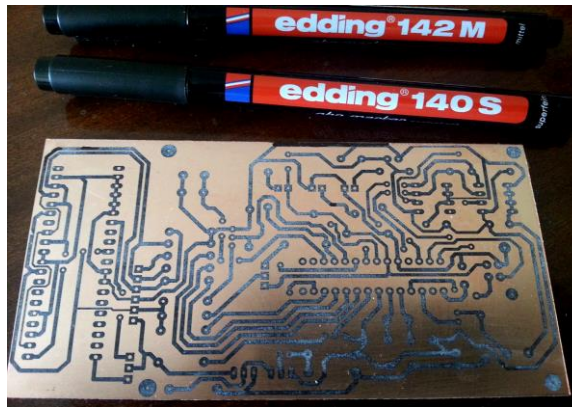
Tablo 2.1: Bağlantı yolların taşıyacağı akım miktarı

Çizimin bakırlı plakete aktarılmasında şu yöntemler kullanılır:

- Baskı devre kalemi metodu
- Foto rezist metodu
- Ütü metodu
- Serigrafi metodu
- PnP (Press and Peel) yöntemi
- Pozitif 20 yöntemi
- Hazır Kart yöntemi

Çok sayıda kart basımı ve/veya karmaşık bir devre söz konusu olduğunda baskı devre üreten atölyelerde uygulanan serigrafi tekniği de tercih edilebilir.

2.7.1. Baskı Devre Kalemi Metodu

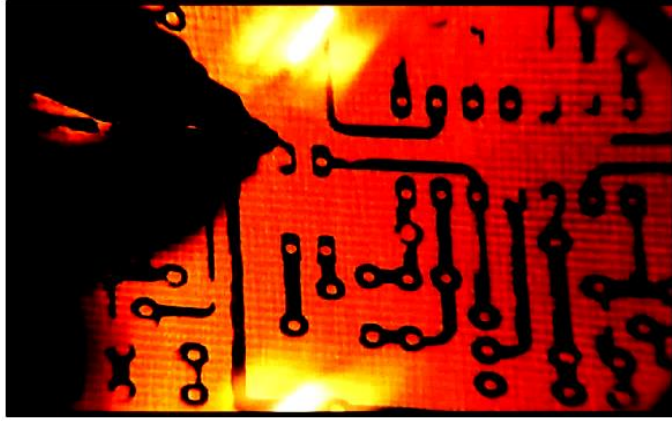


Fotoğraf 2.21: Baskı devre kalemi ve plakette kullanılması

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

2.7.2. Foto Rezist Metodu

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

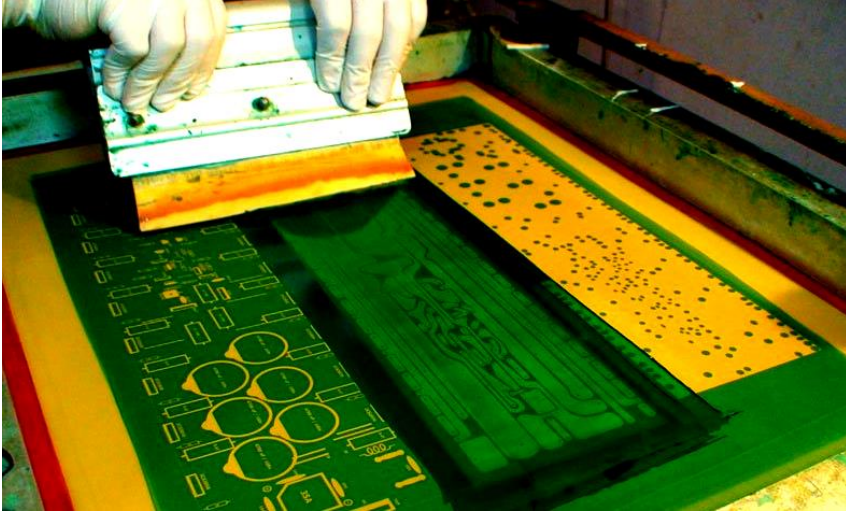


Fotoğraf 2.22: Foto rezist yöntemi

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

2.7.3. Serigrafi Metodu

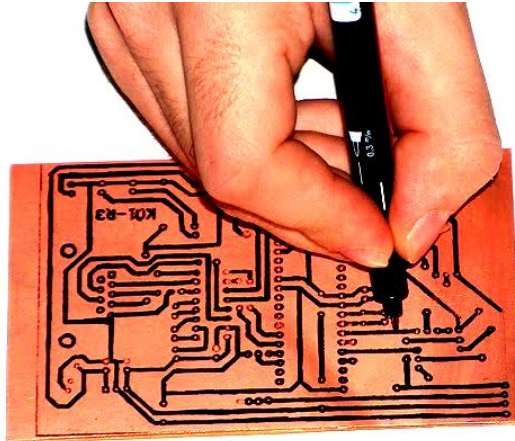
Bu metotta da devrenin bağlantı yollarının şekli aydıngere aktarılır. Aydıngezer üzerine çizme işlemi foto rezist metoduyla tamamen aynıdır. Serigrafi metodunda nakış çerçevesi gibi bir çerçeveye ipek gerilir. Gerek çerçeve gerekse ipek piyasada ayrı ayrı bulunabileceği gibi ipek çerçeveye gerilmiş biçimde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



Fotoğraf 2.23: Serigrafi yöntemi

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

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

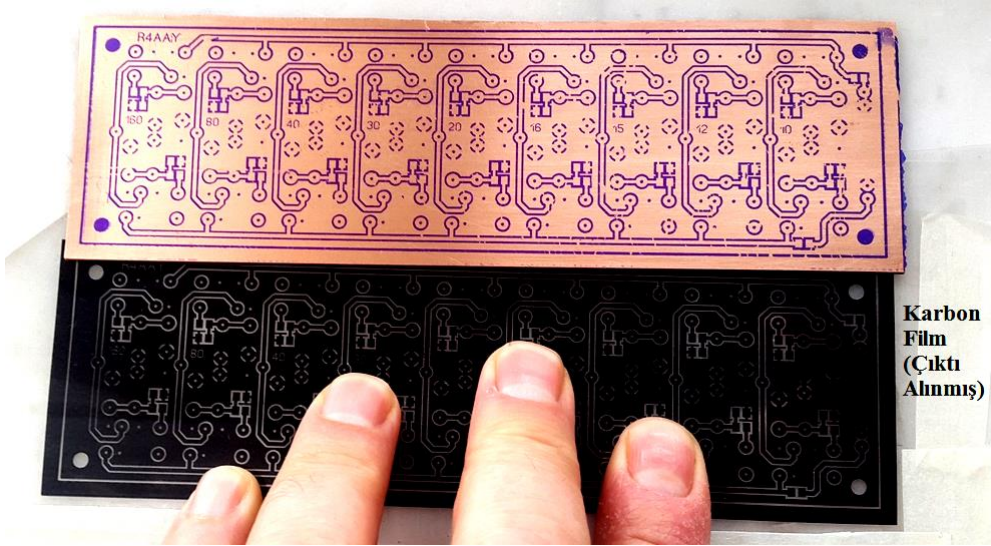


Fotoğraf 2.24: Patern oluşturma sonucunda eksik yerlerin kalemle tamamlanması

2.8. Patern Oluştururken Dikkat Edilecek Hususlar

Baskı devre çizimi (patern) yapılırken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Bağlantı yolları birbirini kesmemelidir.
- Bağlantı yolları arasında en az sayıda atlama kullanılmalı, mümkünse hiç atlama olmamalıdır.
- İletken yolları oluşturan bağlantı noktalarının kalınlığı en az 0,2 mm olmalıdır.
- Elektronik malzemelerin plaket üzerindeki lehimlendiği dairesel noktalara pad adı verilir. Baskı devrelerde padin dış çapı en az 2mm, iç delik çapı ortalama 1mm olmalıdır.
- Bağlantı yolları arası mesafe en az 1mm olmalıdır.
- Bağlantı yolları dönüm noktalarında 90° dik olmamalıdır. Kollara ayrılan bağlantılarda dik bağlantı yolları kullanılabilir.
- Devre elemanlarının ayakları arasındaki mesafe birebir ölçülmeli ve baskı devrede kullanılan padler arası mesafe buna göre ayarlanmalıdır.
- Hiçbir devre elemanının gövdesi birbirine temas etmemelidir.
- Devre elemanları baskı devre kartına kenarlarda en az 5mm kalacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Elemanların konum planlaması göze hoş gelecek şekilde olmalıdır.
- Elemanlar mümkün olduğunca yatayda ve dikeyde hizalanmalıdır.



Fotoğraf 2.25: Karbon film kullanarak patern oluşturma

Çizilen devreyi plakete kolay yoldan aktarmanın bir yolu da karbon kağıdı kullanarak çizimin plakete yansıtılmasıdır. Fotoğraf 2.25’de görüldüğü üzere bir karbon filme veya film üstünde çizilen devre üzerinde kalemle üzerinden geçilmesi kâğıt aracılığı ile plakete çizim yansır. Böylece plakette çizim işlemi kolaylaşır.

DEĞERLER ETKİNLİĞİ

İki kurbağa bir krema tenekesine düştü. Tenekenin kenarları parlak ve keskindi. “Eyvah, ne yapacağız?” dedi birinci kurbağa. “Çevreden hiç yardım gelmiyor, burada ölmeye mahkûmuz. Elveda dostum! Elveda kötü dünya!” Ve ağlaya ağlaya boğuldu.

İkinci kurbağa daha güçlüydü. Kremalı yüzünü ve gözlerini sildi. “En azından bir süre yüzeceğim.” dedi. Bir kurbağanın daha ölmesi dünyaya bir şey kazandırmazdı. Bir iki saat çırpındı ve yüzdü. Bir kez bile yakınmak için durmadı. Çırpındı, yüzdü ve yüzdü ve yüzdü ve yüzdü. Sonra kremanın üzerinde oluşan yağın üzerinden dışarı sıçradı.

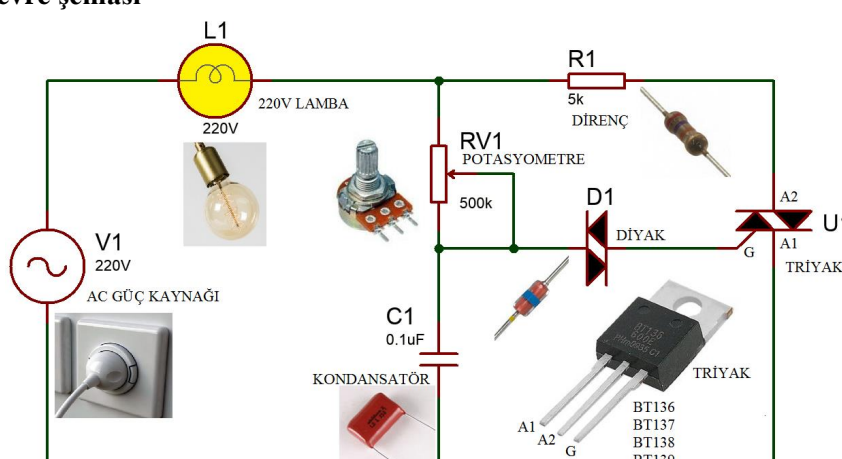
Çeşitli olumsuzluklarla karşılaşmasına rağmen başarıya ulaşmış insanların hayat hikâyelerini araştırınız. Araştırma sonuçlarını sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız. Siz, o insanların yerinde olsanız neler yapardınız?

Kendi hayatınızı düşününüz. Olumsuz durumlarla karşılaştığınızda şikâyet edip vazgeçmeyi mi seçiyorsunuz yoksa elinizden gelenin en iyisini yapmaya mı çalışıyorsunuz? Örnekler veriniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1 – 2'yi tamamladığınızda baskı devre çıkarma yöntemlerini kavrayıp uygulayabileceksiniz.

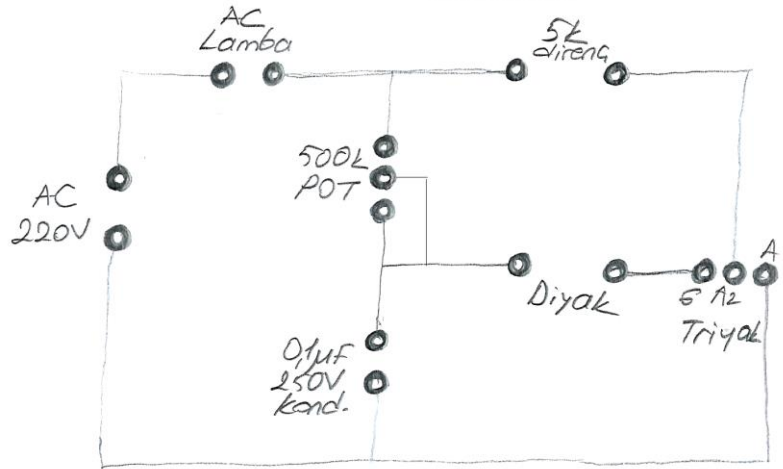
Uygulama Faaliyeti – 1	Baskı Devre Kalemi ile Baskı Devre Tasarlama
Uygulama Faaliyeti – 2	Ütüleme Yöntemi ile Baskı Devre Tasarlama

Uygulama Adı	Baskı Devre Kalemi ile Baskı Devre Tasarlama	Uygulama No.	1
<p>Amaç: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, baskı devre kalemi kullanarak plaket üzerinde baskı devre tasarımını yapmak.</p> <p>Devre şeması</p>  <p>Kullanılacak araç gereçler</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Baskı devre kalemi (S ve M uçlu)➤ 5x10 bakır plaket (x1)➤ Milimetrik veya kareli kâğıt➤ 220V AC lamba ve duyu (x1)➤ 5 kΩ direnç (x1)➤ 500 kΩ potansiyometre (x1)			

- 0,1 μ F 250V Kutuplu Kondansatör (x1)
- Diyak (x1)
- Triyak (BT136) (x1)
- 220V güç kaynağı (priz ve fiş) (x1)
- Kargaburnu, yan keski, pense
- Tornavida, izole band

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız. ➤ İş önlüğünü giyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili kuralları okuyunuz. ➤ Öğretmeninizden yardım istemelisiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devreyi inceleyiniz ve kurşun kalem ile bir boş kâğıda devrenin tasarımını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bu tasarımı yaparken elemanların büyüklüklerini ölçerek ve hesaplamaları dikkate alarak gerekli boşluklar bırakmalısınız.

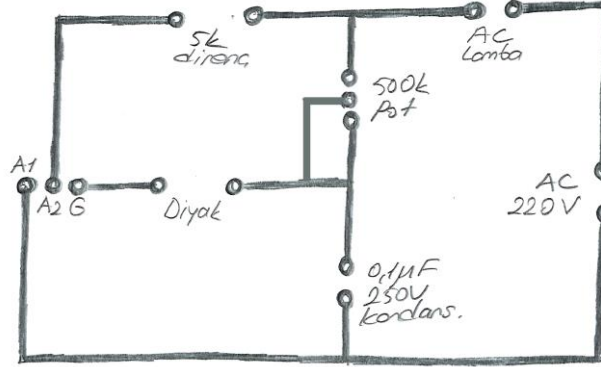
ÜSTTEN GÖRÜNÜŞ



- Tasarımda son kontrolleri yapınız.
- Plakete geçmeden önce çizdiğiniz çizimi ters çevirerek tekrardan çiziniz.

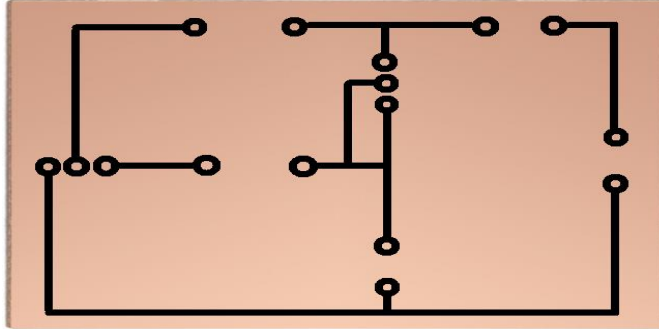
- Yerleştirdiğiniz düzen üstten görünüşüdür ve plakete geçtiği anda ters yüzü gözükmesi gerekecektir.

ALT TANI GÖRÜNÜŞÜ



➤ Plaket ve baskı kalemi elinize alınız ve tasarıma bakarak plaket üzerinde çizmeye sol kenardan itibaren başlayınız.

➤ Plakete çizim işlemi alt kenardan bakarak ve sol taraftan başlayarak çizmeye geçmelisiniz.



➤ Çizim yaparken hatların düzgünlüğüne dikkat ediniz.

➤ Özellikle cetvel ve şablondan faydalanabilirsiniz.

➤ Hatların fazla kalın olmayacak biçimde kalınlaştırma işlemi yapınız.

➤ Hatların asitte eriyeceğini hesaba katarak kalın çizildiğinden emin olmalısınız.

➤ **Çizdiğiniz bu devreyi bir sonraki asite atma işlemine kadar saklayınız.**

➤ Plaketinizi öğretmeninize teslim ediniz.

➤ Malzemeleri teslim ediniz.

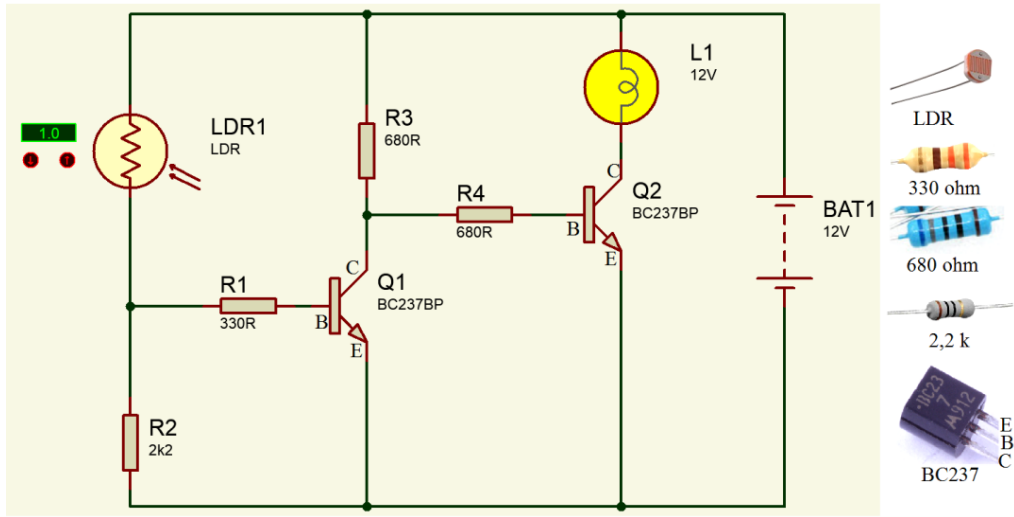
➤ Plaketin arka tarafına da adınızı yazmayı unutmalısınız.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No.:						
Okul:	Öğretmen:			Tarih:	İmza:	
				.../.../20..		

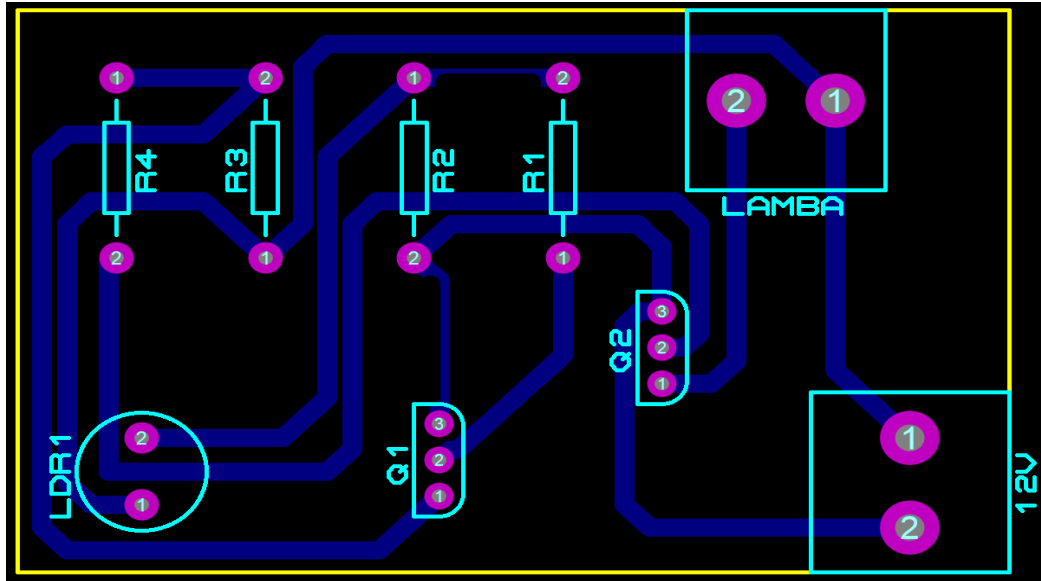
Uygulama Adı	Ütüleme Yöntemi ile Baskı Devre Tasarlama	Uygulama No.	2
---------------------	---	---------------------	---

Amaç: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, bir baskı devrenin bilgisayardan çıktı alınıp ütülemek ve hatalarını kontrol etmek.

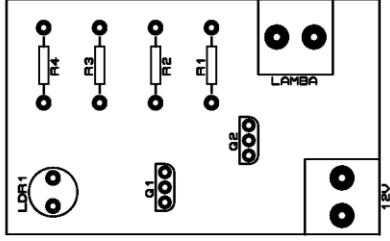
Devre Şeması:



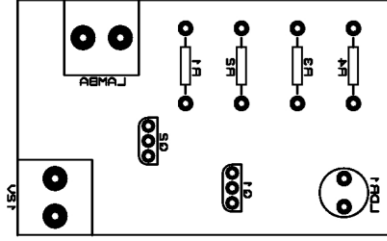
Devre çizimi



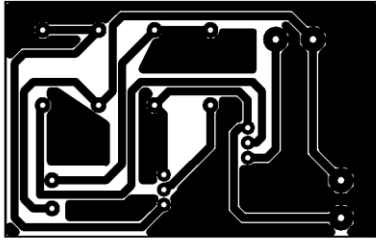
Baskı devre çizimi



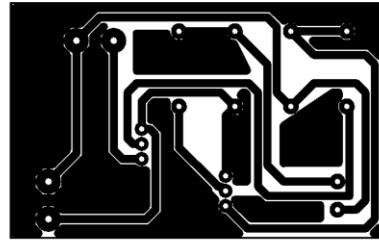
MALZEMELERİN ÜSTTEN YERLEŞİMİ
MALZEME LEHİMLERKEN BÖYLE
GÖRÜNECEK



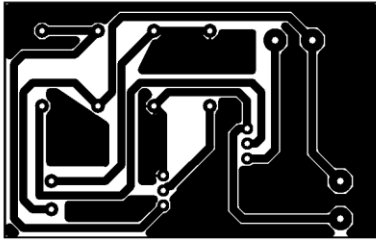
AYNA GÖRÜNTÜSÜ
(ALTAN BAKILINCA)



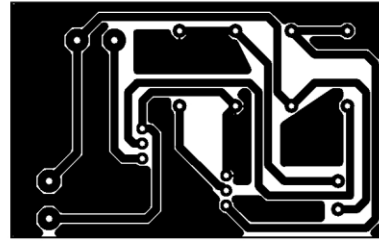
MALZEMELERİN ÜSTTEN BAKINCA
BASKI DEVRENİN NASIL
GÖZÜKTÜĞÜDÜR.



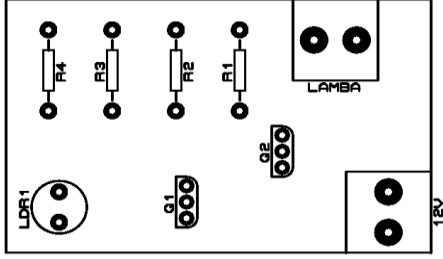
MALZEMELERİN ALTAN
BAKINCA
BASKI DEVRENİN NASIL
GÖZÜKTÜĞÜDÜR.



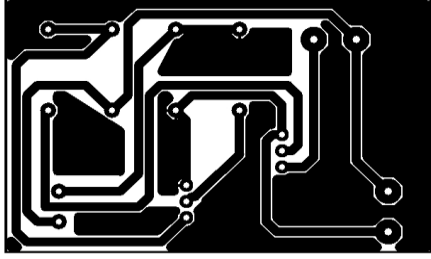
MALZEMELERİN ÜSTTEN BAKINCA
BASKI DEVRENİN NASIL
GÖZÜKTÜĞÜDÜR. (HATLAR NET)



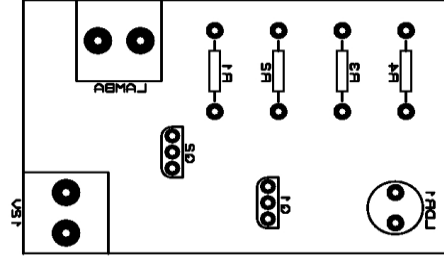
FOTOKOPİ İLE ÜTÜ YAPILACAK KISIM
BUNU EL İŞİ KAĞIDINA FOTOKOPİ YAP
SONRA BU KISMI PLAKETE BAKACAK
ŞEKİLDE YAPIŞTIR.



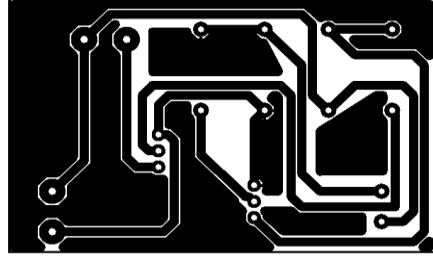
MALZEMELERİN ÜSTTEN YERLEŞİMİ
MALZEME LEHİMLERKEN BÖYLE
GÖRÜNECEK



MALZEMELERİN ÜSTTEN BAKINCA
BASKI DEVRENİN NASIL
GÖZÜKTÜĞÜDÜR. (HATLAR NET)



AYNA GÖRÜNTÜSÜ
(ALTTAN BAKILINCA)



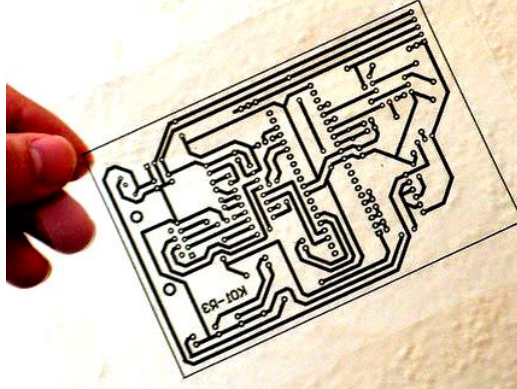
FOTOKOPİ İLE ÜTÜ YAPILACAK KISIM
BUNU EL İŞİ KAĞIDINA FOTOKOPİ YAP
SONRA BU KISMI PLAKETE BAKACAK
ŞEKİLDE YAPIŞTIR.

Ölçüleri ayarlanmış devre şeması

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Lazer Yazıcı ve Bilgisayar
- Yazılım (Proteus)
- El işi, aydınlar veya yağlı kâğıt (x2)
- Baskı devre kalemi (S)
- 5x10 plaket
- LDR (x1)
- 330 Ω direnç (x1)
- 680 Ω direnç (x2)
- 2,2 k Ω direnç (x1)
- BC237 Transistör (x2)
- DC 12V Lamba ve duyu (x1)
- DC 12V gerilim kaynağı (x1)
- 1,5 mm² kablo (2-3 m)
- Ütü (sıcaklığı yüksek)
- Makas, falçata, izole band

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri almamız. ➤ İş önlüğünü giyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili kuralları okuyunuz. ➤ Öğretmeninizden yardım istemelisiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devreyi bilgisayardan Proteus yazılımı ile çiziniz ve devreyi ARES'te baskı devresini oluşturunuz. İsterseniz aşağıda ölçüleri hazırda verilmiş devreleri el işi kâğıtlarına fotokopi çekerek ütüleme işlemine geçebilirsiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çizimi ister bilgisayardan alarak ister aşağıda verilen alandaki şekli fotokopi alarak ütüleme işleminde kullanabilirsiniz. ➤ Kullanım şeklini anlayamadığınız noktada öğretmeninizden yardım istemelisiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ El iş kâğıdını plakete temas ettirdikten sonra kıyılarına bant ile yapıştırınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bunun sağlam ve sıkı biçimde durmasına dikkat etmelisiniz.



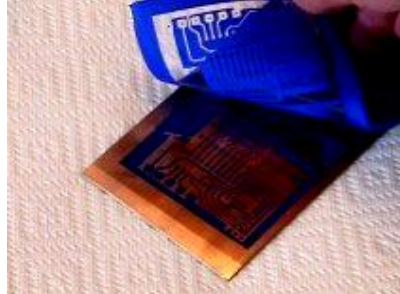
- Ütüyü fişe takınız ve ütünün ısınmasını bekleyiniz.
- Isınan ütüyü alarak kâğıdın üzerine bastırınız. Bastırma işlemini üzerinde durmaksızın her bir tarafında gezdiriniz.

- Kıyı ve köşeleri bu konuda unutmamalısınız.
- Ütüleme işlemini 10 – 115 dakika boyunca yapmanızı tavsiye ederiz.



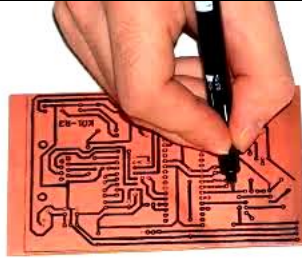
- Ütüyü kenara kaldırıp kâğıdı yavaş biçimde kaldırınız.

- Kaldırma işleminde yapışmayan bölge veya bölgeler varsa tekrar ütüyü üzerinden geçirmelisiniz.



- Kaldırma işleminde sonra hatları kontrol ediniz.

- Çıkmayan bölge veya bölgelerin olması durumunda baskı devre kalemi ile tamamlamalısınız.



➤ Oluşan devre ve malzemeleri bir sonrakinde asite atmak için saklayınız.

➤ Öğretmeninize plaketinizi teslim ediniz.

ÖĞRENCİNİN		DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Akışk.	Süre	Rakam	Yazı	
Soyadı:	30	30	30	10			
Sınıf / No:							
Okul:	Öğretmen:			Tarih:	İmza:		
				.../.../20..			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

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

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-3

ÖĞRENME KAZANIMI

İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alıp pozlandırma, asit banyosu ve delme işlemlerini tekniğine uygun kullanarak baskı devre plaketini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bir baskı devre asite atılırken hangi işlemlerden geçtiğini araştırıp Fotoğraflerle sınıfta paylaşınız.
- Perhidrol ile asit denge ilişkisini plakette ne gibi etkiler oluşturduğunu anlatınız.
- Delme işlemi yaparken matkap ucu ne şekilde seçilmelidir? Araştırınız.

3. BASKI DEVRE UYGULAMASI

3.1. Paternin Plaket Üzerine Aktarılma Yöntemleri

Paternin plaket üzerine aktarımının gerçekleştirilmesinde şu sıralamada işlemler yapılır:

- Pozlandırma işlemi (kalemle işlemde gerek yok)
- Banyonun hazırlanması ve banyo işlemi
- Asit çözeltisinin hazırlanması ve asit işlemi
- Plaketin erime işlemi ve bekleme süreci
- Plaketin temizlenmesi ve bakımı
- Plaketin delinmesi
- Plaket üzerinde hat kontrollerinin ölçü aleti üzerinden gerçekleştirilmesi
- Malzemelerin yerleştirilmesi ve lehimlenmesi
- Fazlalıkların yok edilmesi, eksikliklerin tamamlanması

3.2. Pozlandırma İşlemi

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

3.2.1. Foto Rezist Yönteminde Pozlandırma İşlemi

Bu yöntemde Pozitif 20 adı verilen sprej şeklinde ve ışığa duyarlı bir madde kullanılır. Pozitif 20 maddesi kırmızı ışıkla çok az aydınlatılmış bir odada plaketin temizlenmiş ve kurulanmış bakır yüzüne yaklaşık 20 cm bir mesafeden püskürtülür (Hemen hatırlatalım pozlandırma işleminin tümü ve bunu takip eden banyo işlemi kırmızı ışıkla

hafifçe aydınlatılmış olan bu odada yapılır). Bu madde kurulduktan sonra ışık görmediği sürece bazı asitlere karşı koruyucu bir tabaka oluşturur. Püskürtme maddesiyle tüm yüzeye eşit miktarda yapılmalı, yüzey üzerinde akıntılar olmamalıdır. Yüzeyin pozitif 20 maddesiyle kaplandıktan sonra ayna veya cam gibi düz ve parlak görüntüsü olmalıdır. Pozitif 20 ile kaplanan plaket bir süre kurumaya bırakılır. Kurutma işleminde saç kurutma makinesi kullanılabilir. Bu sırada yüzeye toz vb. yapışmamalıdır (fotoğraf 3.1).

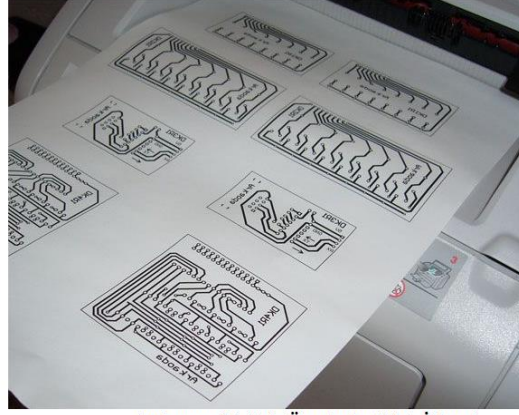


Fotoğraf 3.1: Foto Rezist yöntemi ile pozlandırma

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



Pozlandırma Kutusu

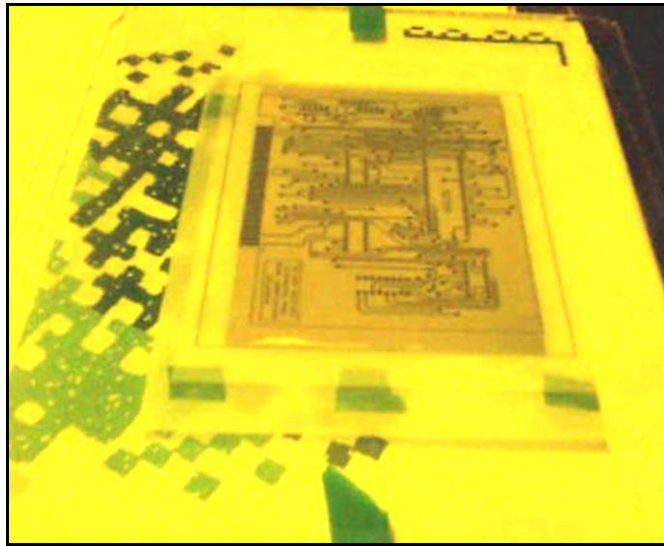


Aydınger Kağıdı Üzerinde Çıktı İşlemi

Fotoğraf 3.2: Aydınger kâğıdı ve pozlandırma kutusu

Plaket aydıngerle kaplı bakırlı yüzey aşağıya bakacak şekilde pozlandırma kutusunun tarafındaki camın üzerine konulur. Flüoresan lambaların ışığı çizimden geçerek plaketin bakırlı yüzeyine düşer. Aydınger üzerine koyu mürekkeple çizilmiş olan bölgelerin tam arkasına gelen yerler ışık almazken şeffaf bölgelerin arkasındaki yerler ışık alır. Işık alan bölgesindeki ışığa duyarlı madde koruma özelliğini kaybeder (Fotoğraf 3.2).

Pozlandırma kutusunda ışık uygulama işlemi ışığın gücüne, kullanılan foto rezist maddenin kalitesine ve yüzeyde oluşturulan katmanın kalınlığına göre 5-10 dakika sürebilir. Güçlü flüoresan ışıkta 7 dakika yeterli bir süre olmaktadır. Bu süre sonunda ışık kesilir. Aydınger plaket üzerinden alınır. Foto rezist yöntemde her plakete pozlandırma yapılması gerekir. Bu nedenle seri üretimler için uygun değildir. Ayrıca maliyeti de diğer yöntemlere göre yüksektir. Üstünlüğü kaliteli baskı devre elde edilebilmesidir (Fotoğraf 3.3).



Fotoğraf 3.3: Farklı ışık ortamında pozlandırma

3.2.2. Serigrafi Yönteminde Pozlandırma İşlemi

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

3.3. Plaketin Banyo İşlemi

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

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

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

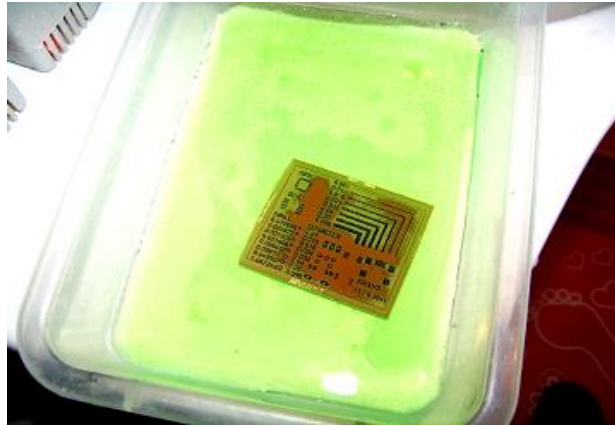


Fotoğraf 3.4 Sudkostik ile banyo işlemi

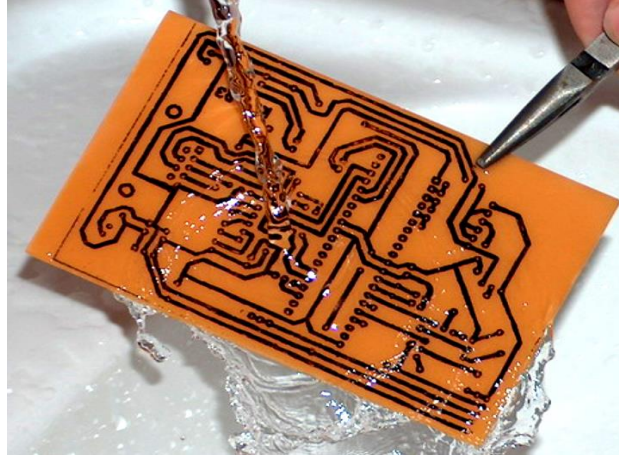
Serigrafi yönteminde banyo işlemi de oldukça basittir. Pozlandırma işleminden çıkan ipek muslukta basınçlı su altında tutulur. Bu arada ipeğin kırışmaması, delinmemesi ya da fazla gerilerek boyutlarının değişmemesi gerekir. Pozlandırma işlemi başarılı olmuşsa, banyo işleminden sonra baskı devre çiziminin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

3.4. Plaketin Aside Atılması İşlemi

Baskı devre plakettinin bakırlı yüzünde kalması gereken bakır yollar dışındaki bakırın plaketten ayrılması işlemine **eritme işlemi** denir. Eritici olarak asit veya diğer bazı kimyasal çözeltiler kullanılır. Eritme işleminde kullanılan sıvının cilde sıçraması tehlikelidir. Bu nedenle eritme işlemi dikkatle yapılmalıdır. Eritme işlemi sırasında deriye sıçrama olmuşsa sıçranan yer hemen bol su ile yıkanmalıdır.



Fotoğraf 3.5: Plaketin Asite Atılması



Fotoğraf 3.6: Plaketin asitten çıkarılıp yıkanması

Eritme işlemi sırasında eriyiğe doğru eğilmemeli, eriyikten çıkan gazlar solunmamalıdır. Eritici olarak demirüçklörür (Fe_3Cl), amonyum persülfat ve hidrojen peroksit-hidroklorik asit karışımı sıklıkla kullanılan eriyiklerdir. Güvenli ve pratik olması bakımından bunların içinde en çok demirüçklörür (perhidrol ve tuz ruhu karışımı) kullanılır. Baskı devrelerin tek tek üretildiği birçok uygulamada eritme işlemi için uygulanan sıvı demirüçklörür (Fe_3Cl) çözeltisidir. Demirüçklörür normalde katı halde ve çamurlaşabilen topraklar şeklinde satılmaktadır. Madde önce çekiç ile ufalanmalıdır. Ufalanmış demirüçklörür cam veya naylon bir kaptaki (leğen) ılık suya karıştırılır. Suyu, eritebildiği kadar demirüçklörür karıştırılmalı, dibe çökme işlemi başlayınca durmalıdır.

Banyo işleminden çıkan plaket bu çözeltiye daldırılır. Plaketin bakırlı yüzeyinde bir reaksiyon başlar ve ince bir tabaka oluşur. Tabakayı dağıtmak için sıvıyı sıçratmamak şartıyla kap sallanarak sıvı dalgalandırılır. İdeal olarak, gereksiz bakır yüzey tamamen eriyince işlem tamam olur. Plaketin büyüklüğüne vb. bağlı olarak değişmek şartıyla erime işlemi yaklaşık 5 dakika sürer. Demirüçklörür çözeltisi $40-45\text{ }^{\circ}C$ ısıtılırsa erime işlemi daha hızlı olur. Bakırlı plaket tahta bir maşa aracılığıyla çözeltiden çıkarılır ve hemen bol suyla yıkanır. Daha sonra bir bezle silinerek kurulanır. Tinerli bir bez ile de koruyucu madde artıkları temizlenir.

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

Asit çözeltisinin hazırlanmasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Karışım bakır plaketin büyüklüğüne uygun plastik bir kap içerisinde hazırlanır.
- 3 ölçek tuz ruhu, 1 ölçek perhidrol koymak suretiyle karışım elde edilir. Bu karışım oranı kullanılan tuz ruhu ve perhidrolün yoğunluğuna göre değişir.

Plaketin asit çözeltisine atılmasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

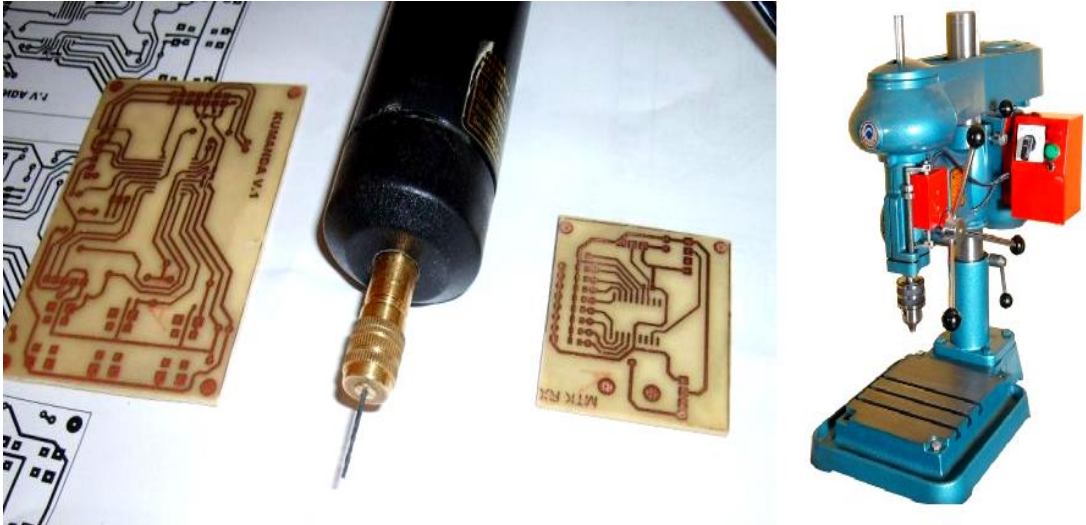
- Bakır plaketin bakırlı yüzeyi yukarı gelecek şekilde çözelti içerisinde bırakılır
- Eritme işlemi boyunca tepkimeyi hızlandırmak için kap içerisindeki çözelti küçük dalgalar oluşturacak şekilde hareket ettirilir.
- Bakır erimeye başladığında karışım koyu yeşil renge dönmeye başlar. Bu aşamada çizimin altındaki bakır yollar kalırken, çizilmeyen bakır yüzey kenarlardan başlayarak erir.
- Yaklaşık birkaç dakika sonra eritme işlemi tamamlanır. Plaket çözelti içerisinde koruyucu eldiven yardımıyla çıkarılır.
- Bakır plaket bol su ile yıkanarak asit çözeltisinden arındırılır. Tanecik yapılı deterjan ile ovularak bakır yollar üzerindeki boyalar silinir.
- Bakır plaket kurutulurken delme işlemine geçilir.

3.4. Plaketin Delinmesi

Hazırlanan baskı devresi üzerine yerleştirilecek devre elemanların bacaklarının geleceği yerlerin matkapla delik açılması işlemine **delme** denir (Fotoğraf 3.6).

Plaketin delinmesi sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Baskı devre çıkarma işleminde son aşama elektronik malzemelerin plaket üzerine yerleştirilebilmesi için gerekli olan deliklerin delinmesi işlemidir.
- Bunun için 1mm çaplı matkap ucu olan bir matkap temin edilir.
- Baskı devre üzerinde elemanların takılması için önceden belirlenen pad noktaları delinir.
- Delme işlemi el matkabı veya sabit matkaplar yardımıyla yapılabilir. Delme işlemi belirlenen noktanın tam ortasından ve bakır kaplı yüzeyden olacak şekilde yapılabilir.



Fotoğraf 3.7: Plaketin matkap ile delinmesi

3.5. Plaket Üzerine Devre Elemanlarının Montajı

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

Montaj sırasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Montaja başlamadan önce eldeki kartın bakırlı yolları avometre ile tek tek kontrol edilerek bir kısa devre olup olmadığı anlaşılmalıdır. İki hat arasında istenmeyen bir varsa bu temas keskin bir çakı veya maket bıçağı ile mümkün olduğunca dikkatli olarak giderilir. Seri üretimlerde bu işlem sadece prototip olarak üretilen ilk birkaç kartta yapılır. Kart üretimi güvenli hale geldikten sonra seri üretilen birbirinin aynı olan kartlar tek tek kontrol edilmezler.
- Montaj sırasında kullanılan elemanların şemada belirtilen özelliklerde olması gerekir. Az sayıda üretilen işlerde, elemanların sağlam olup olmadığı avometre kullanılarak tek tek kontrol edilir.
- Elemanların ya şemaya göre belli bir sırada ya da plaketin bir tarafından diğer tarafına doğru sırayla monte edilmesi gerekir. Böylece montaj sırasında bazı elemanların unutulmasının önüne geçilir. Elemanlar yerleşim planına göre monte edilmelidirler.
- Özellikle yarıiletken elemanların bacakları yanlış, elektrolitik kondansatörlerin uçları ters bağlanmamalıdır.
- Lehimleme işleminde temizlik çok önemlidir. Lehimlenecek noktalar temiz olmalıdır. Lehimleme esnasında dikkat edilecek diğer bir önemli nokta elemana zarar vermeden lehimleme işlemini bitirmektir. Lehimleme sırasında fazlaca ısınan bir eleman bozulabilir.
- Soğutucu üzerine monte edilecek elemanlar varsa bunların montajında soğutucunun edip edilmediği önemlidir. Soğutucu ile eleman arasına ısıyı iyi ileten bir macun sürülmeli, ayrıca elemanın soğutucudan yalıtılması gerekiyorsa araya ısıya dayanıklı bir yalıtıcı konur.
- Bazı elemanlar çeşitli nedenlerle kart dışında yer alırlar. Bir de kartın giriş ve çıkış bağı vardır. Bu nedenlerle karta bağlanması gereken kablolar dikkatle lehimlenmeli, varsa renklerine dikkat edilmeli, kablo kalınlıklarının uygun olmasına özen gösterilmelidir. Büküm taşıyan kabloların kalın, bunların karta bağlantılarını yapan lehimlerin sağlam ve büyüklükte olması gerekir.
- Transformator gibi ağır elemanlar çoğu kez kartın dışında yer alırlar. Ancak kart üzeri-monte edildiklerinde de bunların lehimlenmesinde bol lehim kullanmak ve lehimin en iyi yayılması sağlamlık açısından önemlidir.
- Montaj tamamlandıktan sonra kart enerji uygulamadan önce ve sonra test edilir. Testler sonunda devrenin sağlam olduğu anlaşılırsa kart tamamlanmış demektir. Bazı devrelerde yüzeyin verniklenmesi işlemi malzemelerin plakete lehimlenmesinden sonra yapılmaktadır.



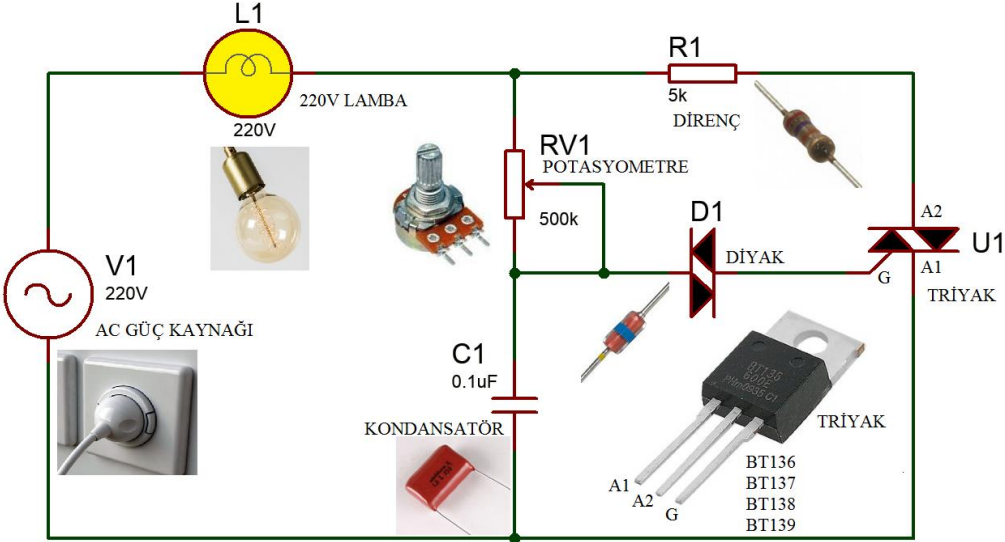
Fotoğraf 3.8: Malzemelerin plakete montaj edilmesi

- Baskı devre çıkarmada son aşama elektronik devre elemanlarının montajıdır (Fotoğraf 3.7).
- Montaja devre üzerinde var ise önce atlama hatlarından sonra yüksekliği en düşük elemanlardan başlanır.

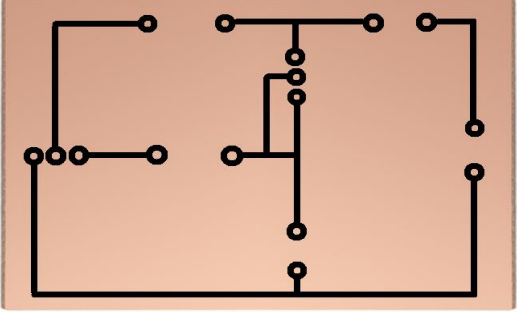
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1 – 3'ü tamamladığınızda baskı devre çalışmalarını ve asite atma yöntemlerini gerçekleştirebileceksiniz.

Uygulama Faaliyeti – 1	Baskı Devre Kalem ile Baskı Devre Uygulaması
Uygulama Faaliyeti – 2	Ütüleme Yöntemi ile Baskı Devre Uygulaması
Uygulama Faaliyeti – 3	Baskı Devre Uygulaması

Uygulama Adı	Baskı Devre Kalem ile Baskı Devre Uygulaması	Uygulama No.	1
<p>Amaç: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak daha önceden baskı devre kalem ile çizilen devrenin uygulamasını yapmak.</p> <p>Devre şeması</p>  <p>Kullanılacak araç gereçler</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Baskı devre kalem (S ve M uçlu)➤ 5x10 bakır plaket (x1)➤ Milimetrik veya kareli kâğıt➤ 220V AC lamba ve duyu (x1)➤ 5 kΩ direnç (x1)			

- 500 kΩ potansiyometre (x1)
- 0,1 μF 250V Kutuplu Kondansatör (x1)
- Diyak (x1)
- Triyak (BT136) (x1)
- 220V güç kaynağı (priz ve fiş) (x1)
- Kargaburnu, yan keski, pense
- Tornavida, izole band
- Geniş ölçekte bir kap (derin olmasında yarar var)
- Perhidrol (x1)
- Tuz ruhu (x1)
- Matkap (x1) ve uçları
- Kalem havya (x1)
- Lehim teli (x1)
- 1,5 mm² kablo teli (3-4 m)
- Bulaşık süngeri ve deterjan
- AVOMETRE, krokodil ve klemensler

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız. ➤ İş önlüğünü giyiniz. ➤ Daha önceden yaptığımız bu devreyi ve malzemeleri getiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili kuralları okumalısınız. ➤ Öğretmeninizden yardım istemelisiniz. ➤ Önceden çizdiğiniz devreyi öğretmeninizden istemelisiniz.
	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asite atma işlemine geçilir. Asite geçmeden aşağıdaki uyarıları dikkate alınız ve gerekli önlemlerinizi alınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asite havadar bir alanda yapmalısınız. ➤ Plaketi asite attıktan sonra asla asitin başında beklemeyin. ➤ Tuz ruhu ve perhidrole elinizi değdirmeyin. ➤ Cildinizin bir yerine değdiği zaman hemen bol suyla yıkamalısınız. ➤ Yaşınız küçük ise bu işlemi yapmak için mutlaka bir büyüğünüzden yardım istemelisiniz. ➤ Nefes darlığı ve astımı olanlar yapmamalıdır.



<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baskı devrenizi asitte fazla bekletmeyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bu, yolların tamamen plaketten ayrılmasına sebep olur ve emeğiniz boşa gider. ➤ Plaket plastik kaptaki asite atıldığında zararlı gazlar meydana çıkar.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asit için 3 ölçek tuz ruhu ve 1 ölçek perhidrol kullanınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ölçekleri belli oranlarda kullandığınızdan emin olmalısınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asitten çıkardığınızda bir kâğıt veya tahta parçası ile alıp bol su ile yıkayınız. ➤ Bulaşık süngerini cif yardımıyla yavaş hareketlerle temizlemeyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plaketi plastik kabın içindeki asite attıktan sonra bu işlem 5-15 dakika arasında sürer. ➤ Bu süre içinde asitin yanında durmamalısınız. ➤ Ara sıra sallarsanız kabı işlem hızlanacaktır.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plaketi masaüstü matkabı ile deliniz. ➤ Delme işleminde uygun matkap ucu tercih ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Delme işleminde uygun matkap ve uçlarını kullanınız. Uç değeri büyük seçerseniz malzemeyi tutamazsınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plaketteki fazlalık kısımlarını falçata ile kesiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plaketin düzgün görünmesi açısından fazlalıkların kesilmesi gerekir.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Havyayı fişe takarak ısınmasını bekleyiniz. ➤ Tüm elektronik malzemeleri yerleştiriniz ve uçlarını hafifçe bükünüz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malzemelerin düzgün olarak yerleştirildiğinden ve uçlarının büküldüğünden emin olmalısınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehim kullanarak her malzemeyi lehimleyiniz. Bundan sonra lamba ve gerilim kaynağı kablosunu da lehimleyiniz. ➤ Lehimleme işlemi sonunda uzun uçları kesiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tüm elemanları belli durumlar ölçüsünde lehimlemelisiniz. ➤ Lehimleme sonunda fazla uçları kesmelisiniz.

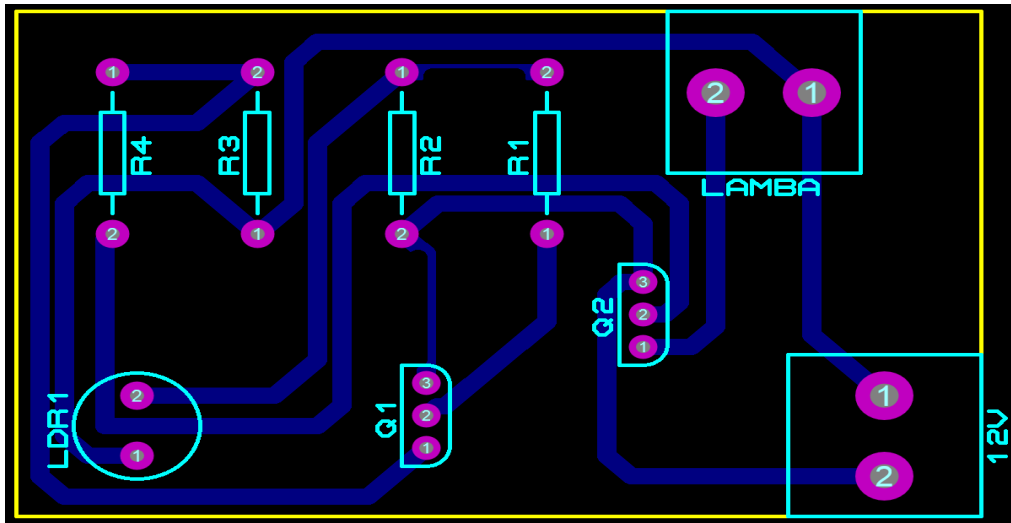
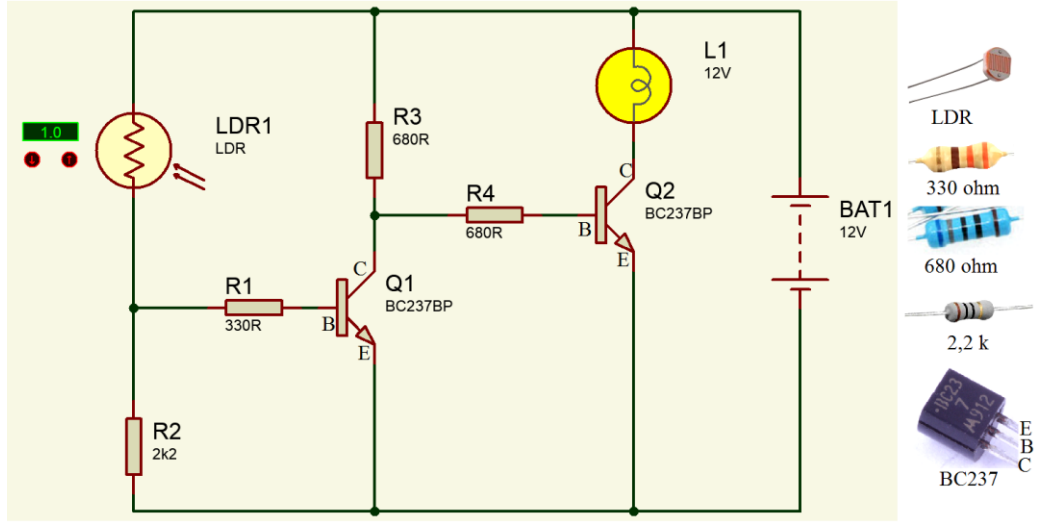
➤ Ölçü aleti yardımıyla hatların, lehimlerin kontrolünü, kısa devre olup olmadığını kontrol ediniz.	➤ Hatlarda gerekli kontrolleri yaparak düzgün olup olmadığı, kısa devre gibi durumları incelemelisiniz.
➤ Enerji veriniz. Potansiyometre ile oynayarak lambanın yanma şiddeti ile oynadığını gözlemleyiniz.	➤ Devreye enerji vererek devrenin çalışmasını kontrol etmelisiniz.
➤ Enerjiyi keserek malzemeleri teslim ediniz.	

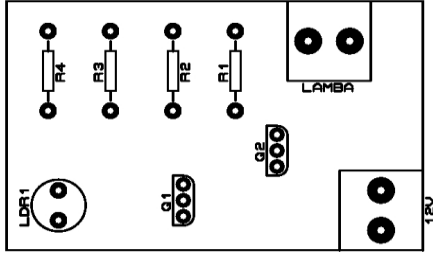
ÖĞRENCİNİN		DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Akışk.	Süre	Rakam	Yazı	
Soyadı:	30	30	30	10			
Sınıf / No.:							
Okul:	Öğretmen:			Tarih: .../.../20..	İmza:		

Uygulama Adı	Ütüleme Yöntemi ile Baskı Devre Tasarlama	Uygulama No.	2
---------------------	---	---------------------	---

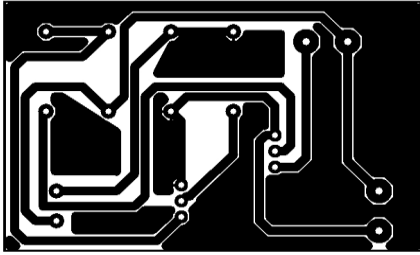
Amaç: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak bir baskı devrenin bilgisayardan çıktı alınıp ütülemek ve hatalarını kontrol etmek.

Devre şeması

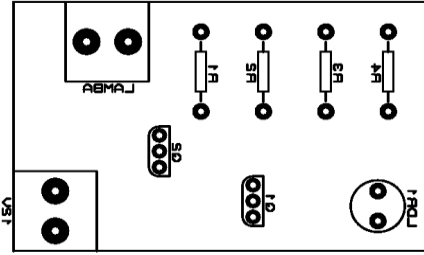




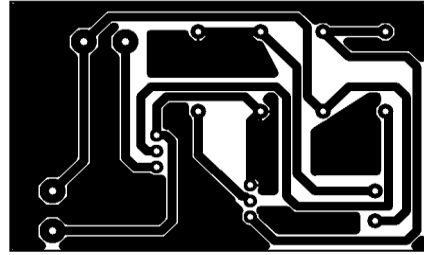
MALZEMELERİN ÜSTTEN YERLEŞİMİ
MALZEME LEHİMLERKEN BÖYLE
GÖRÜNECEK



MALZEMELERİN ÜSTTEN BAKINCA
BASKI DEVRENİN NASIL
GÖZÜKTÜĞÜDÜR. (HATLAR NET)



AYNA GÖRÜNTÜSÜ
(ALTTAN BAKILINCA)



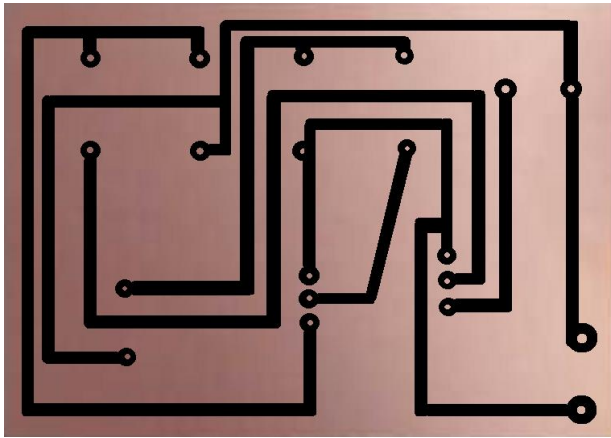
FOTOKOPİ İLE ÜTÜ YAPILACAK KISIM
BUNU EL İŞİ KAĞIDINA FOTOKOPİ YAP
SONRA BU KISMI PLAKETE BAKACAK
ŞEKİLDE YAPIŞTIR.

Ölçüleri ayarlanmış devre şeması

Kullanılacak araç gereçler

- Lazer yazıcı ve bilgisayar
- Yazılım (Proteus)
- El işi, aydınlatıcı veya yağlı kâğıt (x2)
- Baskı devre kalemi (S)
- 5x10 plaket
- LDR (x1)
- 330 Ω direnç (x1)
- 680 Ω direnç (x2)
- 2,2 k Ω direnç (x1)
- BC237 Transistör (x2)
- DC 12V Lamba ve duyu (x1)
- DC 12V gerilim kaynağı (x1)
- 1,5 mm² kablo (2-3 m)
- Ütü (sıcaklığı yüksek)
- Makas, falçata, izole band
- Geniş ölçekte bir kap (derin olmasında yarar var)
- Perhidrol (x1), tuz ruhu (x1)

- Matkap (x1) ve uçları
- Kalem havya (x1), Lehim teli (x1)
- 1,5 mm² kablo teli (3-4 m)
- Bulaşık süngeri ve deterjan
- Ölçü aleti (AVOmetre), klemens

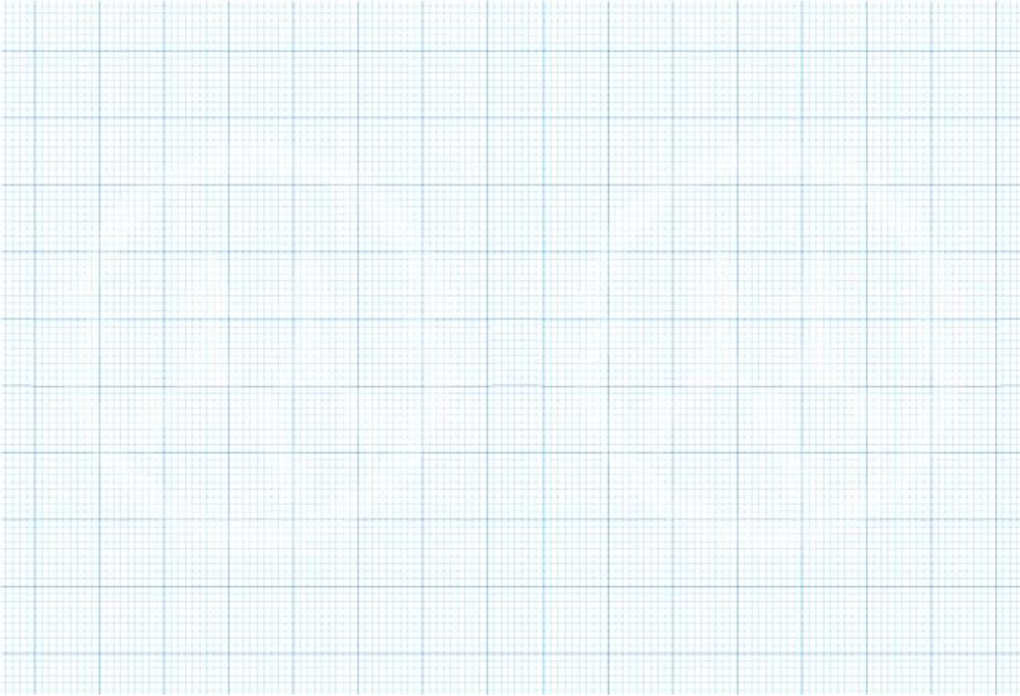
İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız. ➤ İş önlüğünü giyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş güvenliği ile ilgili kuralları okumalısınız. ➤ Öğretmeninizden yardım istemelisiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Daha önceden yaptığımız bu devreyi ve malzemeleri getiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Önceden çizdiğiniz devreyi öğretmeninizden istemelisiniz.
	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asite atma işlemine geçilir. Asite geçmeden aşağıdaki uyarıları dikkate alınız ve gerekli önlemlerinizi alınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asiti havadar bir alanda yapmalısınız. ➤ Plaketi asite attıktan sonra asla asidin başında beklememelisiniz. ➤ Tuzruhu ve perhidrole elinizi değdirmemelisiniz. ➤ Cildinizin bir yerine değdiği zaman hemen bol suyla yıkamalısınız. ➤ Yaşınız küçük ise bu işlemi yapmak için mutlaka bir büyüğünüzden yardım istemelisiniz. ➤ Nefes darlığı ve astımı olanlar yapmamalıdır.



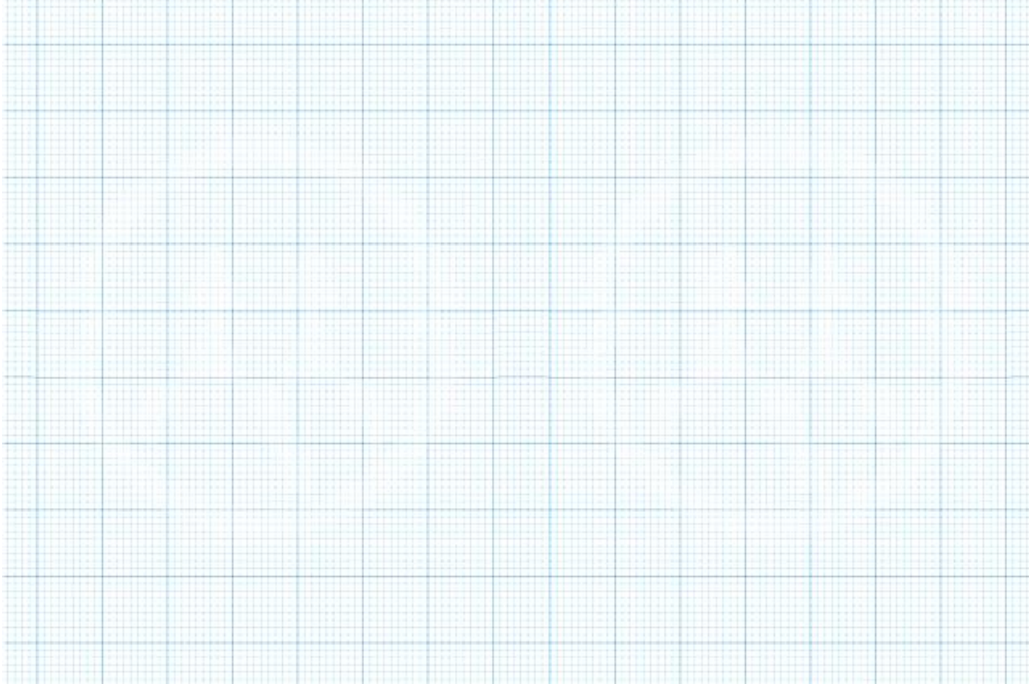
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baskı devrenizi asitte fazla bekletmeyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bu, yolların tamamen plaketten ayrılmasına sebep olur ve emeğiniz boşa gider. ➤ Plaket plastik kaptaki asite atıldığında zararlı gazlar meydana çıkar.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asit için 3 ölçek tuz ruhu ve 1 ölçek perhidrol kullanınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ölçekleri belli oranlarda kullandığınızdan emin olmalısınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asitten çıkardığınızda bir kâğıt veya tahta parçası ile alıp bol su ile yıkayınız. ➤ Bulaşık süngerini cif yardımıyla yavaş hareketlerle temizlemeyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plaketi plastik kabın içindeki asite attıktan sonra bu işlem 5-15 dakika arasında sürer. ➤ Bu süre içinde asitin yanında durmamalısınız. ➤ Ara sıra sallarsanız kabı işlem hızlanacaktır.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plaketi masaüstü matkabı ile deliniz. ➤ Delme işleminde uygun matkap ucu tercih ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Delme işleminde uygun matkap ve uçlarını kullanınız. Uç değeri büyük seçerseniz malzemeyi tutamazsınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plaketdeki fazlalık kısımlarını falcata ile kesiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plaketin düzgün görünmesi açısından fazlalıkların kesilmesi gerekir.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Havyayı fişe takarak ısınmasını bekleyiniz. ➤ Tüm elektronik malzemeleri yerleştiriniz ve uçlarını hafifçe bükünüz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malzemelerin düzgün olarak yerleştirildiğinden ve uçlarının büküldüğünden emin olmalısınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lehim kullanarak her malzemeyi lehimleyiniz. Bundan sonra lamba ve gerilim kaynağı kablosunu da lehimleyiniz. ➤ Lehimleme işlemi sonunda uzun uçları kesiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tüm elemanları belli durumlar ölçüsünde lehimlemelisiniz. ➤ Lehimleme sonunda fazla uçları kesmelisiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ölçü aleti yardımıyla hatların, lehimlerin kontrolünü, kısa devre olup olmadığını kontrol ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hatlarda gerekli kontrolleri yaparak düzgün olup olmadığını, kısa devre gibi durumları incelemelisiniz.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enerji veriniz. ➤ LDR'nin ucuna ışığı artırıp azaltarak lambanın değişkenlik gösterdiğini gözlemleyiniz. Eğer bu durum oluşmazsa enerjiyi kesip hattı kontrol ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devreye enerji vererek devrenin çalışmasını kontrol etmelisiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enerjiyi keserek malzemeleri teslim ediniz. 	

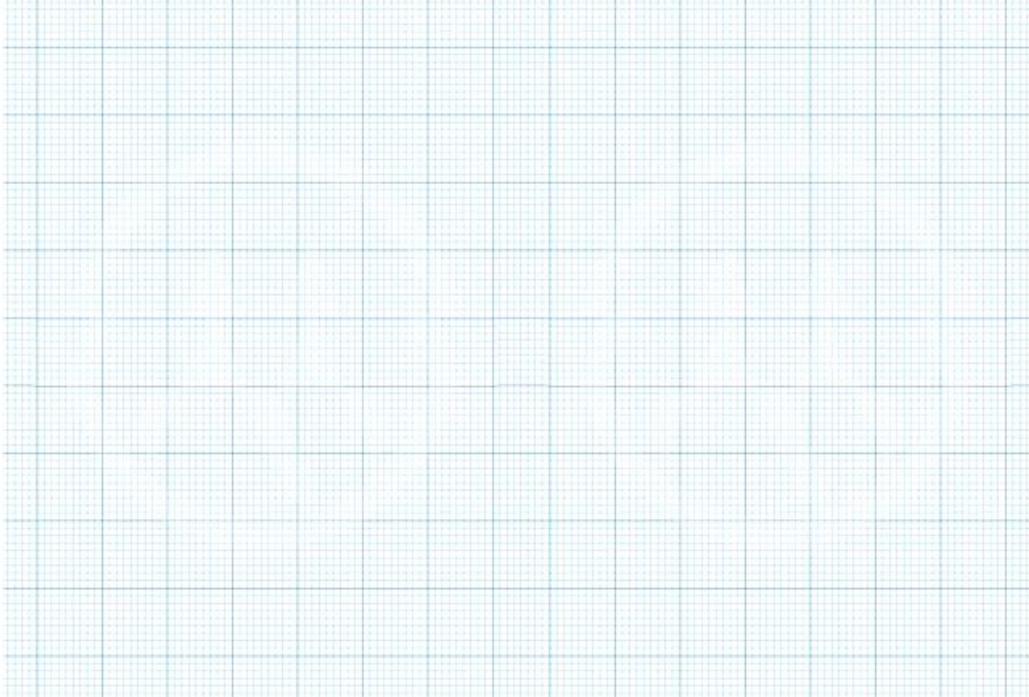
ÖĞRENCİNİN		DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Ahşk.	Süre	Rakam	Yazı	
Soyadı:	30	30	30	10			
Sınıf / No.:							
Okul:	Öğretmen:			Tarih:	İmza:		
				.../.../20..			

Uygulama Adı	Baskı Devre Uygulaması	Uygulama No.	3
<p>Amaç: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak bir elektronik devrenin baskı devre uygulaması çalışmasını yapmak.</p> <p>İstenenler:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Çok sık kullanılan, kullanılması müsait bir elektronik devresini internet ortamından araştırınız veya öğretmeninizden isteyiniz. ➤ Şekli aşağıda verilen alana norm kuralları çerçevesinde çiziniz. ➤ Malzeme listesini çıkarıp temin ediniz. ➤ Aşağıda verilen boşluk ortamında malzemelerin ölçülerini dikkate alarak karalama işlemi gerçekleştiriniz. ➤ Yapılan karalamayı ters olarak tekrardan aşağıdaki boşluğa çiziniz. ➤ Plaketi istenen ölçülere uygun olarak tekrardan kesiniz ve kesilmiş plaket üzerinde karalanan çizimi yapınız. ➤ Hatları genişletip kalınlaştırınız. ➤ Asit işlemi için uygun ortamı hazırlayınız. ➤ Asit sonrası gerekli temizleme işlemlerini gerçekleştiriniz. ➤ Padları matkap ile sırayla deliniz. ➤ Delme işlemi sonunda malzemeleri yerleştiriniz ve lehimleyiniz. <p>Devre şeması</p> 			

Önden Görünüş İçin Çizim:



Alttan Görünüş İçin Çizim:



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

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

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “**Uygulamalı Test**”e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Aşağıdaki Uygulamalı Test 1'yi tamamladığınızda bir devreyi verilenler ışığında uygulayabileceksiniz.

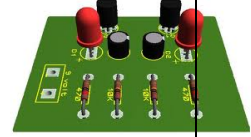
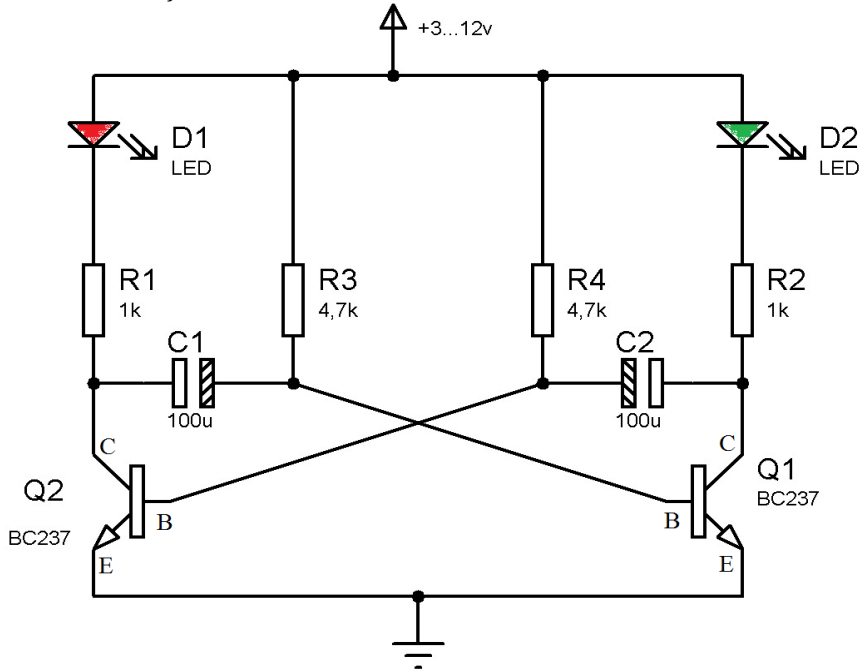
Uygulamalı Test-1 | Flip Flop Devresini Baskı Devre İle Uygulama

Uygulama Testi	Flip Flop Devresini Baskı Devre İle Uygulama	Uygulama Test No.	1
----------------	--	-------------------	---

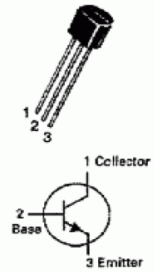
İstenenler: Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak flip flop devresi yapılacaktır. Buna göre;

- Devrenin baskı devresini plaket üzerinde gerçekleştiriniz (ütü veya elle).
- Eksik görünen alanları kalem ile çiziniz.
- Çizilen devreyi asit ortamına atınız.
- Asitten çıkarılan devreyi temizleyiniz.
- El matkabı kullanarak pad kısımlarını deliniz.
- Havyayı çalıştırınız ve malzemeleri yerleştirerek lehimleyiniz.
- Devreyi çalıştırarak çalıştığından emin olunuz.

Devre şeması



BC237 Transistörü

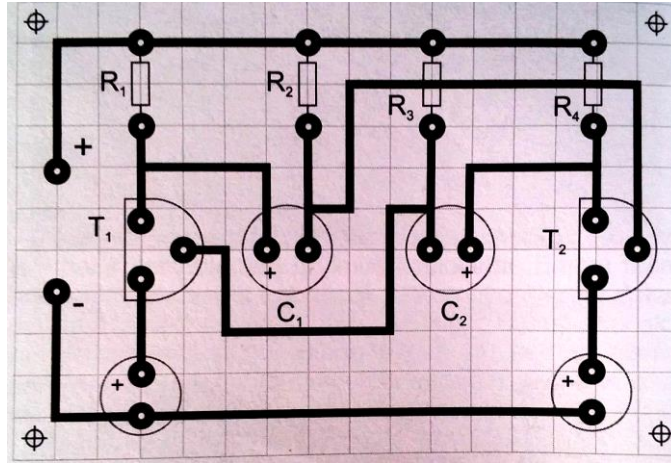


Kullanılacak araç gereçler

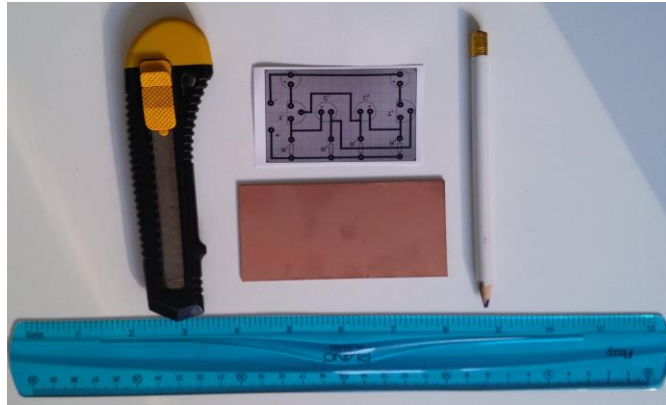
- 1 kΩ direnç (x2)
- 4,7 kΩ direnç (x2)
- BC 237 NPN transistör (x2)

- 100 μ F 25V kondansatör (x2)
- Kırmızı Led (x1)
- Yeşil Led (x1)
- 5x10 boyutlarında bakır plaket (x1)
- Baskı devre kalemi (S veya M)
- Ütü, el matkabı, asit ve perhidrol
- Havya, lehim ve keski araçları

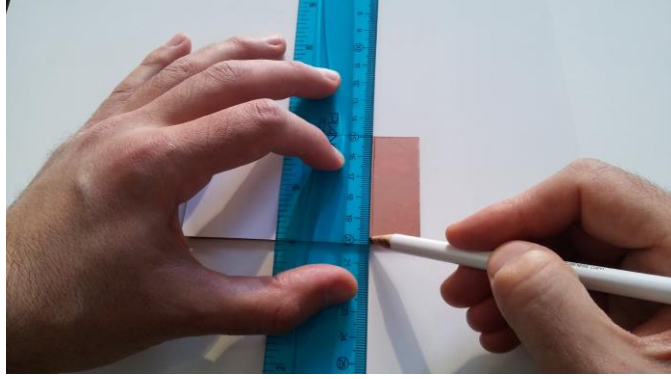
Çalışma hakkında görsel resimler



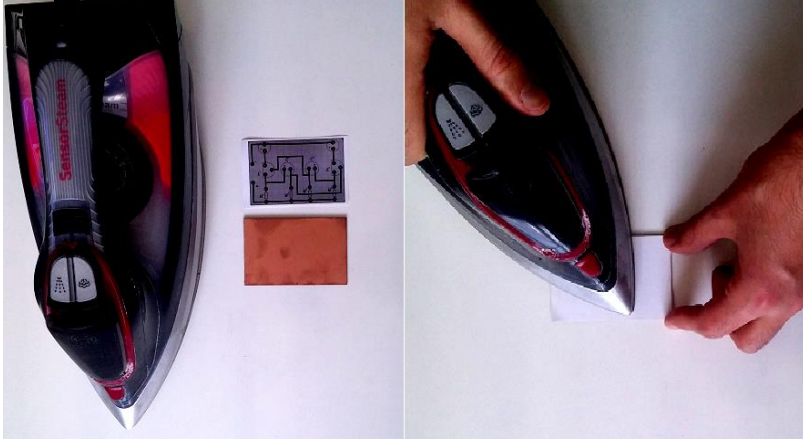
Devrenin baskı devre tasarımı



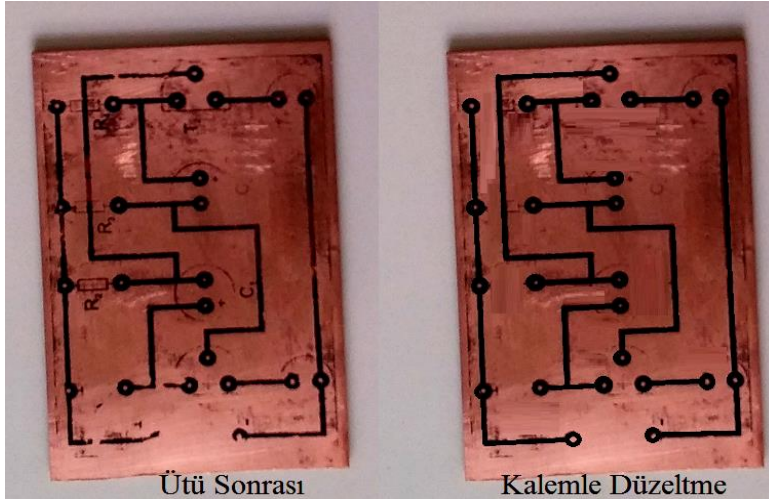
Plakete geçirmeden önce ön hazırlık



Plakette fazlalıkların atılması



Çizilen devrenin plakete ütülenmesi



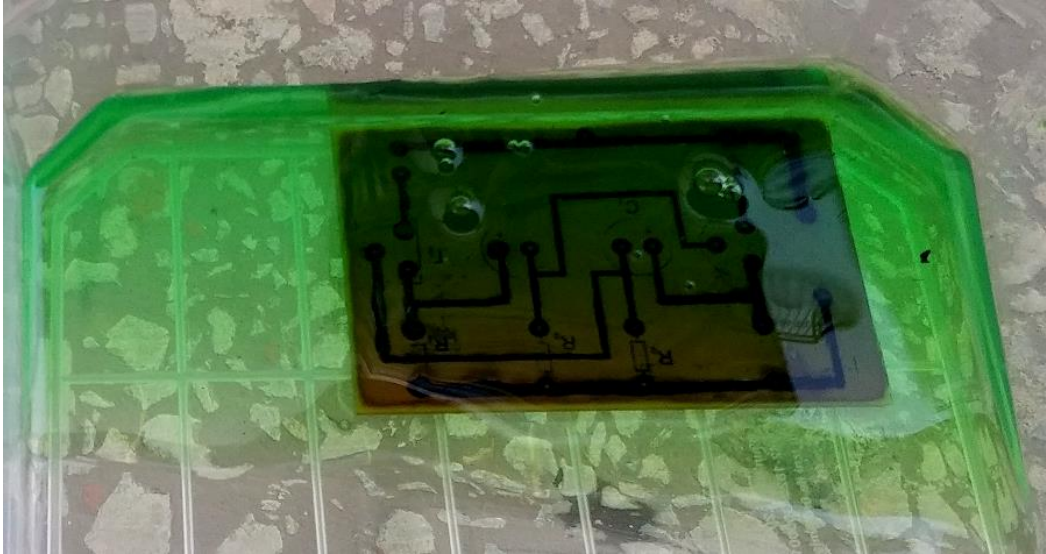
Ütü Sonrası

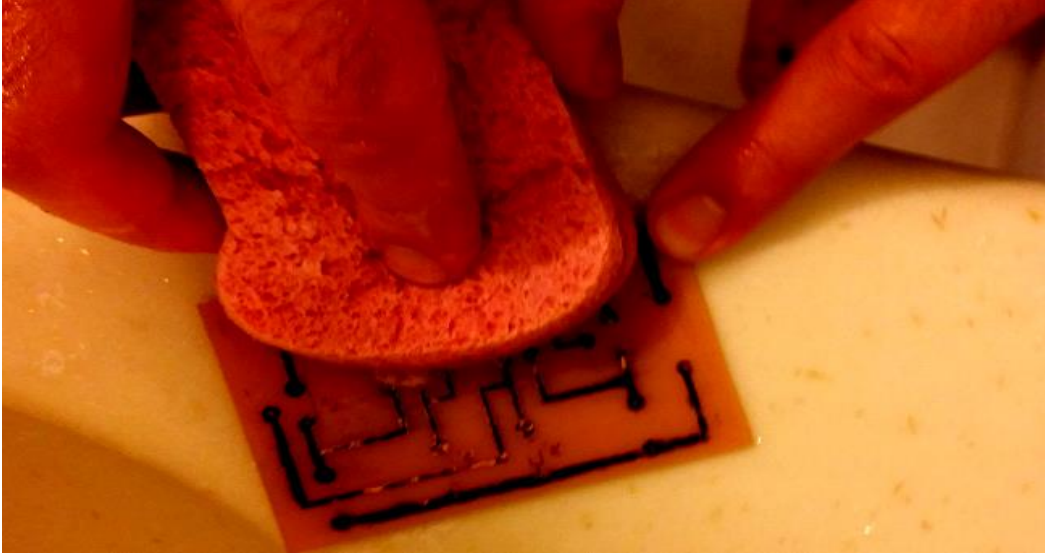
Kalemle Düzeltme

Ütü sonrası plaketin durumu ve kalem ile düzeltme işlemleri

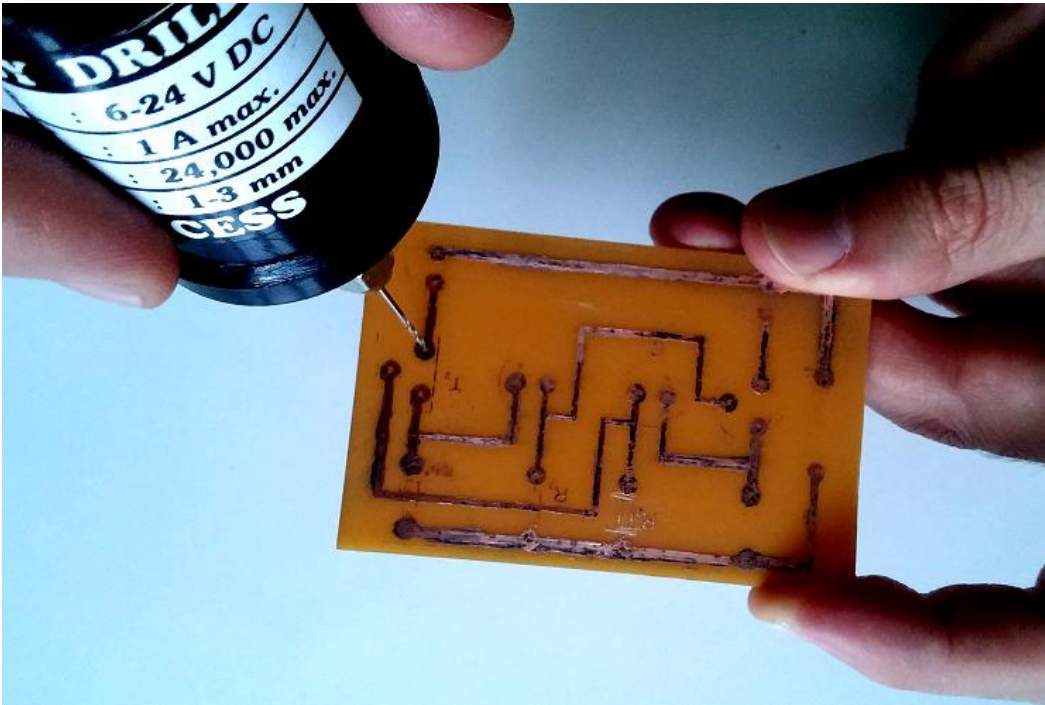


Plaketin asite atma öncesi hazırlıkları

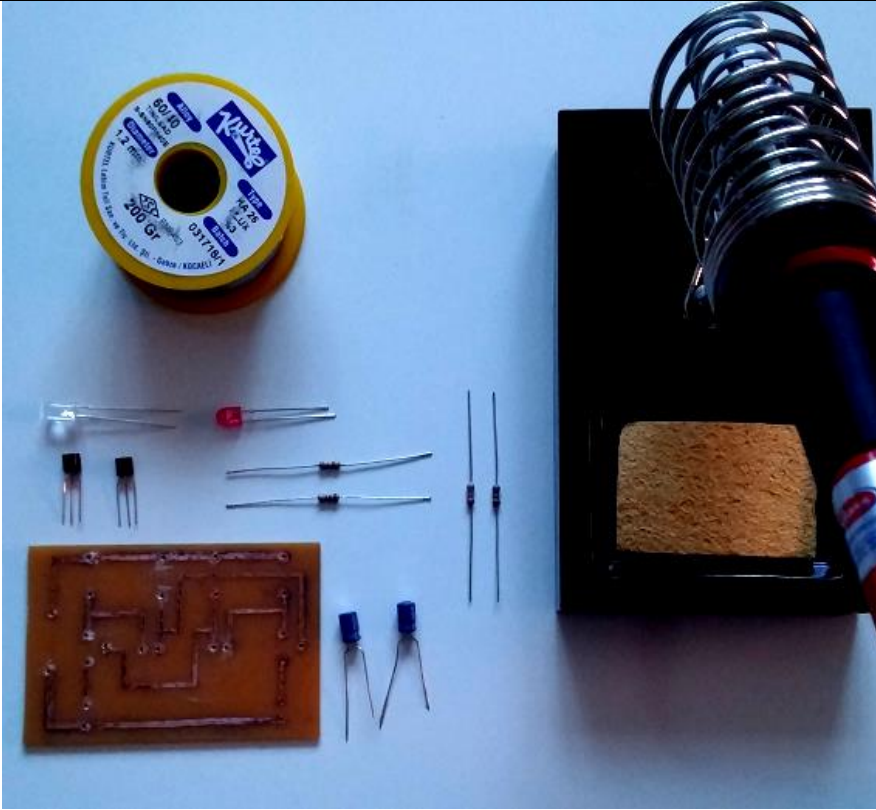




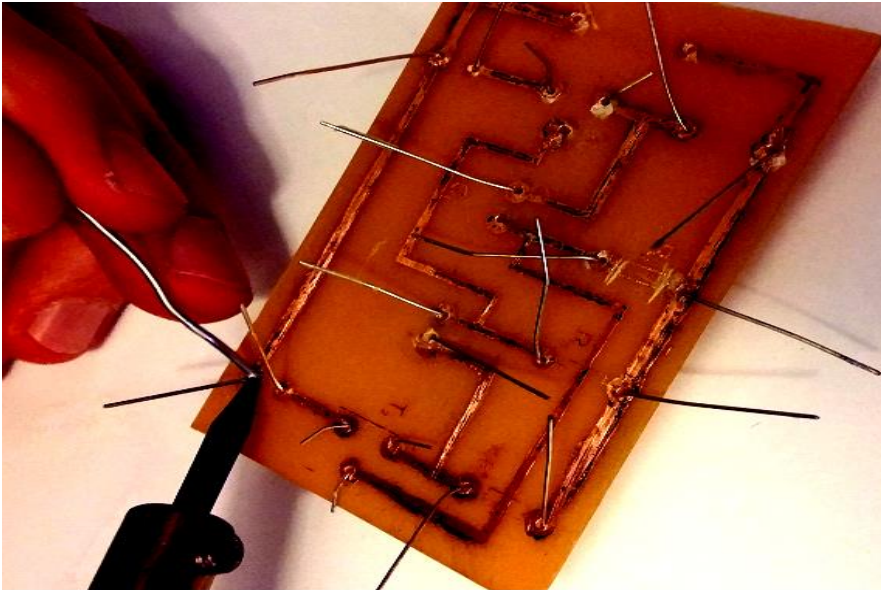
Asitten çıkan plaketin su ve sünger ile temizlenmesi



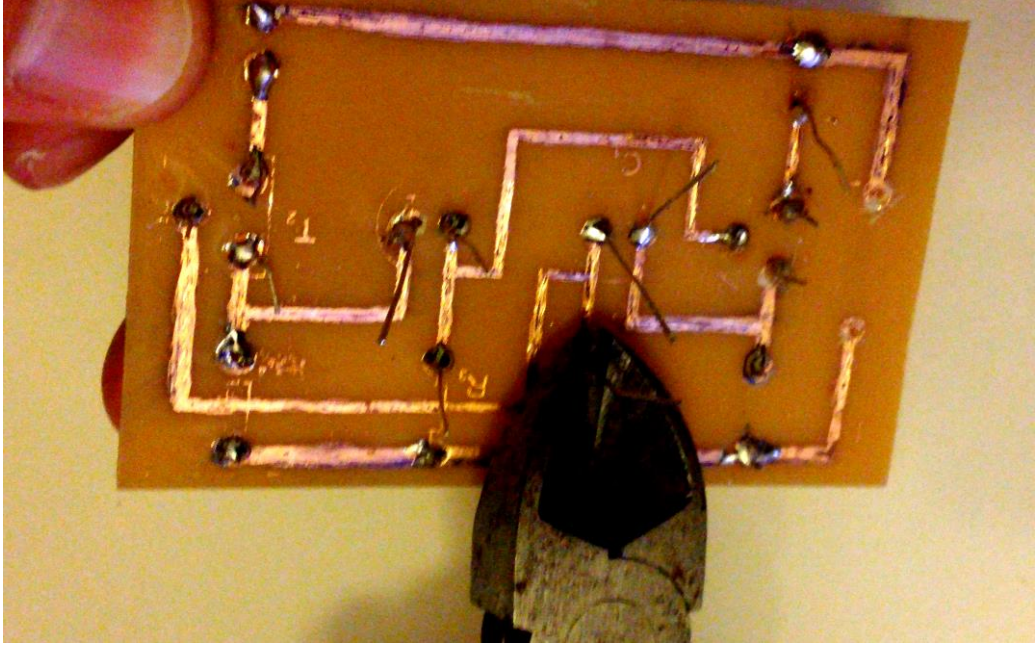
Plaketin el matkabı ile delinmesi



Lehimlenecek malzemelerin ve havyanın hazırlanması



Malzemelerin plakete yerleştirilmesi ve lehimlenmesi



Lehim sonrası fazlalıkların kesilmesi

Son olarak devreye + 12V DC gerilim uygulayarak ledlerin sırayla yanıp söndüğünü gözlemleyiniz.

Süre: Ders Süresidir.

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
	Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Akışk.	Süre	Rakam
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No.:						
Okul:	Öğretmen:			Tarih:	İmza:	
				.../.../20..		

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Baskı devre plaketine çizme işlemini gerçekleştirdiniz mi?		
2. Ütüleme işlemini yaptınız mı?		
3. Asit ortamını tuz ruhu ve perhidrol kullanarak hazırladınız mı?		
4. Baskı devreyi asit ortamına attınız mı?		
5. Erime sonrası sünger ile gerekli temizliği sağladınız mı?		
6. Havayayı fişe takıp ısıttınız mı?		
7. El matkabı ile padları düzgün deldiniz mi?		
8. Elektronik malzemeleri yerleştirip lehimlediniz mi?		
9. Devreyi çalıştırıp gözlemlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

MODÜL DEĞERLENDİRME

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çizilen devrenin lehimlemesini yapıp baskısını kontrol edebileceksiniz.

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Faaliyetler için gerekli hazırlık çalışmalarını (dosya veya klasör) yerine getirdiniz mi?		
Faaliyette içinde gerekli özeni ve düzenlemeyi yaptınız mı?		
Faaliyeti yerine getirirken iş alışkanlığını yerine getirdiniz mi?		
Faaliyette lehim tellerini çaplarına göre ayırt edebildiniz mi?		
Faaliyette lehim tellerinin karışım oranlarına göre ayırabildiniz mi?		
Lehim tellerini elektronik devre elamanlarına göre ayırabildiniz mi?		
Lehim tellerinin üzerindeki etiketleri okuyabildiniz mi?		
Havyaları baskı devre hatlarının kalınlığına göre seçebildiniz mi?		
Havyaları elemanlara göre seçebildiniz mi?		
Kalem havya uçlarını elemanların özelliğine göre seçebildiniz mi?		
Havya uçlarının bakımını yapabildiniz mi?		
Elektronik elemanları lehimleyebildiniz mi?		
Ön lehimleme yapabildiniz mi?		
İletkenleri birbirine lehimleyebildiniz mi?		
Çeşitli devre elemanlarını plaket üzerine lehimleyebildiniz mi?		
Lehim pompasını kullanarak lehim sökebildiniz mi?		
Lehim emme fitilini kullanarak lehim sökme işlemini yapabildiniz mi?		
Devre şemasına göre baskı devre şeklini aydıngere alt ve üst görünüşleri çıkartabildiniz mi?		
Baskı devre alt şemasını pertinaks üzerine aktarabildiniz mi?		
Gerekli eritme sıvısını hazırlayabildiniz mi?		
Pertinaks banyosunu ve temizliğini yapabildiniz mi?		

Devre elemanlarının ayak yerlerini delebildiniz mi?		
Elemanların montajını yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Lehim
2	Kalay- Kurşun
3	Kalay
4	Çaplarda
5	Lehimleme
6	Yumuşak
7	%50 kalay & %50 kurşun
8	Lehimin
9	Orta Sert
10	RS(RH): “Cinsi” 50: “Tipi ve kalay oranı” 1,6: “lehim çubuğu dış çapı” A: “özelligi”
11	200 °C – 500 °C
12	Üçe
13	Rezistanslı
14	Isı – Gerilim
15	Transformatörlü
16	Yumuşak – Sert
17	Zımpara
18	Yüzeyi
19	Sıcaklık
20	Altlığında
21	Teneffüs
22	Temizlenmelidir
23	Ön Lehimleme
24	Deliklerin – Mesafe
25	Birbirine
26	Y
27	D
28	D
29	Y
30	D

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Baskı devre
2	Ölçüleri
3	Giyotin
4	Milimetrik
5	Serigrafi

ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	Y
4	D
5	D

KAYNAKÇA

- ACIELMA Faruk, MEHMET Usta, Elektrik atölye ve Laboratuvar İş ve İşlem Yaprakları 9. sınıf, MEB, İstanbul, 2004.
- NAYMAN Muhsin, **Atölye 1**, Özkan matbaacılık, Ankara, 2002.
- BERKET Metin, Engin TEKİN, **Kayılmaz matbaası**, İstanbul. 2003.
- YARCI Kemal, ÖZTÜRK Orhan, **Elektrik-Elektronik Atölyesi ve ölçme Laboratuvarı, Yüce Yayınları**, İstanbul, 2000.