

Evde PCB Yapımı

Önce hangi teknikleri denediğimi kısaca anlatayım.

Yine belirtiyorum, bu teknikler kötüdür demiyorum. Sadece ben bir şekilde becerememiş olabilirim. Aranızda bunların içinde başarılı sonuçlar elde etmiş olanlar da vardır kesin. Kısaca deneyip “beceremediğim” teknikler diyelim bunlara...

Ayrıca ben tutarlı, güvenilir bir düzenek kurmak istiyordum. Yani bir heves hadi şunu bi yapayım diye tek bir PCB tek bir devre değil. Gerçekten bir şey yapmak istediğimde ve hatta bundan (sizler için) 10-20 tane yapmak istediğimde her seferinde aynı sonucu alabileceğim bir düzenek olmalıydı.

ve tabii ki devre tasarımlarımda çok ince hatlar var. Yani 1mm'lik hatlar ile başarılı olduğunuz bir teknik 0.25mm lik hatlarda bir işe yaramayabiliyor...

Neyse, bu kapsamda ilk denediğim daha önceki bazı projelerimde de kullandığım toner transfer tekniği...

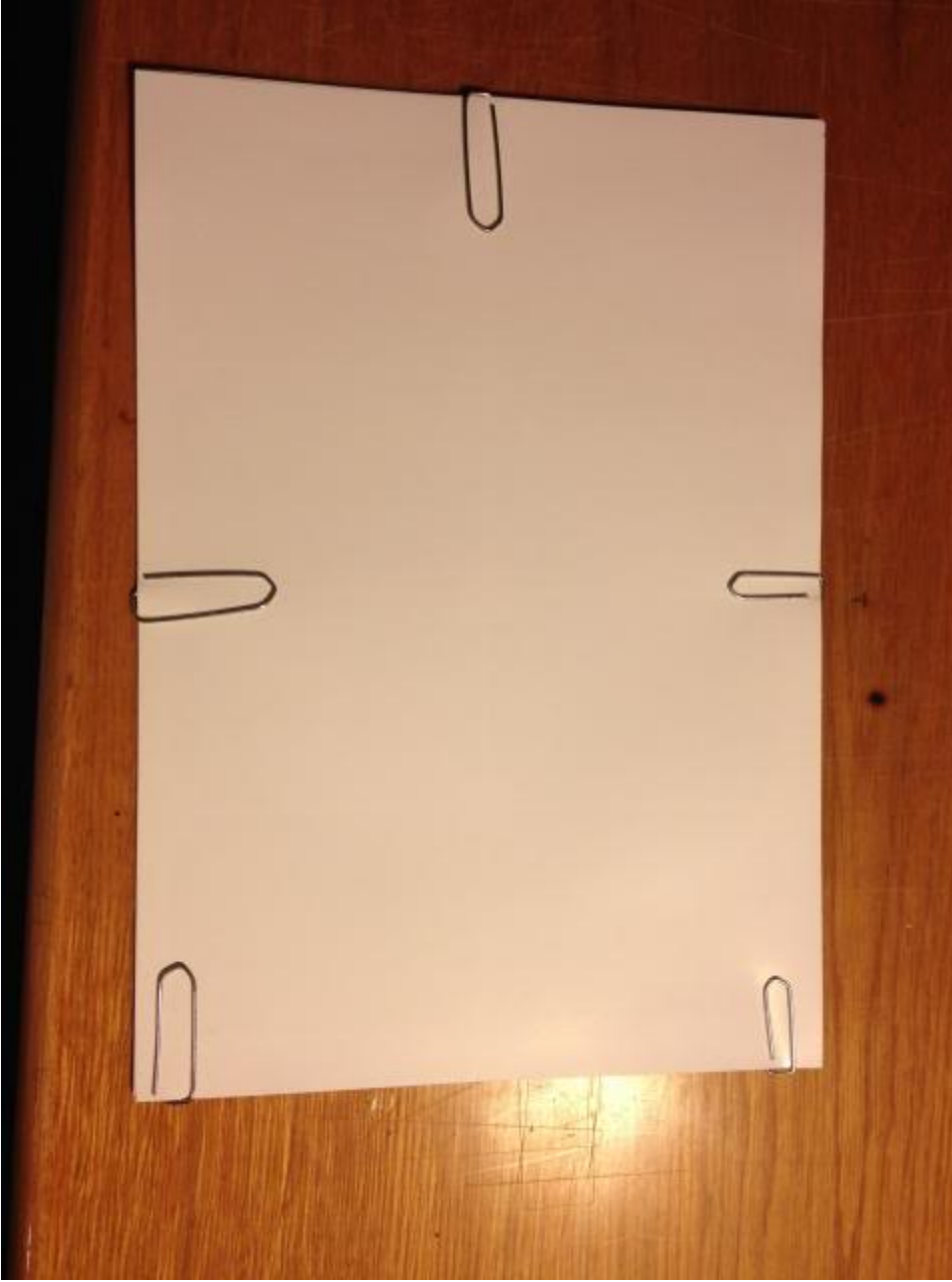
Bu tekniği çift taraflı PCB üretmek için bir türlü tutarlı olarak kullanamadım.

Tecrübe ettiğim sorunlar;

1) Alt yüzey PCB resmi ile üst yüzey PCB resmini hizalamak

Şeffaf olmayan kalın kağıtlar ile alt ve üst PCB resmini daha araya bakır PCB'yi yerleştirmeden bile zor.

Ataç kullanmayı öneren bir teknik okudum. Onu yaptım... (Çocukça bir teknik. En kibarından “naiflik” diyeceğim bu tekniğe.)



Olmadı tabii...

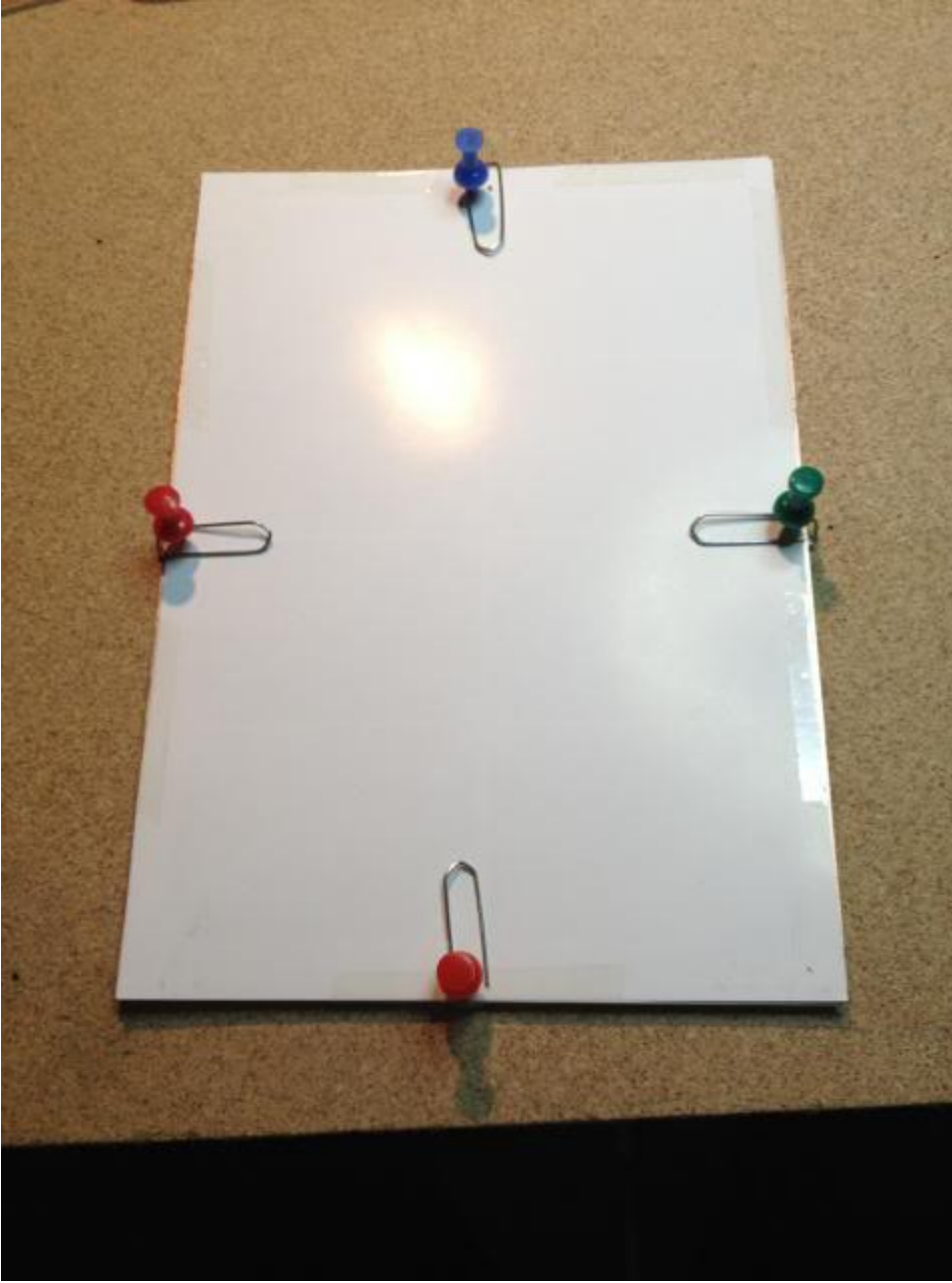
Dremel ile delik açmak ve alt, üst kağıtlar ve PCB'yi bu deliklere göre hizalamak. Şimdi düşünüyorum da, "ya bi ..tir git diyorum". Kahkaha en saçma sapan teknik buydu beceremediğim.



Sonra efendim bu deliklerden Şu iğneleri geđirecekmiŐiz...



Eeee sonra? İşte 4'ünü de böyle hizalıcakmışız Oooldu canım...



O da olmadı tabii...

2) Uygun kağıdı bulmak

BU KAĞITTAN UZAK DURUN!!!



Sonucu bu...



Adı üzerinde, "hergün" rezalet yaşarsınız. Kağıt tamamen plastik bir malzemeden olduğundan (hani fotoğrafların ömrü açısından tabii ki iyi bir şey olabilir) ütü sonrası durum bu oldu, PCB'ye tamamen yapıştı meret

3) Ve tabii Ütü !!! (Reklamdaki gibi, hakikaten en zahmetli şey ütü!)



Kollarınızın kopması bir yana çift taraflı ütölemeniz gerek. Çift taraflı PCB'lerde daha fazla bakır olduğundan çok çabuk soğuyor ve extra çaba göstermeniz gerekiyor v.s.

Yani nispeten büyükçe yüzeyli PCB'ler için bunu unutun derim...

Toner transferi bildiğim tek teknik olduğundan ve hizalama olayının sert ütü darbelerinden kaydığını da düşünerek dedim ki bir ütünün alternatif var mı?

Varmış, şu meşhur laminasyon makinesi tekniği (Tüylerim diken diken oldu bak şimdi)

Gittik bi laminasyon makinesi aldık...



hevesle açtık bağladık elektriğe...



Sonra bir hevesle boş bir PCB taktım, bakalım içinden geçebilecek mi, ne olacak diye....



Tam bir fiyasko... Kahkaha Kahkaha Kahkaha

Bakır plaket ısınıyor gibi ama neredeyse hemen soğuyordu. hemen duyar gibi oldum, bazılarız "içindeki termostatı değiştircen salak!" dediğini...

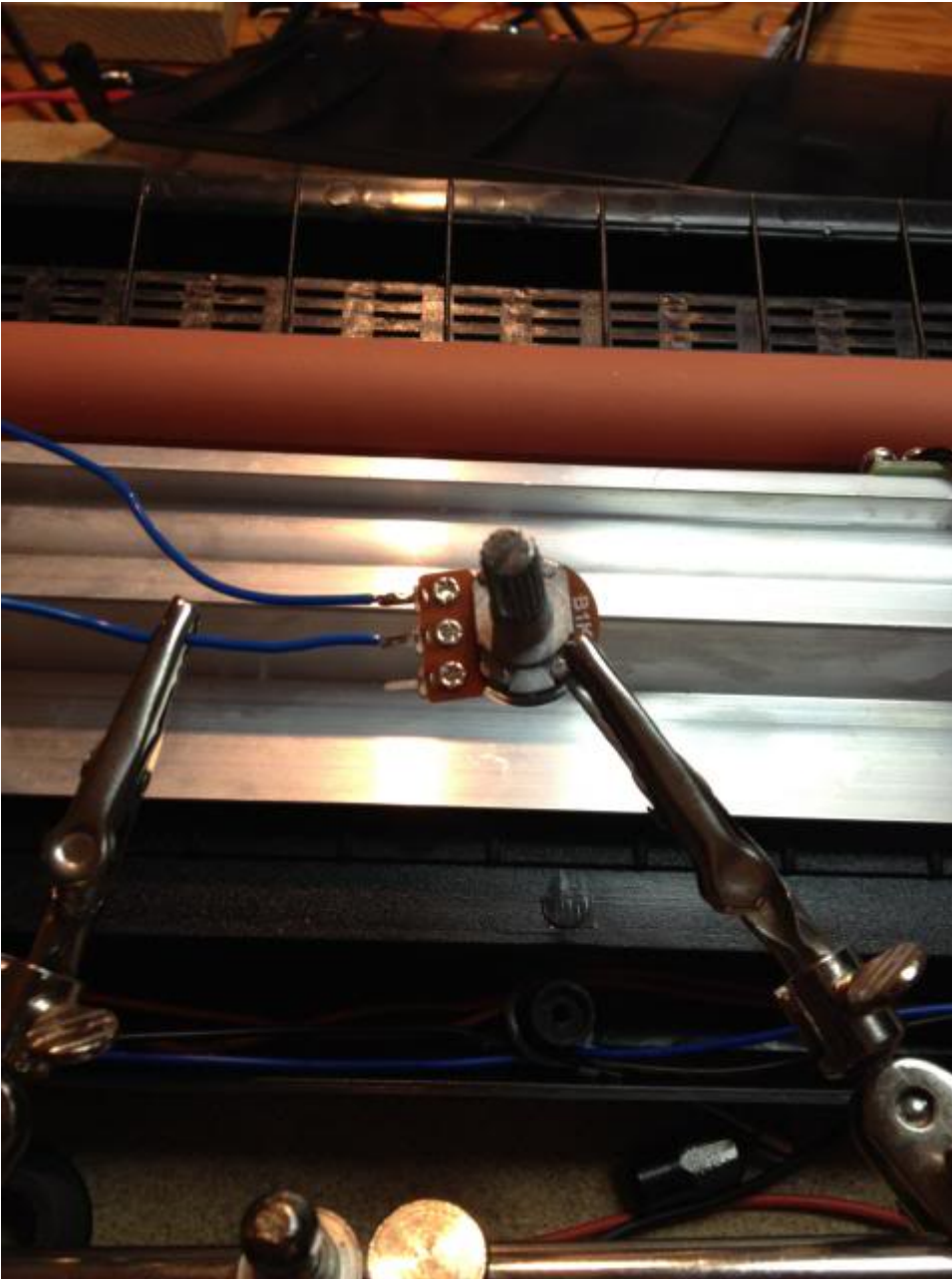
Onu da yaptık ve laminasyon makinesini hacklemenin detaylarını burada anlatmayacağım ama özet geçeyim...



Temelde ısıyı 180 derecede kesen bu “termik sigorta” yı 250 derecede kesen bir başkasıyla değiştiriyorsunuz. Bir de ısı belli bir seviyenin altına düşünce yeniden elektrik verip laminatörü ısıtan devrenin en kritik elemanı var, NTC mi PTC mi ne haltsa. Kısaca ısıya duyarlı direnç işte.



Onu da hackledim ve araya bir potansiyometre koydum. Bu sayede ısıyı çok düşmeden yeniden ısıtan bir ayara getirebilecektim...

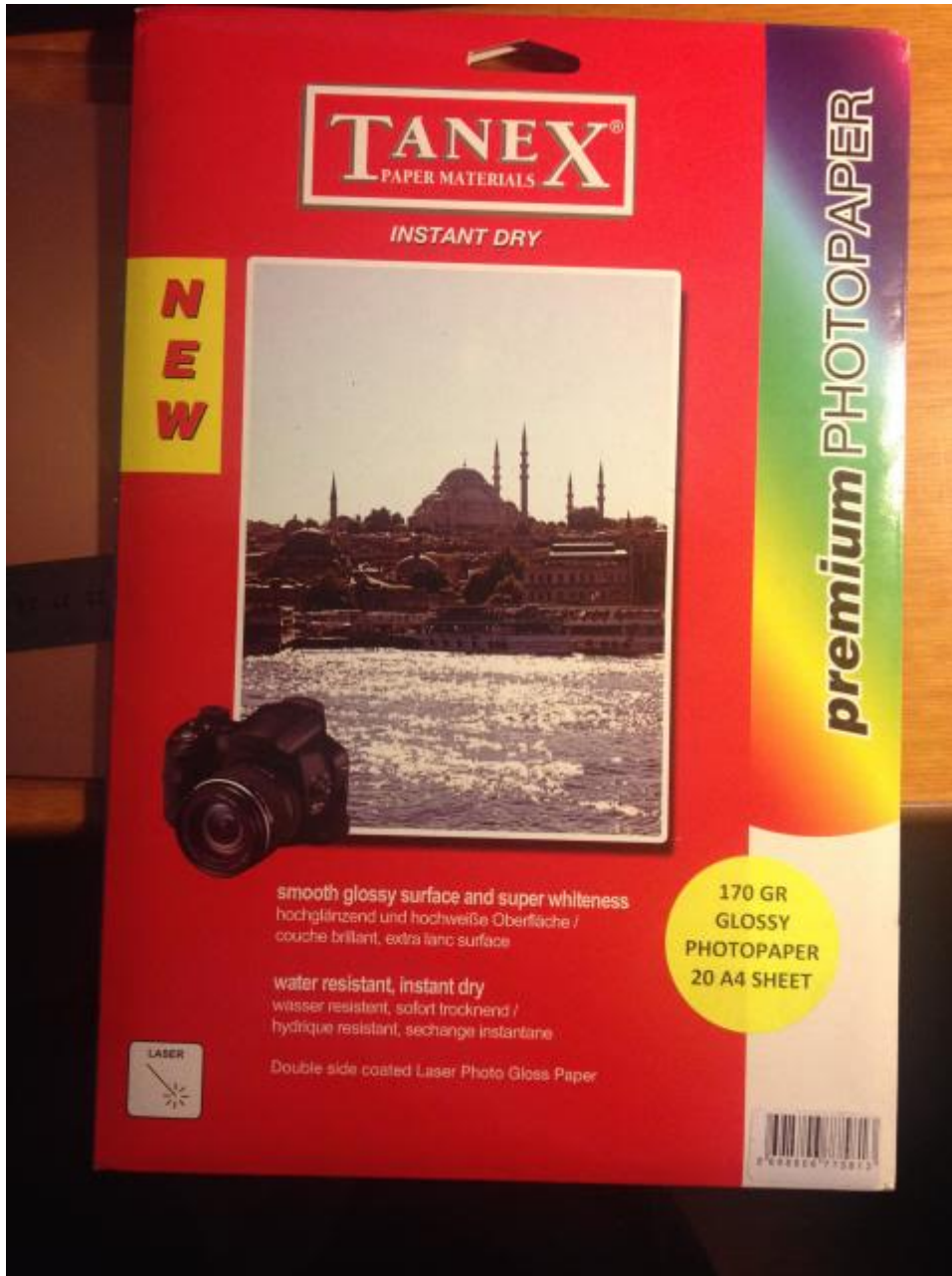






Görünüş olarak şık oldu. İşlevsel olarak da işe yaradığını söyleyebilirim. Artık aşırı ısınan ve soğumayan bir laminasyon cihazım var.

Ancak kağıt olayını yine tutturamadık. Bu kağıtta çok fazla toner emiyor ve bırakmıyor.



İnce izler koptu gitti tabii...



Sanırım "Lazer yazıcı" için olanından değil inkjet için olan parlak kağıtlardan bulmak lazım.

Yine de gördüğüm kadarıyla laminatör ile çok daha ince kağıtlar kullanmak gerekiyor (youtube'daki dergi kağıdı kullanan video'lar)...

Ama sonuçta bu teknikle de istediğim sonucu elde edemedim...

Umutsuzluğa kapıldığım süreci atlattıktan sonra gerçekten ince izli çift taraflı PCB basmak istiyorsak bu işi fotografik tekniklerle yapmamızı anlatan bir çok yazı okudum internette.

Şimdi bu teknik yeni değil ancak ben hiçbir zaman fotoğrafçılığa ilgi duymadım, fotoğraf çekip bunu karanlık odada banyo yapmak falan nedense denemekten hep korktuğum şeylerdi. Nedense bu "photo resist" tekniğinden hep uzak durdum. Ta ki bugüne kadar...

Bu tekniğimizin tam adı nedir bilmiyorum ama foto transfer tekniği diyelim şimdilik...

Bu tekniği de anlatan bir çok detaylı yazı bulabilirsiniz internette. Ben işin özünü yazıvereyim kısaca da uğraşmayın, çıkmaz sokaklara sapmayın

Temelde 3 ana fazımız var tüm işlemde:

1) Plaket hazırlama: Plaketi ışığa duyarlı bir tür sprey ile kaplama. 2) Pozlama: PCB resmini ışığa duyarlı malzeme ile kapladığımız bakır plakete bir tür "ışık kaynağı" ile aktarma, yani "pozlama". 3) Banyo: Pozlanmış olan plaketi bir tür kimyasal ile banyo yaparak ışığa maruz kalmış bölgelerin yok olmasını sağlamak.

Önce plaket hazırlamayı anlatayım...

Aslında yurtdışında önceden ışığa duyarlı malzeme ile kaplanmış ve plaketi ışıktan koruyan bir naylon ile kaplı hazır plaketler olduğunu gördüm. Ancak bunlar hem pahalı hem de sürdürülebilir bir kaynak değil. Günün sonunda gümrük size dur napıyosun 50 tane sipariş oldu bu sene der...

Alternatifimiz nedir peki? Senelerin yıpratamadığı "Pozitif 20" sprey!!!



Bu spreyi senelerdir elektronik dükkanlarının vitrinlerinde görmüş ve özenmişim. Kismet bugünlerymiş demekki...

Hemen Konya sokağın yolunu tuttum zira online elektronik mağazalarımda stokta yoktu. Ancak bu spreyn konya sokakta artık pek bulunmadığını gördüğümde biraz içerledim, üzüldüm. nedenini sorduğumda “abi artık kimse böyle şeylerle uğraşmıyor ki çin'den getiriyor hazır devreleri v.s.” cevabını alınca da sinirlendim

Tabii her bi haltı çinden getiriyoruz 3'e 5'e sorun kalmıyor dimi? 10 sene sonra bi halt “yapamayan” “üretmek” hatta düşünmek nedir bilmeyen bir nesille biz daha çok vururuz kafamızı taşlara. Hadi bakalım 5 sene sonra bi şekil Çin'le aran bozuldu ambargo koydun. Ne halt edeceksin? Tekstil sanayii'ni bitirdiler, elektronik sanayii'n zaten yoktu onu da hepten “unutturdular”...

Ya kusura bakmayın, biraz dellendim. Aslında aşırı milliyetçi de sayılmam ama gerçekten eskiden konya sokak'ta dükkanların önünde teknik lise öğrencileri olurdu, vitrinlere bakar, içeri girer ellerindeki bir parça kağıda yazdıkları devre elemanlarını sorarlardı, bi şeyler yaparlardı. Ben son 1-2 senedir haftanın çeşitli zamanlarında konya sokağa sıklıkla gittim, yalan olmasın, tek bir tane lise öğrencisi görmedim...

Neyse, nerde kalmıştık? Konu biraz dağıldı kusura bakmayın...

Neyse benim antika elektriniçilerden birine girdim, “üstad pozitif 20 var mı?” dedim. Eleman, “abi şu rafta spreyleyin arkasında vardı galiba” dedi isteksizce toz tutmuş üst raflara bakarak. “Eee varsa alayım” dememi bekledi arkadan bir sandalye çeip üstüne çıkmak için. Bi sürü kontak spreyni aralayınca buldu bir tane. Kaça dedim? üzerindeki etiketi ne zaman fiyatladıysa (son dolar fırlamasından önce sanırım) 30 TL dedi (Aman dedim bulduk malı ucuza) iki tane ver 50 olur mu deyince kabul etti

Bu pozitif 20'nin orijinali (ambalajı pembe renkli ve adı POZITIV 20 olan) online olarak 70-80 TL'ye satılıyor. Tanesi 25 TL iyi fiyat...

Neyse, her seferinde kağıt koy kağıt kaldır yapmak yerine sadece spreyleme işlemi nde kullanmak amacıyla genişçe ama sığ bir plastik kutu aldım bauhause'dan.



İçine de plaketi kolayca alabilmek ve ikinci yüzeyi spreyleyken ilk yüzeyin yapışmasını çizilmesini önlemek için hafif bir yükselti oluşturması amacıyla şu ince şeffaf pabuçlardan yapıştırdım. Bunlar mobilyaların ayaklarına, elektronik cihazların altına mobilyaları çizmesinler diye yapıştırılan lastik parçalar...



Sonra plakette iyice çalkaladığım pozitif 20 ile kaplıyorum. Burası önemli!!!

Sayırsız denemelerim sonucu ideal sonucu almak için sadece 2 ince kat sprey sıkılması gerektiğini buldum. Başarısız denemelerim arasında sprey'i önce boya zannedip plakette yüzeyini "örtsün" diye kuruta kuruta 4-5 kat sıkıyım. Ya da, ilk sıkıtımda leke leke gözükken kısımların üzerine bir kat bir kat daha takviye yaptığım senaryoların hepsi aslında boşmuş...

Doğru teknik ⇒

- plakette dizilmeden önce son bir kez tozdan arındırmak için aseton ve kağıt havlu ile hafifçe silinecek. - sprey plakette dar bir açıyla (dik değil) tutulacak. - yaklaşık 20 cm mesafeden sabit hızla zigzaglar çizilerek çapraz "ince" bir kat - hemen sonra aynı şekilde fakat farklı çaprazdan bir ince kat daha atılacak

İlk bakışta lekeli hatta orantısız kötü bir boya gibi gözükse de merak etmeyin, sprey o kadar akışkan ki 5 dakika sonra plakette yüzeyine tamamen eşit şekilde yayılıyor kendi kendine...

5 dakika sonra 40-50 cm yüksekten 100 derece ısıya ayarlanmış ısı tabancasıyla plakette ilk yüzeyi

kurutulacak. Isı tabancasını hemen çok yaklaştırmayın spreyi üfürüp dağıtabilir. 5 dakika 40-50 cm uzaktan, sonra 5 dakika 30 cm seviyesinden kurutun. Parmağınızı plaketin köşelerinde bir yere dokundurunca yapışma hissi kalmayana ve yeni cilalı mobilya gibi kayan bir histe olmalı...



Bu işlemleri loş ışıklı bir ortamda yapmanız gerektiğinden telefonumun kamerası bu kadar çekebildi, kusura bakmayın. İlk yüzeyler kuruduktan sonra 5 dakika bekleyin, plaketer soğusun. Sonra aynı işlemi diğer yüzeye uygulayın... İşlem bitince plaket şu şekilde gözükmeli.



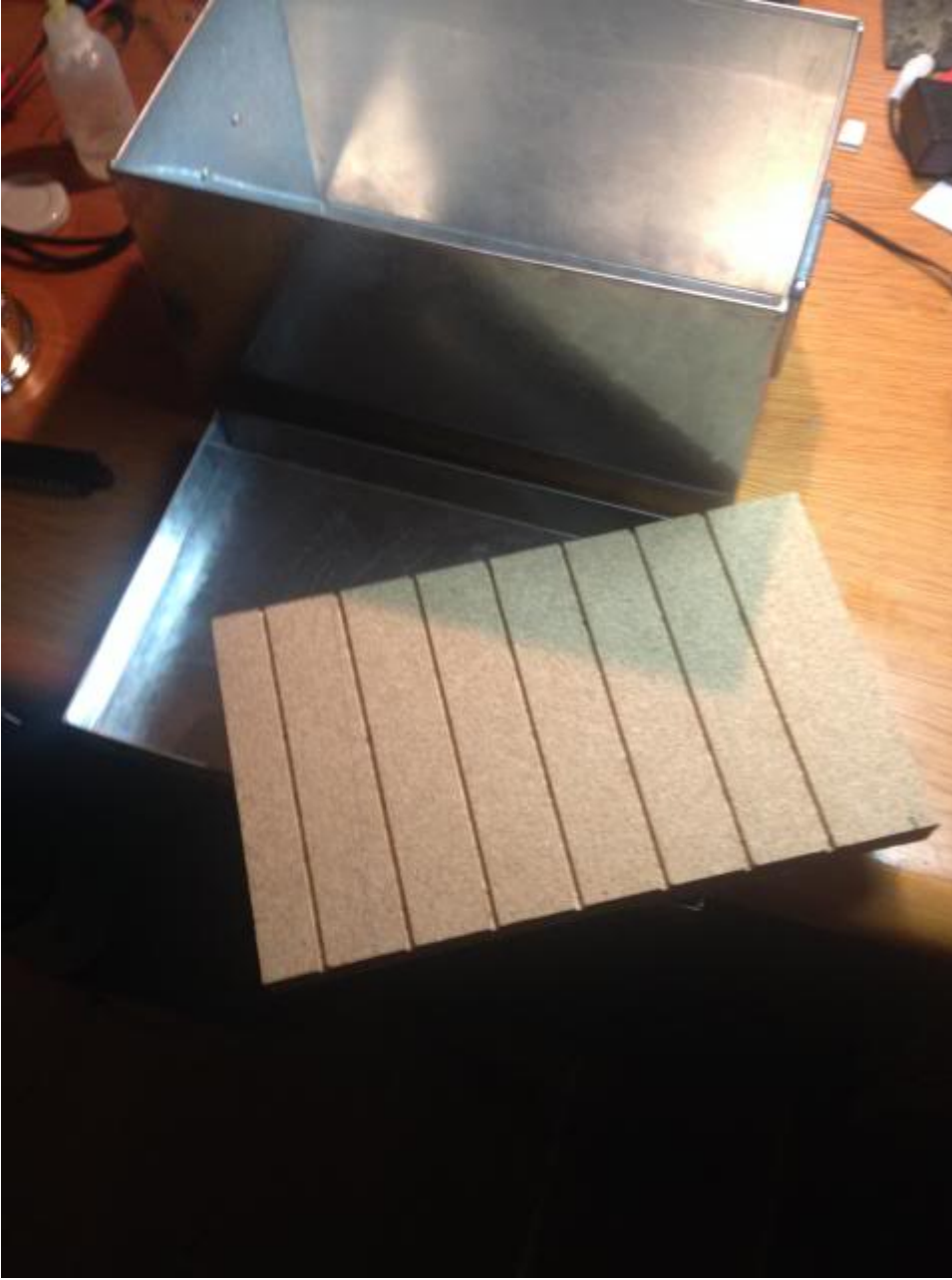
Burada esas düşmanınız toz. Isı tabancası ile kurutmadan da denedim. Yüzeyin kuruması 1 saati buluyor ve bu süre zarfında mutlaka toz kaplanmış oluyor.

İşlem bitti mi? Hayır. Kutunun üzerinde bu şekilde hazırlanan plaketin iyice kemikleşmesi için 24 saat bekleyin diyor (ilk denemelerimde beklemiştim). Ancak 70 derece sıcaklıkta 15 dakika "pişirilerek" en iyi sonucu alabileceğimiz tavsiye edilmiş.

Piştirme zamanı!

Positiv 20 ile kaplanmış plaketleri pişirmek için metal bir kutu kullanıyorum. Bu iş için kabinlerden birisinin içindeki jeton kutusunu kullanıyorum

Plaketleri direk metal yüzeye koyamayacağımdan kutunun dibinde duracak ve plaketleri bir CD rafı gibi tutacak bir sunta kesiyorum ve en ince dremel freze ucuyla sunta üzerinde plaketlerin dizileceği hatları açıyorum.



Sonra plaketleri kutuya diziyorum



Sonra kutunun kapağını kapatıp mutfağın yolunu tutuyorum...



Önceden 70 derecede ısıtılmış fırına kek'i pardon plakeleri koyuyorum. Fırının tam olarak 70 derecede ısındığını anlayabilmek için basuhouse'un bahçe reyonunda satılan şu fırın termometresini kullandım. Fırını düğmesindeki kaba ayardan ayarladıktan sonra bu termometre ile ısıyı tam olarak ayarlayabildim. Fazla ısındığında fırının kapağını açtım bir süre sonra tekrar kapadım. Bu sayede 70 dereceyi bulduk...



Bu şekilde plaketleri 15 dakika pişiriyoruz!

Plaket hazırlama işimiz tamamlandı. Şimdi sıra pozlamada.

Pozlama için bir iki alternatif denedim. Pozitif 20 UV (ultraviyole) ışığa duyarlıymış. Bu yüzden UV-A tipi (360-400 nm dalga boyu) ışık saçan ışık kaynakları kullanılmalıymış.

Alternatifler: 1) özel Pozlama ampülleri 2) solaryum lambaları 3) UV LED'ler 4) Black light floresan ampuller (sahte para makinelerinde ve gece klüplerinde kullanılanlardan - gerçi artık gece klüplerinde ne kullanılıyorsa!!! bizim zamanımızda black light pek bi modaydı, üniversitede öğrenciyken yatak odama bile black light takmıştım, bir duvarım camel sigarasının bir kampanyası için biriktirdiğim sigara paketlerinden yaptığım duvar kağıdı ile kaplıydı, diğeri birbirine yapıştırılmış boş bira kutuları ile, çılgın günlerdi... neyse konumuza dönelim)

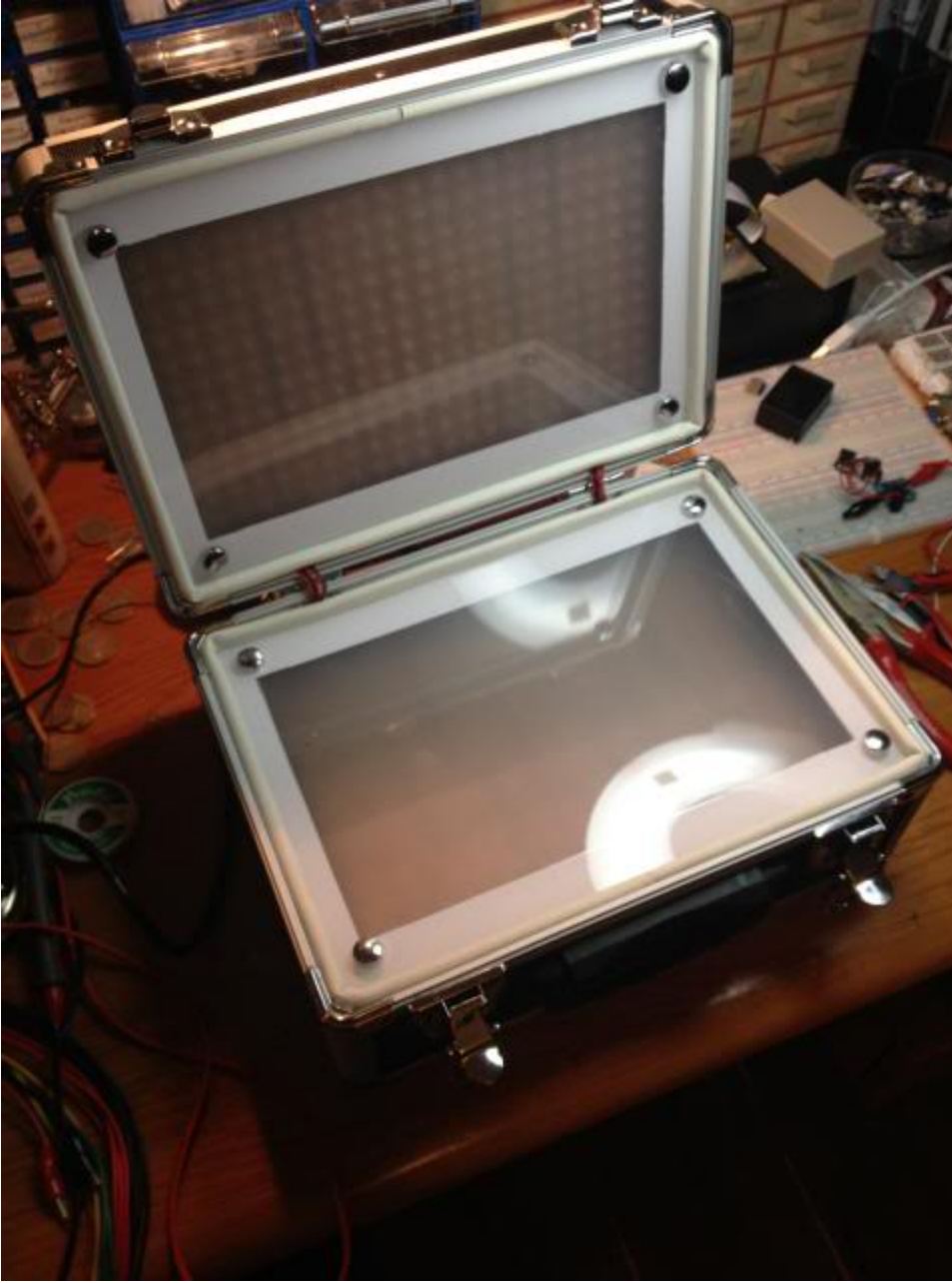
Önce UV LED'leri denedim. Tamamen bir fiyasko. Bu işe harcadığım zamana acıyorum. LED'ler ile çok havalı bir pozlama kutusu yaptım ama işlevsel olarak tam bir fiyasko oldu. Sebebi aslında LED'lerin önündeki bombeli mercekten kaynaklanıyordu. Işığı dağıtmayıp odakladıkları için pozlanan plaketlerde hep yuvarlak yuvarlak çok parlak ve çok karanlık alanlar oluştu. LED'i ışığı dağıtacak bir mesafeye çekemezdim zira kutunun derinliği yetmiyordu veya LED'lerin tepelerini tek tek kesmem gerekiyordu v.s. v.s. Işın açkçası 480 adet LED'in tepesini kesmeye üşendim. Evet doğru duyduunuz bir ara 480 tane LED lehimledim. Kahkaha Kahkaha Kahkaha

Bu kısmı çok detaylı anlatmayacağım zira başarısız bir girişim oldu. Ama LED'lerle çalışmak zevkli...





Yine de ılık görünümlü devasa bir EPROM silicim oldu diyelim



Sonunda eski kutuyu parçalamak yerine yeni bir kutu yapayım dedim...

Bu iş için özel üretilmiş pozlama ampülleri varmış bir de onları deneyelim dedim. hemen konya sokağın yolunu tutuyorum. Sonuçta orada philips'in osram'ın devasa distribütörleri var, bulurum nasılsa dedim. Yanılmışım!!!

İnternet kataloglarında adı geçen hiçbir pozlama ampülünü bulamadım. Adamların dükkkanı devasa. Duvarlar raf raf ampul dolu ancak ne black light ne de pozlama ampülü yok!!!

Yine sinirlenerek aramaya başlıyorum. Sonunda sora sora bir dükkanda benim çanta kutuya sığacak büyüklükte black light buluyorum. Ancak bu sefer de adamda buna uygun armatür yok. Yav çıldırıcam. Burası Türkiye'nin başkenti. Burası Konya sokak, Sanayi Caddesi. Burada bulamayacağım da nerde bulacam aradığımı

Neyse, ampülcü adama dur dedim ben armatür arıyayım. sonunda şu 6w'lık floresan armatürlerini buldum.



Aynısından osram marka olanı bauhause'da 70 TL'ye satılıyordu bunları pazarlıkla tanesi 10 TL'den aldım (normal floresan ampul dahil). Sonra black light satan adamdan da ampülleri aldım... LED projemde kullandığım tüpte bir çanta daha aldım bausause'dan.



Bu çantalar malzeme çantaları bölümünde “alüminyum” çanta olarak satılan türden. İçindeki zamazingoları attıktan sonra içine pleksiglas yerleştirebileceğim düzeneği kurmaya başladım.



Bu armatürler birbirlerine paralel olarak bağlanabiliyordu. Bunun için gereken kabloları hazırladım önce



Sonra armatürleri bu kablolar ile birbirine bağladım



Daha sonra armatürleri çantaya sabitlemek için en güçlüsünden (dış mekanlarda ısı ve rutubete dayanıklı) aldığım çift taraflı bantı kullandım.



Armatürler böyle bağlanıyor birbirlerine



Ve ilk deneme



Sonra ampüllerin plaket üzerine maksimum yansıtma yapması için arkalarına bir yansıtıcı alumünyum levha yaptım.





Yavaş yavaş ortaya çıkmaya başladı...

Elimde üst kapak kısmına koyacağım pleksiglas kalmadığından (başarısız LED kutusu sağolsun) burayı da farklı daha kalın alumünyum plakadan çıkartmaya karar verdim. Sonuçta plaketin sadece üzerinde durabilmesi için alt yüzeyde ihtiyacım vardı pleksiglass'a...



Pleksiglasın çevresini arkadan siyah spreyl boya ile ortada plaketi yerleştirecek yeri boş bırakacak şekilde boyadım. Son olarak montaj bitince pleksi'nin koruyucu jelatinini çıkartıyorum. Veeee....



İşte sonuç...

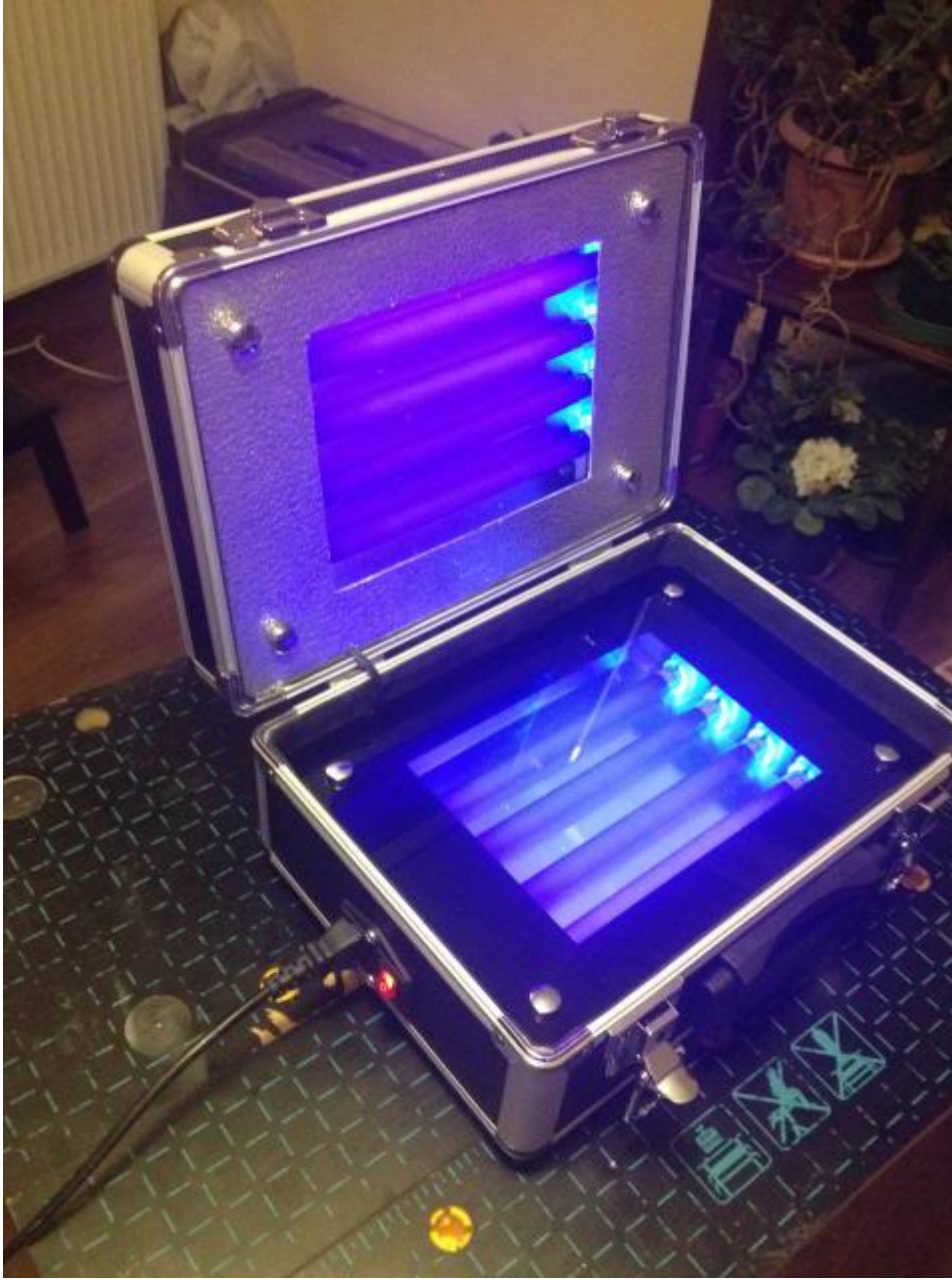


Ne yalan söylüyeyim, tam da istediğim gibi hazır ve nazır derli toplu bir düzenek oldu.





Fişe takıyoruz ve...



UV pozlama kutumuzu (UV Exposure box) tamamladık. Şimdi PCB resimlerimiz basmamız gerekiyor. Bu aşamada bile doğru teknik ve ayarı bulana kadar onlarca asetat, aydinger kağıdı harcadım.

Öncelikle elimdeki lazer printer'ın asetata basma özelliğinin "olmadığını" öğrendim (hem teknik dokümanından hem de bizzat deneyerek). Yoksa en iyi sonuçlar yine toner ile alınıyormuş ancak ben diğer inkjet yazıcım ile sonunda başarılı sonuçlar elde edebildim.

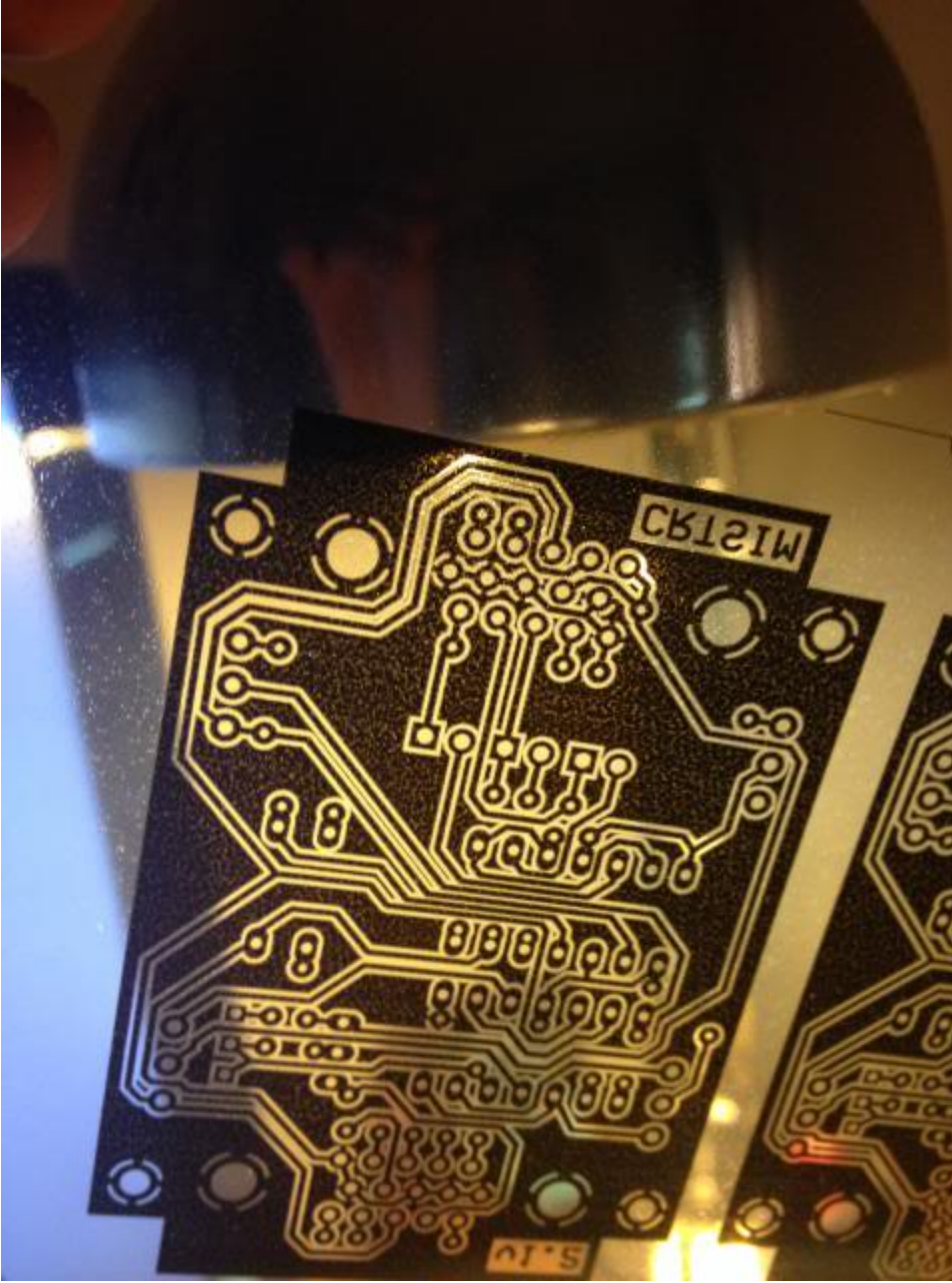
Neyse, önce PCB imajlarımızı bir baskı programı ile hazırlıyoruz (Ben Microsoft Publisher kullandım). Böyle bir ara program kullanmamın nedeni ben 1 adet PCB basmak için değil aynı PCB'den çok üretmek istiyorum. PCB tasarım programından çıkan PCB imajını belirlenen bir kağıt ölçüsünde milimetrik yerleştiren ve matbaa literatüründe "registrasyon işareti (registration mark)" özelliği olan bir yazılım işleri bu bakımdan kolaylaştırıyor.



Bu registrasyon işaretleri sayesinde alt ve üst PCB imajlarını TAM olarak oturtmak kolaylaşıyor. Bu hizalama için PCB'nin üzerindeki delikler de kullanılabilir tabii. Oturunca "ŞAK" diye beliriyor delikler zaten...

Önce başarısız denemelerimin sonuçlarını göstereyim:

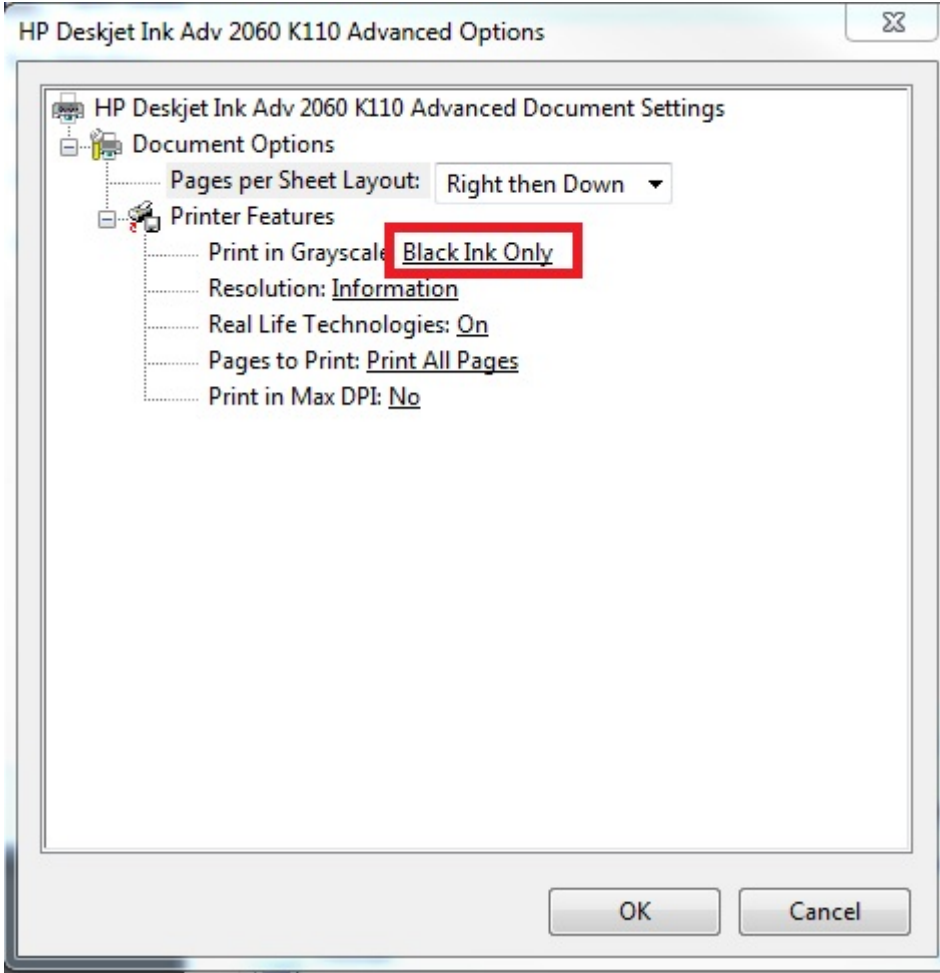
Az kalmış mürekkep durumu. Geçirgen görünüm pozlamada erimemesi gereken yerleri de etkiliyor ve genel PCB görüntüsü "silikleşiyor". Bu da asite dayanması gereken kaplamanın incilmesi anlamına geliyor. Sonuçlar malum...



“Photo paper - Best resolution” ayarı. Evet görüntü çok daha net ve detaylı ancak aynı problem burada da söz konusu. Dikkat ederseniz siyahlar siyah değil. Çünkü elimdeki inkjet (HP Ink Advantage 2060) foto baskısı modunda siyahı benzetebilmek için siyah mürekkep kullanmak yerine diğer renkli mürekkepleri kullanıyor (sanırım mürekkep tüketebilmek için Kahkaha).

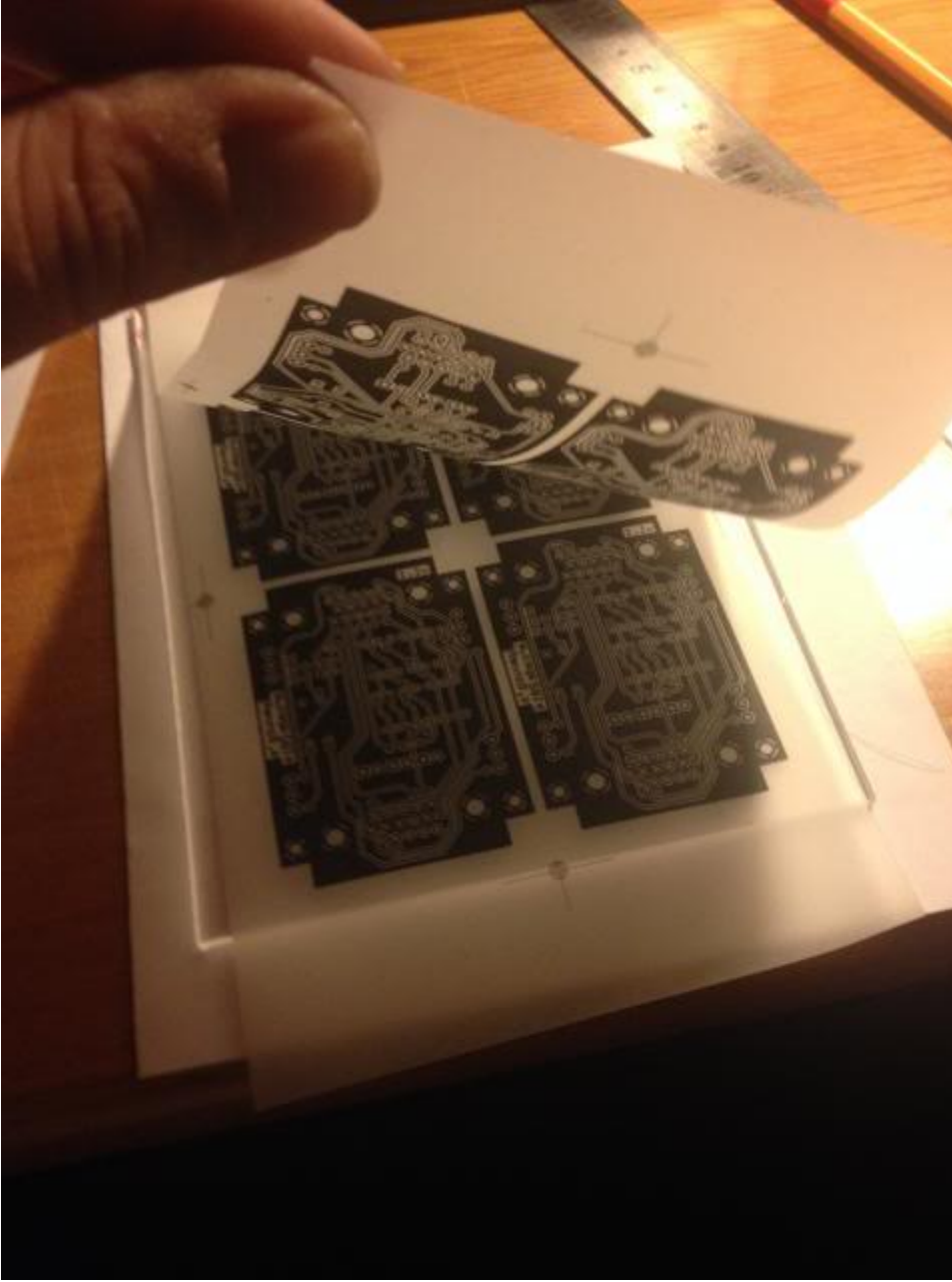


Doğru çözüml: Yeni siyah mürekkep kartuşu ve aşğıdakiş ayarlar...



Bu ayarlarda dikkat ederseniz printer'a sadece siyah mürekkebi kullanmasını söylüyorum... Bu modda maksimum DPI'da (1200) baskı yapmam izin vermiyor ancak önemli değil zaten PCB çözünürlüğüm 600 DPI ki bu oldukça yeterli...

Diğer bir nokta PCB resminin basılacağı medya. Ben asetat ve aydinger denedim. Aydinger maliyet açısından daha hesaplı ama geçirgenliği asetata göre daha az olduğundan pozlama süresini uzatmanız gerekli. İşin açıkçası kullanılabilir ancak asetat'ın da avantajı dikkat edip imajı çizmezseniz 10'larca defa kullanabiliyor olmanız. Aydinger bir kaç kullanımdan sonra hem buruşma yapıyor hem de ısıdan dolayı gevşeme yapıyor. Tek kullanım için ucuz ve rahat bir çözüm...



Neyse burada asetat kullandığım senaryoyu göstereceğim. Bunun için yazıcınıza uygun asetat almanız lazım. Laser için ayrı inkjet için ayrı asetatlar var. Laser asetatı tamamen pürüzsüz şeffaf (elimde patlayan bi tomar laser asetat var, isyene olursa Kahkaha) ancak inkjette kullanılamıyor.

Inkjet asetatının ise bir yüzü hafif pürüzlü yapılmış. Mürekkep tutunabilsin diye sanırım.

Önce asetatı hazırlayacağımız yeri temizleyim yağdan kirden arındırıyorum.

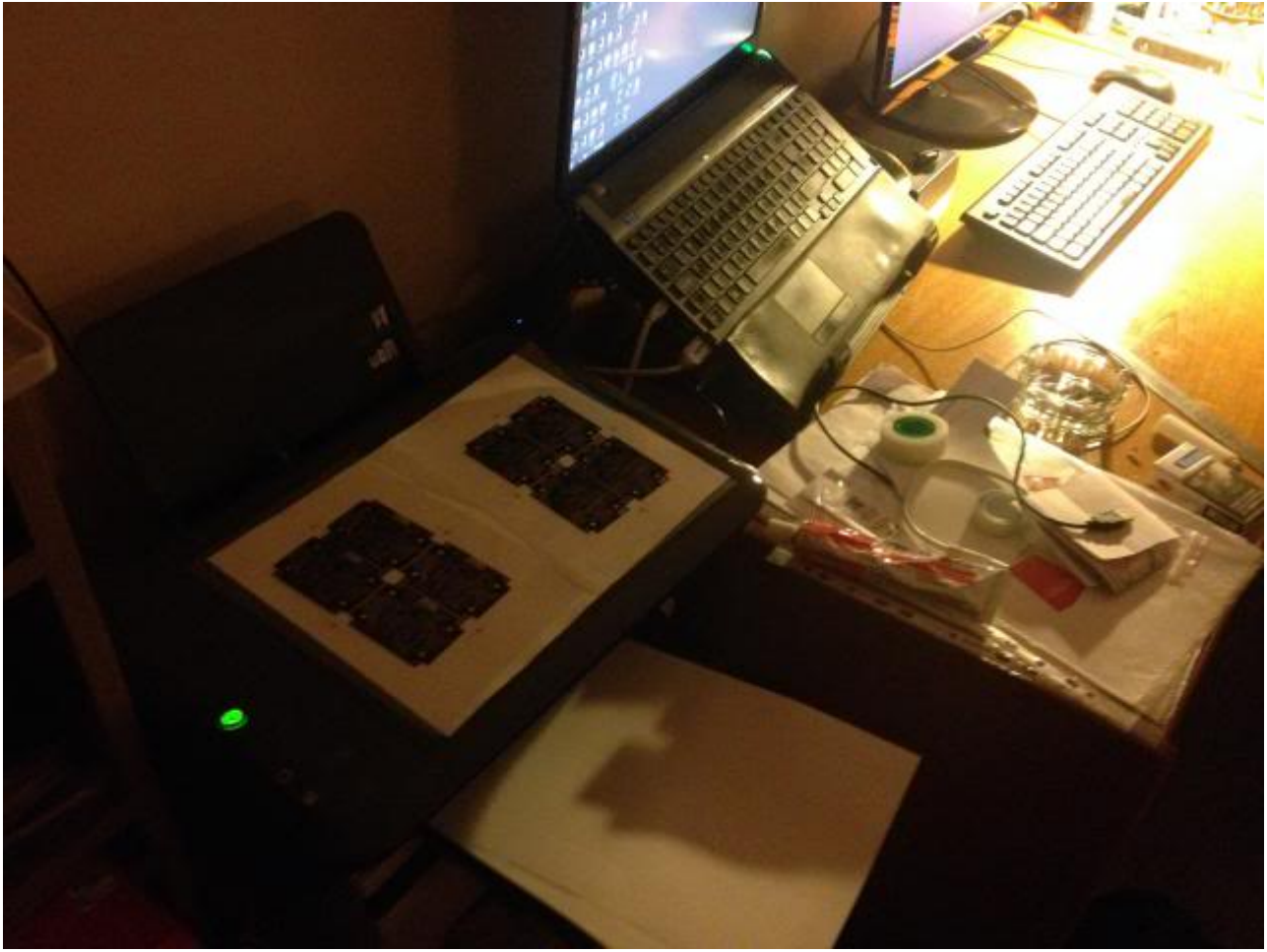


Sonra A4 asetatı alıp A5 ölçüsünde (PCB ve yaptığım kutu bu ölçüde PCB için) işaretleyip çelik cetvel ve maket bıçağı ile düzgünce kesiyorum.





Sonra sırayla alt ve üst PCB resimlerini basıyorum ve kurumaya bırakıyorum 5-10 dk.



Daha sonra mürekkebin yeterince kurduğuna emin olduktan sonra PCB resimlerini mürekkepli kısım birbirlerine bakacak şekilde üst üste koyarak hizalama işlemine başlıyorum.

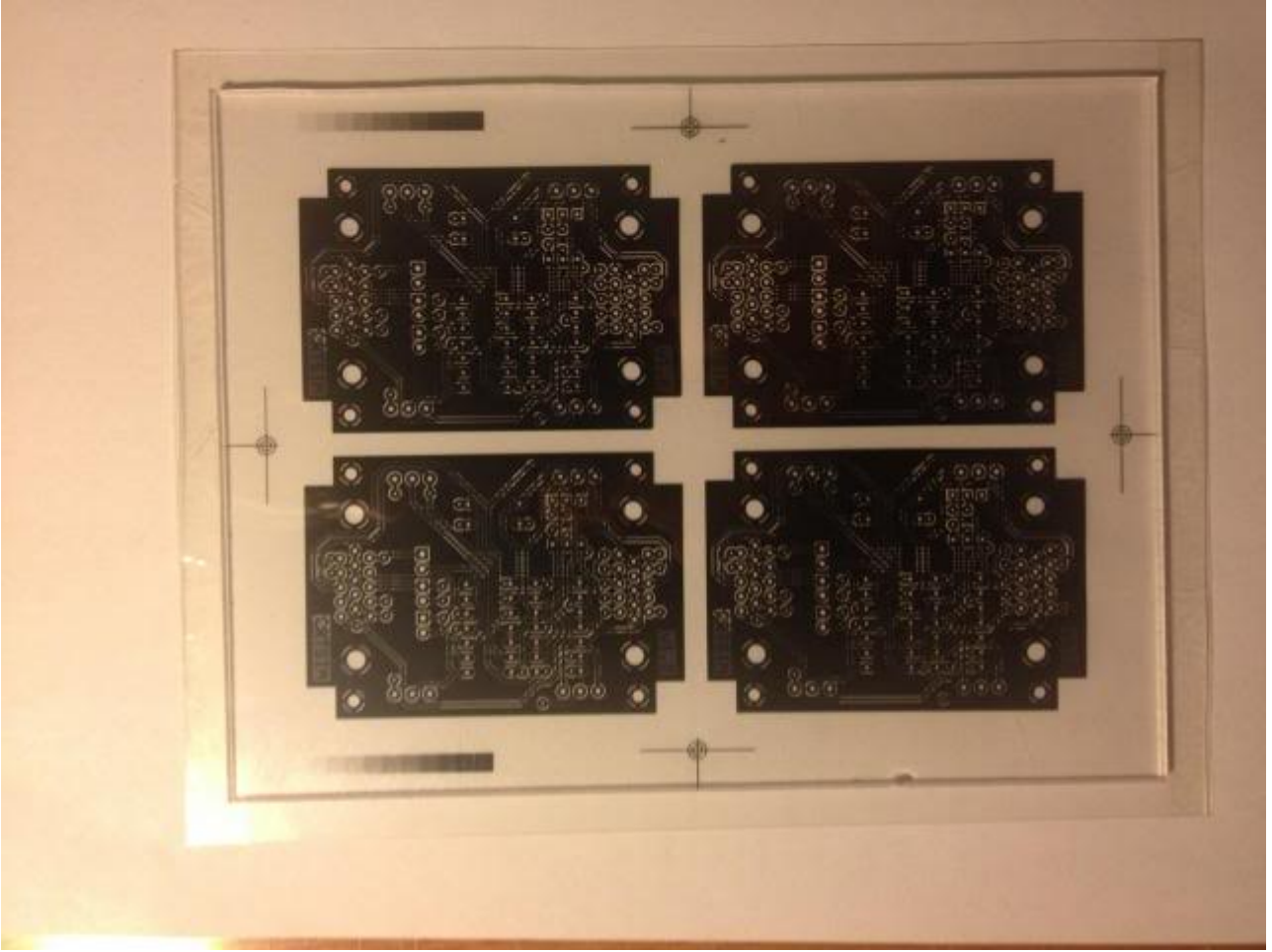


Hizalama tatminkar olunca asetatları birbirlerine bir kenarlarından bantlıyorum. Bunun için bulduğum pratik yol; Önce bantı alıp masaya tutturuyprum hafıçe kölerini ters çevirerek. Sonra alt PCB imajının bir köşesini bantın yarısına gelecek şekilde yapıştırıyorum. Sonra üst PCB resmini hizalıyorum, hizalama tamamlanica asetatları kaydırmadan (zaten kolay kolay kaymıyorlar, pürüzlü olduklarından) bantın geri kalan kısmını üst asetata yapıştırıyorum.

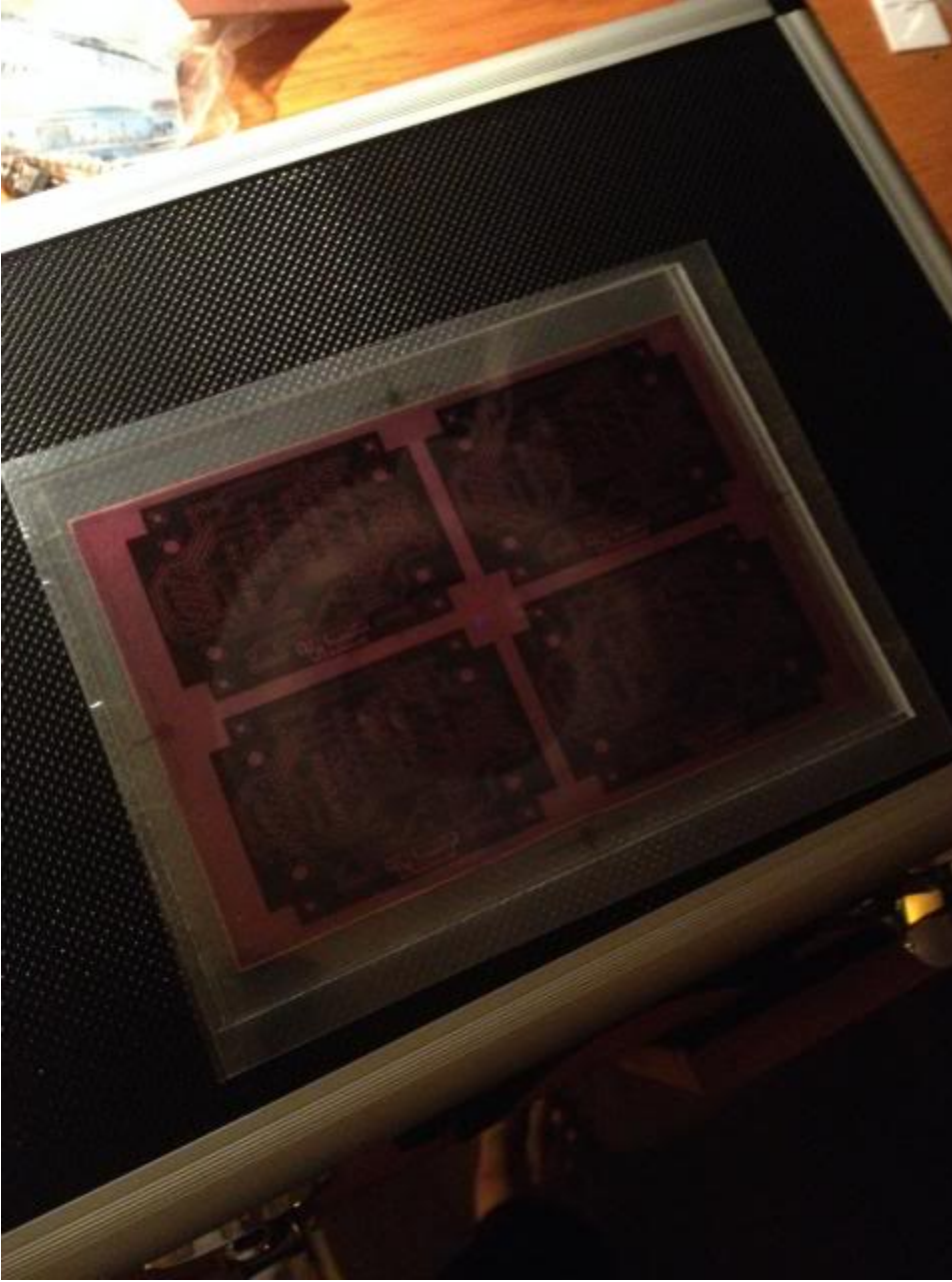
Bu şekilde asetatların diğer taraflarını da bantlıyorum. Hizalamaya yine dikkat ederek tabii. Sonuçta şöyle bir zarf oluşuyor.



Üzerine sıkıştırmak için kullanacağım plexy'i koyunca hizanın tam olduğundan emin oluyorum.



Sonra bu zarf'ın içine plaketi ekstra bir çaba sarfetmeden yerleştiriyoruz (ataç, delik, iğne v.s. kullanmadan). Hizalama ortam şeffaf olduğu için çok kolay.



Burada önemli bir noktaya değineyim. Sadece bu düzenek asetat bile kullanmış olsak net bir görüntü oluşması için yeterli değil. Bu asetatların plakete iyice yapışması lazım. İyice yapışmayan senaryolarda görüntü pozlamadan sonra “bulanık” çıkıyor. Ben bunun için büyük dosya klipleri kullandım. (Tolga abacı vakum deyip kanıma girdi ya neyse... Du bakalım, kutunun 3. versiyonunda onu da deneriz.)

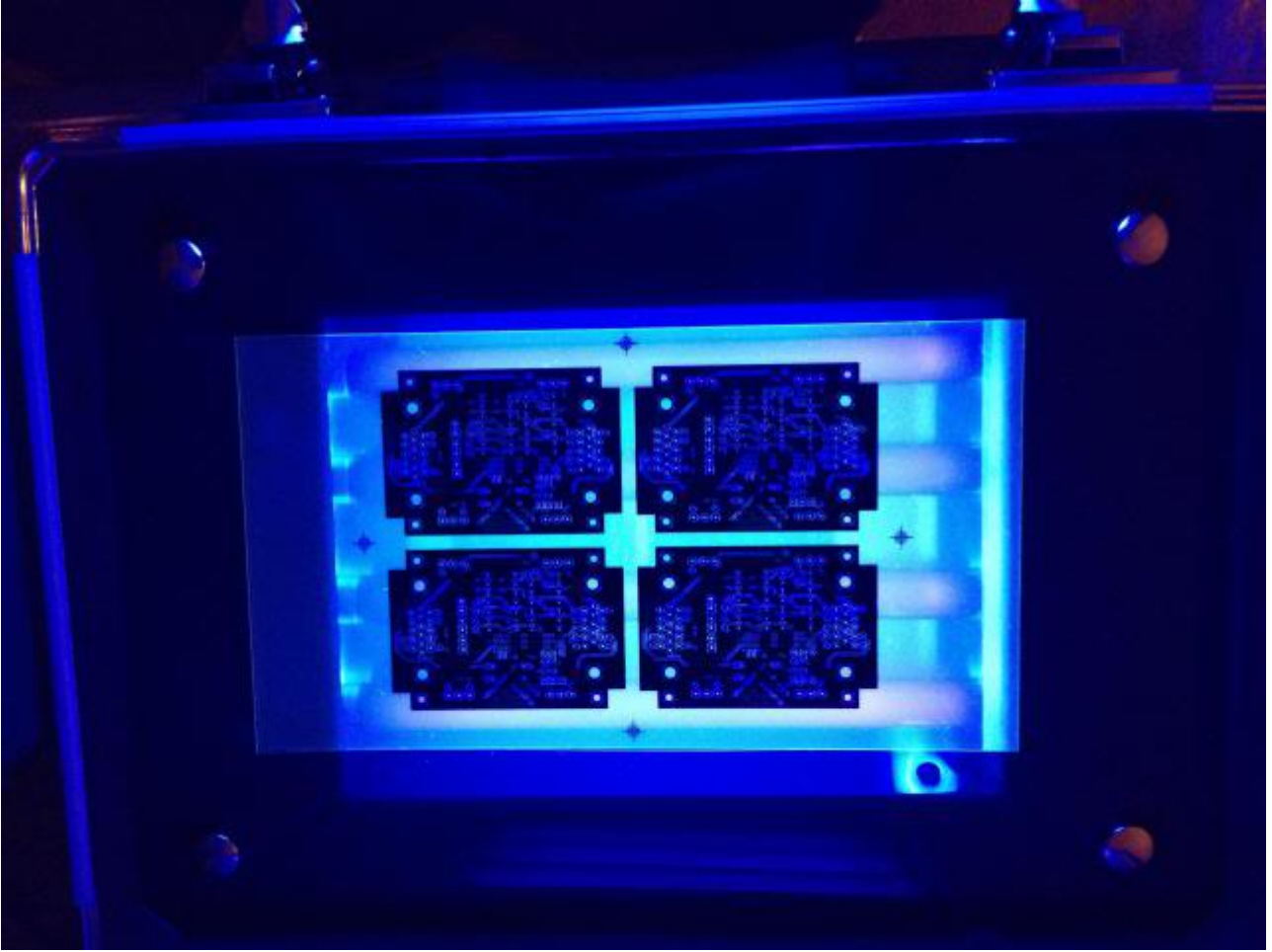


Herşey tamam. Şimdi pozlama zamanı...



Şimdi işlemimizin diğer adımına geçebiliriz. Bu adımda da 10'larca deneme yaptım. Bu denemelerim sonucu elde ettiğim sonuçları da paylaşayım ki, sizler de aynı hataları yapmayın.

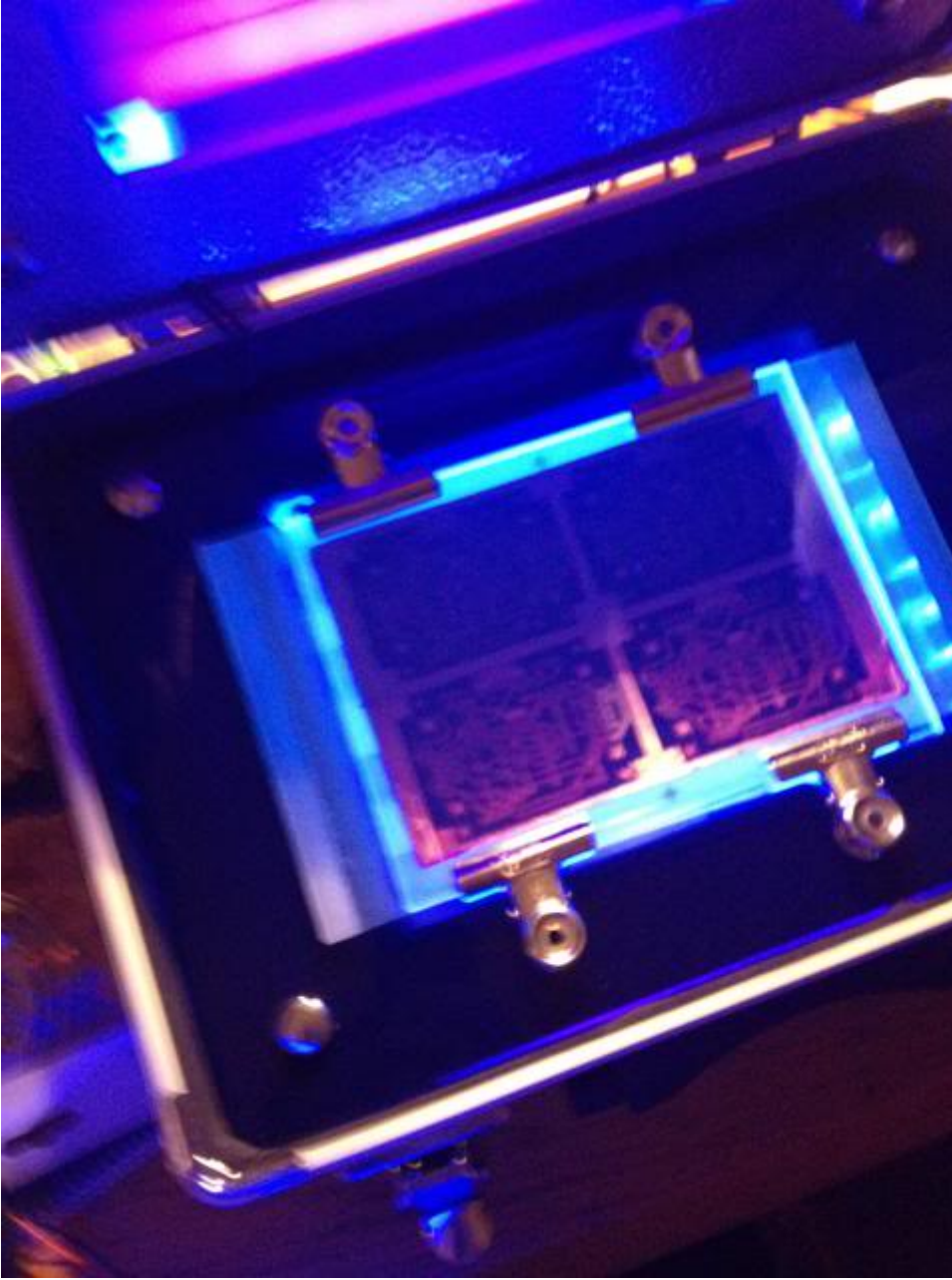
Öncelikle sadece asetat'ın arasına plaketi koyarak bir sonuç alamıyormuşsunuz, bunu öğrendik. Şu şekilde;



Yanlış! Asetat'ın plakete arada boşluk kalmayacak şekilde iyice temas etmesini sağlamalısınız bir şekilde... Sonuç, bulanık pozlama...



Bunun için ben iki tane A5 boyutundan az büyük plexiglass kestim. Asetat'a sarılmış plaketi bu plexiglass'ların arasına koyup sonra dosya klipsleriyle sıkıştırdım. Ancak yaptığım bir diğer hata ise sıkıştırmayı her yönden yapmamam. Bunun gibi...



Yanlış! Bu sefer de uçlardaki resimlerde bulanıklık oluştu (Diğer, soldaki bulanıklıkların sebebi ayrı - anlatacağım)



Pozlama süresi. Büyük soru!!!

Özellikle kendi yaptığınız bir düzeneği kullanıyorsanız pozlama süresini belirleyen bir çok faktör var, bunlar;

- 1) Kullandığınız fotoresist malzemenin türü/markası. Işığa ne kadar duyarlı? 2) Plaketlere sürdüğünüz/sıktığınız/kapladığınız fotoresist malzemenin kalınlığı. 3) Kullandığınız ışık kaynağının genel gücü (Kaç watt'lık kaç adet?), yaydığı UV-A ışınlarının gücü (Gücün kaçta kaç bu istediğimiz spektrumda ışığa dönüşüyor?) 4) Işık kaynağının plaket yüzeylerine olan uzaklığı (ÖNEMLİ: Çift tarafı da aynı anda pozlama yapıyorsanız plaket hem alt hem de üst ışık kaynaklarına EŞİT uzaklıkta olmalı) 5) PCB resmi için kullandığınız malzemenin türü. (Asetat, aydinger kağıdı? Işık geçirgenliği ne kadar?)

Tabi bu soruların cevabı için bilimsel analizler yapmak mümkün ancak biz sadece deneyerek optimum sonucu bulabiliriz (hem de çok deneme yapmak lazım)

Ben kısa yoldan tecrübemi paylaşayım.

- 1) Cromalin marka fotoresist kullandım. 2) İnce 2 kat. 3) Alt tarafta 4 üst tarafta 4 olmak üzere 8 adet

6Watt'lık black light ampülü kullandım. Bir yüzeye etki eden güç toplam 24 Watt. Tabii bu elektriksel olarak tüketilen enerji, ne kadarı istediğimiz UV-A spektrumunda ışığa dönüşüyor şüpheli. Muhtemel kullandığım dandik marka black light ampüller aslında sıradan floresan lamba, dışı sadece UV ışınlarını geçirip diğer ışınları yutan bir boya ile kaplı. Bu kanaate ampüllerin ısısından ve bulduğum pozlama süresinin uzunluğundan vardım... 4) Asetat malzeme kullandım.

Sonuç ⇒ 14-15 Dakika



Şimdi sıra banyoda...

Pozlama bittikten sonra plaketimize banyo yaptırmamız lazım. Peki bu banyo da nasıl bir kimyasal kullanmalı?

bazılarının "sodyum hidroksit" dediğini duyar gibiyim. Eveti maalesef Positiv 20 nin bile ambalajında banyo çözültisi olarak NaOH (sodyum hidroksit/caustic soda) kullanılması öneriliyor. Sodyum hidroksit'in piyasadaki daha bilinen adı ise; lavaboaç

Arkadaşlar, bunu denedim. hem de defalarca. Banyo çözültisi olarak NaOH KULLANMAYIN!

Başarısızlığınız garanti!!!

Kullanmanız gereken NaOH oranı tavsiye edildiği üzerine 1 Lt de 7 gr. Ben 1/2 lt'de 3.5 gr denedim olmadı 3 gr denedim olmadı. 1 Lt yaptım, 6.5 gr denedim, 6 gr denedim, 7 gr denedim 10 gr denedim (bu sonuncu süperdi - neredeyse anında herşey silindi!!!)

Şu an aldığım NaOH'ı sadece Positiv spreynen kirlenmiş plastik kabı temizlemek için ve tıkanmış lavaboları açmak için kullanıyorum... bereket ucuz...

NaOH kullandığınızda yaşanan sorun temelde şu; Bu çok aktif bir kimyasal. Pozlamadan sonra plaketi solüsyona attıktan sonra çok hızlı olmalısınız. 30 saniye içinde görüntü çıktı, ve bazı alanlar (ince hatların araları mesela) hala ortaya çıkamadı, az daha bekliyeyim dediniz PUFF!!! bir süre sonra tüm görüntü eriyor. Bir anda hem de ...

Tam zamanını yakalamak neredeyse imkansız. Üstelik hemen her seferinde değişik. Meğer NaOH suyu ısıtıyormuş. Çok taze hazırladıysanız çözelti çok daha aktif oluyor. Suyun kireç oranı, ortam ısı vs çok hassas. neyse kısaca NaOH kullanarak elde ettiğim başarısız sonuçları göstereyim... Önerilen gramaj



Sonuç ⇒ Hüsran



Gramajı azaltıyoruz...



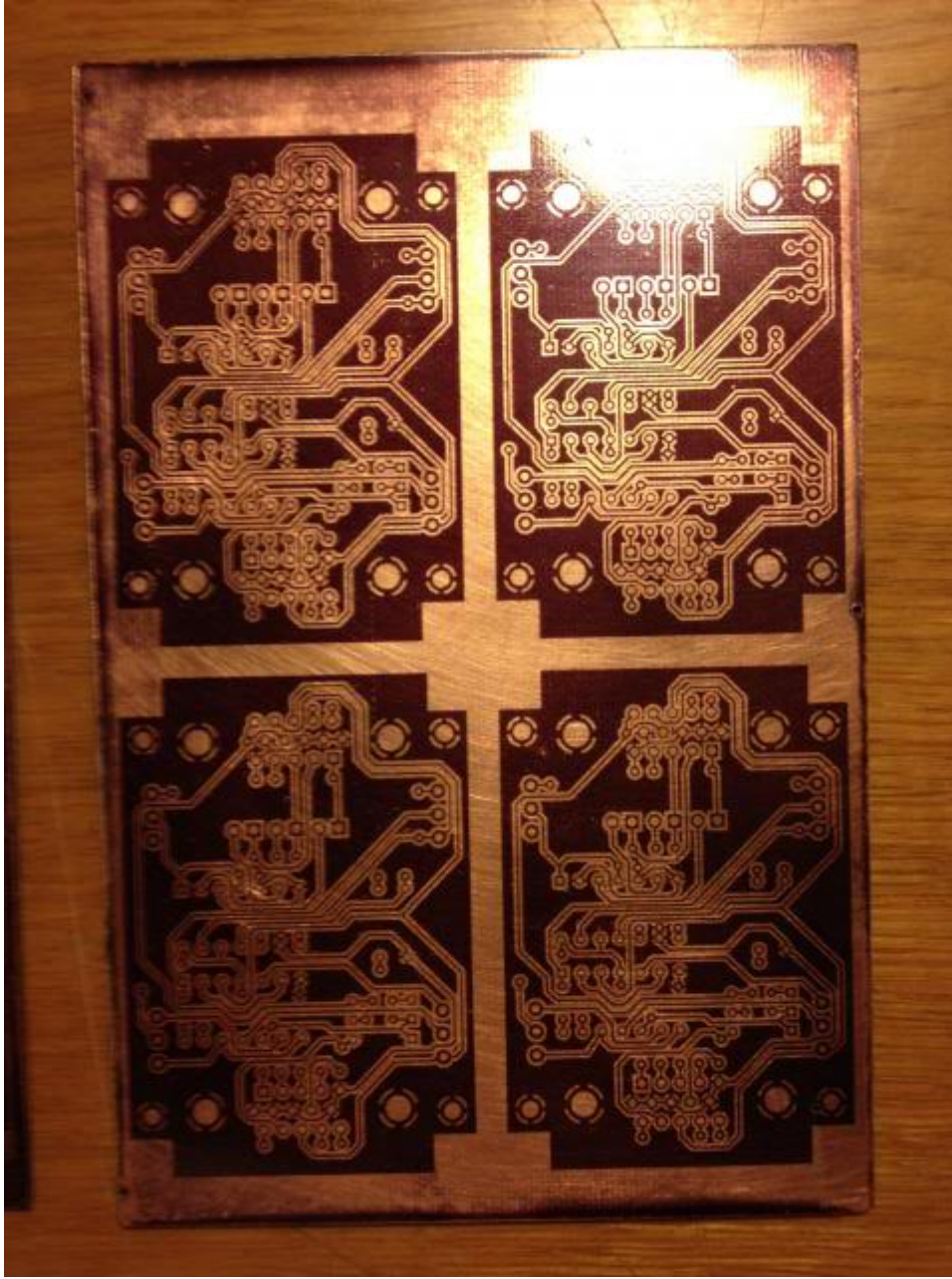
Sonuç ⇒ Yine hüsrân



gramajı biraz daha azaltıyoruz



Sonuç ⇒ Eh işte... Ama yakından inceleyince başka sorunlar var. Resimlere baksanıza birisi OK denebilir ama bazılarında hat incelmeleri var. Kısaca ayarı tutturmak zor...



Banyo (Devam):

Peki ne kullanmak gerekiyor? İnternette yaptığım araştırmalar sonucunda formülü buldum Kahkaha

Sodyum metasilikat pentahidrat !!!

İyi de ne ola ki bu? Bakkalda satılır mı?

Arkadaşlar, bir diğer zevk aldığım alana dalıyorum şimdi; Kimya!!!

Lisede hep 10 alırdım. Acayip severdim. Küçükken annemin eczanesinin laboratuvarına iner onu bunu karıştırır erlen'ler deney tüpleri petri kaplarına hayranlıkla bakardım...

şimdi yine çocukluğumdaki o anılarımı canlandırmanın fırsatını buldum.

Konumuza dönersek, hayır bu malzemeyi köşedeki marketten bulmuyoruz. ama muhtemel toz deterjanlarda kullanılan bir madde, aranızdan biri çıkıp "abi OMO kullansaydın aynısı zaten" derse hiç şaşırmam Kahkaha

Neyse, banyo çözeltilimizi nasıl hazırlıyoruz onu anlatayım. Sodyum metasilikat suda (sıvı cam, cam suyu - waterglass, liquid glass v.s.) kolay çözülen bir madde değil. Bunu çözebilmek için şu düzeneği kuruyorum...



1 Lt çözelti yapmak için 25 Gr Sodyum metasilikat kullanıyoruz (bu oran biraz azaltılmış bir oran, daha fazla da kullanılabilirdi).



Sonra 1/2 Lt kaynar suyu erlene boşaltıyoruz.



ve üzerine soğuk musluk suyu ekleyerek 1 Lt'ye tamamlıyoruz. Bu sayede kabaca 60-70 derece ısıda bir suyumuz oluyor ki bu sodyum metasilikatin çözülmesi için gereken sıcaklıkmiş.



Daha sonra 25 Gr sodyum metasilikat'ı bu suya ekliyoruz ve 1-2 dakika karıştırıyoruz.



Çözelti önce bulanık daha sonra açılarak tamamen şeffaf (hafif buğulu) bir sıvı haline geliyor.



Son olarak çözeltimizi bir saklama kabına boşaltıp oda sıcaklığına soğumasını bekliyoruz... İşlem tamam



He he bu sayede minik bir kimya laboratuvarı da yaptım kendime



peki bütün bu malzemeleri nerden aldım? Tabii ki online...

<http://www.oksilab.com/>

Bir çok kere söylediğim gibi yine tekrar edeyim, "yaptım, oldu" deyip şak şuk iki resim koyup alkış toplamak değil bu yazıları yazma sebebim. İnternette o kadar çok "geyik yazı" okudum ki konu hakkında, temelde hepsinin eksiği yapılan hatalardan nedense" pek de bahsedilmemiş olması. Bu yüzden ilgilenen kimseler için "dürüst" bir şekilde ve konun "gerçek hayat" uygulamalarını göstermek istiyorum.

Ve tabii ki sürdürülebilir ve tekrar edilebilir şekilde tutarlı bir yöntem bulmaya çalışıyorum.

Neyse, bu yeniden ısınma girişimizden sonra esas konuya geri dönelim isterseniz. Nerede kalmıştık? Haaa banyo...

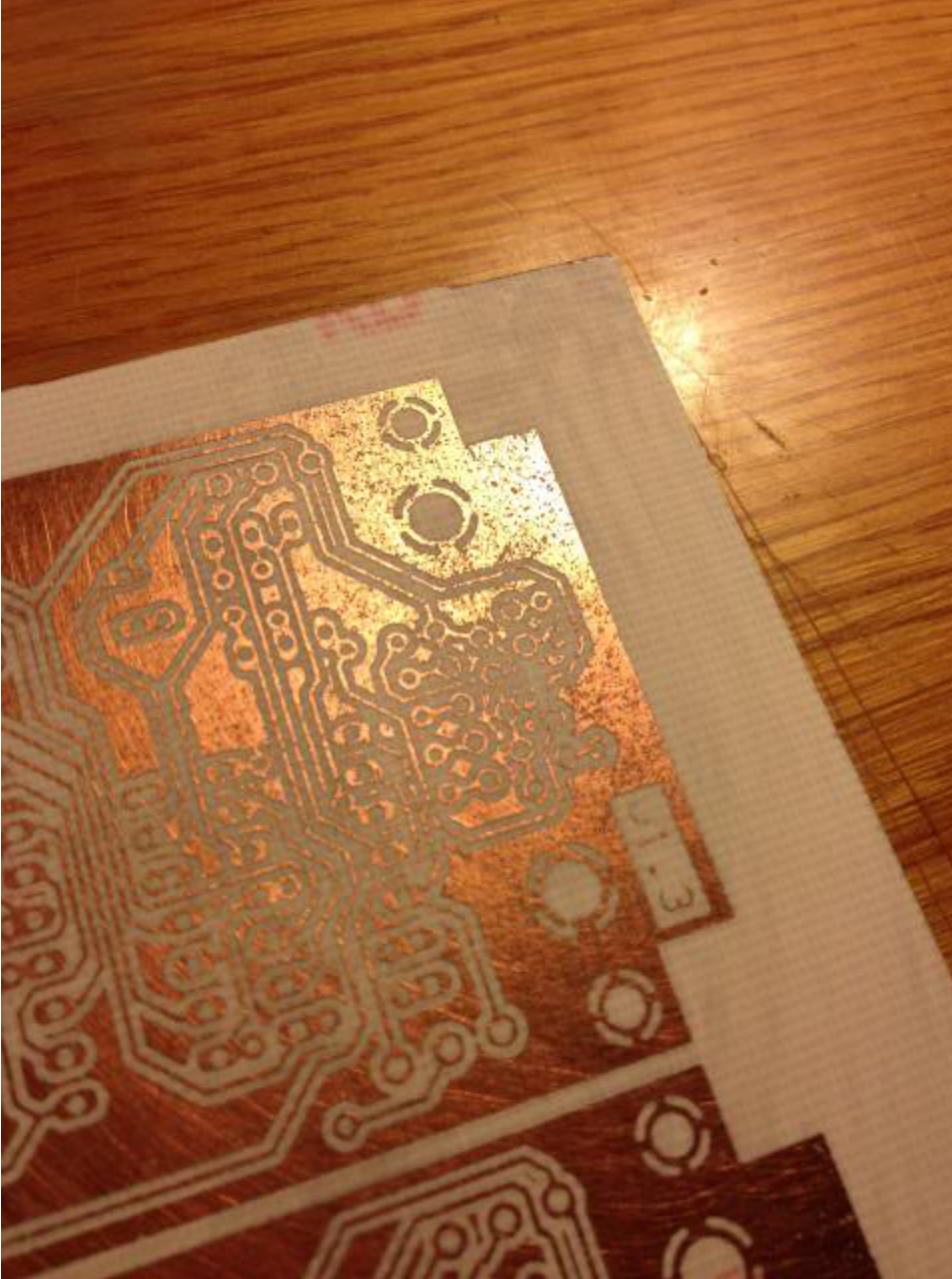
Banyodan önce bir konuya geri dönmek istiyorum. Pozlama için PCB resminin hazırlanması konusuna.

BURASI ÇOK ÖNEMLİ!

Yaptığım son testlerde elde ettiğim hatalı sonuçlar sonucunda bu adıma tekrar, tekrar geri döndüm. Başarılı bir sonuç elde etmek istiyorsanız bu adımın çok önemli olduğunu test ettim.

PCB Resminin hazırlanması:

Banyo'dan sonra (buraya geri döneceğim merak etmeyin) çıkarttığım ilk PCB'yi asit karışımında (burayı da anlatacağım kullandığım formül ve oranlar ile) erittiğimde PCB'nin bazı alanlarında şu sonucu aldım;



Şimdi PCB üzerindeki 4 kopyadan sadece birisi böyle oldu. Adamsende, görev zaiyatı, fire v.s. deyip devam edebilirdim. Ancak dediğim gibi benim “tutarlı” bir yöntem oluşturma misyonumda böyle bir “ya tutarsa” sonucun bir anlamı yok.

Önce bunun sebeplerini analiz edelim isterseniz. Bulgularım:

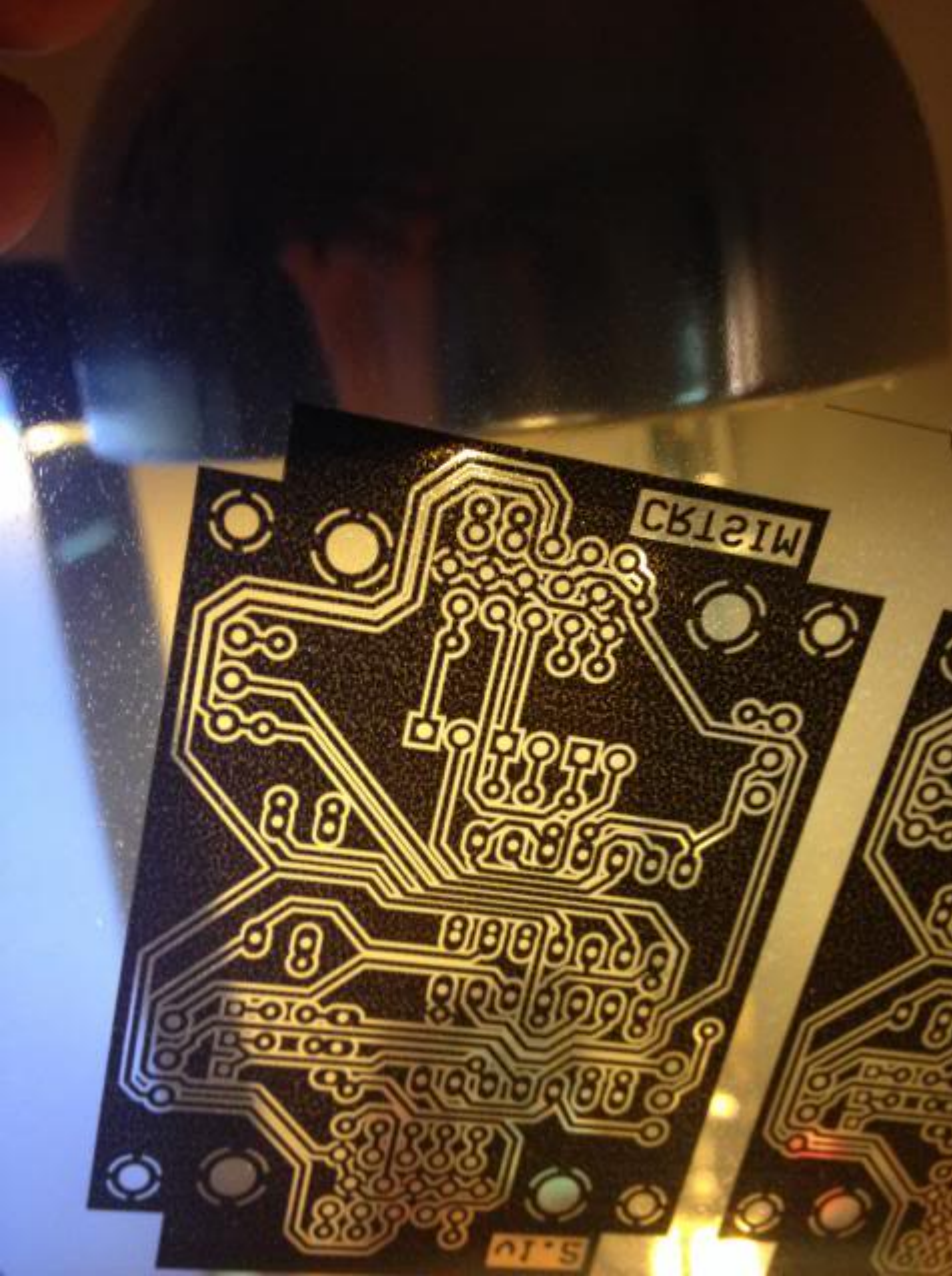
1) Banyo sırasında PCB resminin bazı alanlarındaki “bulutsu” görünümü giderebilmek için banyo süresini uzatmam gerekiyordu. Tamam, NaOH kullanmadığım için banyo süremi istediğim kadar uzatabilirim. NaOH kullansaydınız 1-2 dakika içinde sonuca ulaşamazsanız bir anda tüm görüntü kaybolur. Ancak Sodyum metasilikat ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) kullanarak (25gr/1Lt) hazırladığınız banyo solüsyonunda rahat rahat çalışabiliyor. Yaklaşık 2 dakikada görüntü oluşmaya başlıyor. 5 dakikada PCB resmi tamamen ortaya çıkıyor. 10-15 dakika içinde de istenmeyen alanlar ve bulutsu yerler tamamen kayboluyor.

başarısız denememde “ısrarcı” bulutsu görüntüyü yok etmek için 15 dakika uğraşırken PCB'nin pozlanmış, kaybolmaması gereken bazı yerlerinin de hafifçe belli belirsiz erimeye başladığını farkettim (yukarıdaki resim o alana ait)

2) PCB'yi asitte eritirken banyo'da beni uğraştıran bu “bulutsu” alanlar burada da başıma bela oldu. Bir türlü yok olmak bilmeyen bazı alanları eriteceğim diye PCB'yi neredeyse 30 dakika asitte tutmak zorunda kaldım. Bu yüzden o yukarıdaki görünen alanlar da yok etmeye çalıştığım bulutsu alanlar gibi erimeye başladı.

Peki bu istenmeyen etkinin sebebi ne olabilirdi? İnternette forum'ları dolaşmaya başladım. Cevabı bulmam pek uzun sürmedi. Aslında cevabı biliyordum ancak “kulakarkası” etmiş hatta biraz da üşenmişim...

Sorunun sebebi bu görüntü:



Gördüğünüz üzere siyah alanlar ışığı tam olarak bloklayamıyor. “hafif” geçerken...

Çözüm ise bir sonraki mesajımda...

Şimdi, banyoda eriyip gitmesi gereken istenmeyen alanlarımız “pişirilmiş” Positiv 20'nin UV ışığa maruz kalan yerleri. “Pozitif” bir malzeme kullanmamızın doğal bir etkisi yani. UV ışık pişirilmiş malzemenin polimer yapısını değiştiriyor ve banyo çözeltisi ile eriyebilecek bir formüle dönüştürüyor

(işin kimyasının detayını gerçekten bilmiyorum, oraya kadar inmedim ama özetle etkisi bu).

Net ve kontrast bir görüntünün oluşması için pozlama süresinin önemli olduğundan bahsetmiştim. Ancak süreyi uzattığınız zaman ışığa maruz kalmayacağını düşündüğünüz alanlara da bir önceki mesajımda gösterdiğim “hafif geçerken” maskeden ötürü ışık sızmaya başlıyor (aslında ışık her halükarda sızıyordu da pozlama süresi uzadıkça “etkisi” artıyor demem daha doğru olur)

Peki bunu nasıl önleyeceğim?

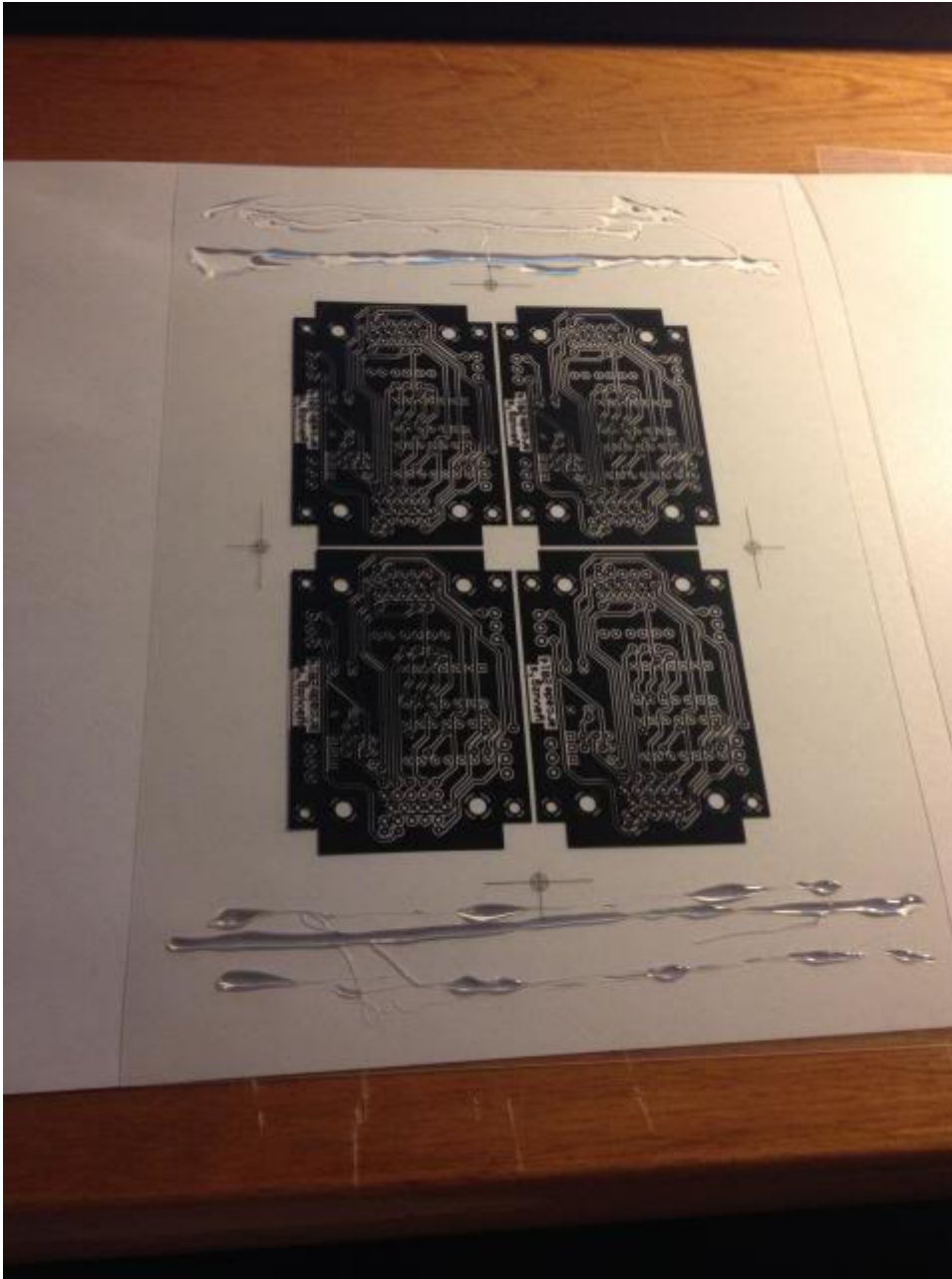
1) Çok daha pahalı profesyonel, asetata çok iyi basan bir lazer printer edinerek (Hmm PCB'leri çin'de üretirmek daha ucuza mal olur - geçtik) 2) PCB resimlerini profesyonel baskı yapan bir yerde asetata bastırmak (çok zahmetli, git geli çok. eldeki düzeneği “istediğim zaman” kullanabilme senaryoya uymuyor, dışa bağımlılık v.s.) 3) Aynı asetatin üzerine iki, hatta üç defa basmak. Bunu denedim. 2 defa belki ama üçüncüsünde printer “milimetrik” de olsa kaydırma yapıyor. Üstelik 3. baskıdan sonra bile hafif geçirgenlik etkisi oluyor zira bir sonraki püskürtülen ıslak mürekkep alttakini de sulandırıyor. 4) Her PCB resminden (alt, üst) 2'şer tane basmak. Hah bak bu olabilir. Evet birbirine oturtmak için “biraz” daha zaman harcıyorsunuz ama sonuçta elinizdeki bir “master” şablon. Yani istersem (çizilmeden kullanabilirsem) 100'lerce defa pozlama yapabilirim. Buna değer diyorum...

Her yüzeyin PCB resmini 2'şer ayrı asetata basıyorum. Elimde 4 tane asetat oluyor. Sonra her yüzeyi önce kendisi ile hizalıyorum. Bunu yapmadan önce ilk kopyaya çok hızlı kurumayan ve elastik bir tutkal sürüyorum. Sadece birer köşesine. Tüm resmi kaplarsak kemik gibi bir şey olur, kullanamayız.

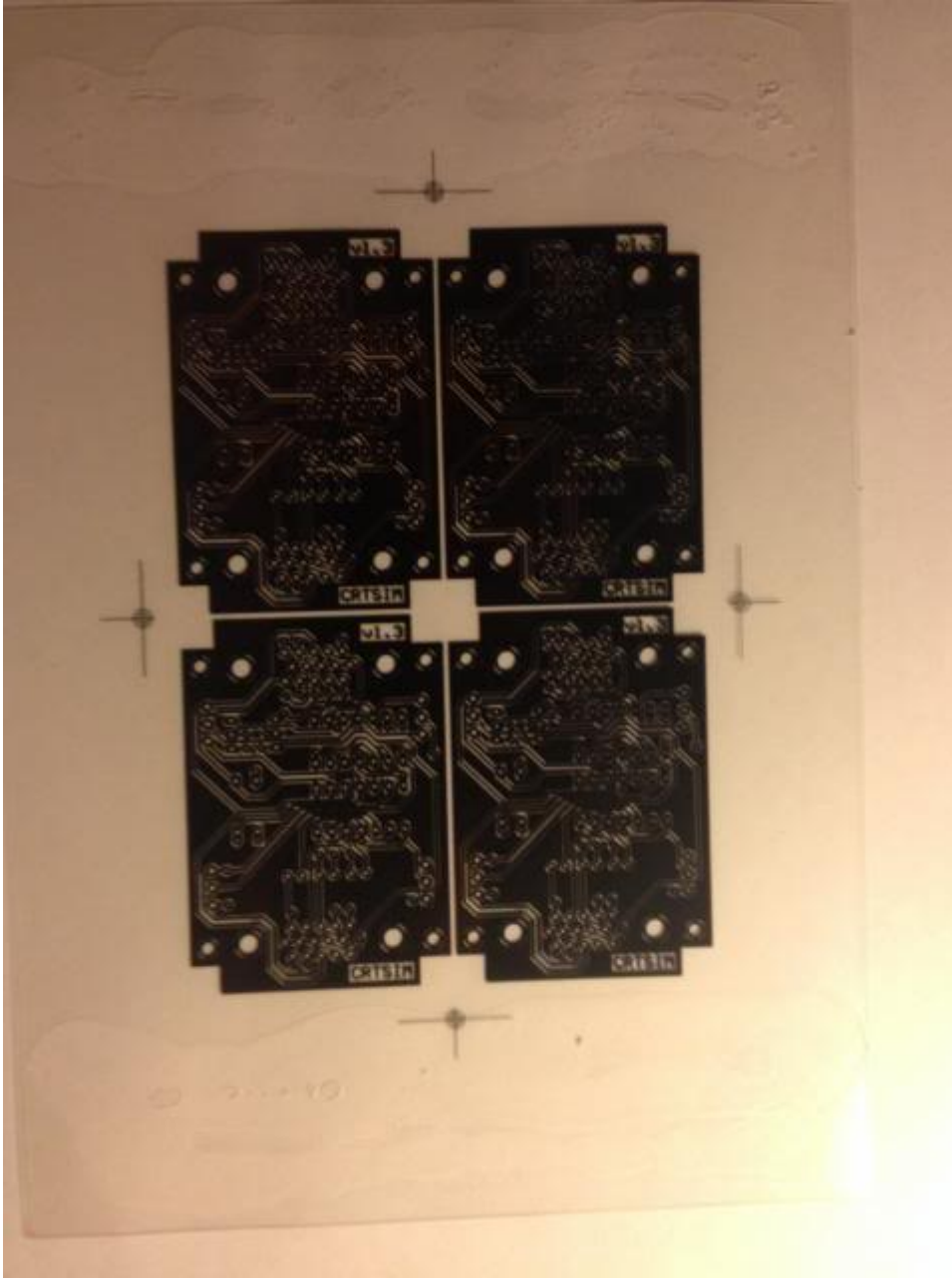
Bunun için en uygun olacağını düşündüğüm tutkal patlak bot, yağmurluk v.s. tamiratlarında kullanılan şu tutkal...



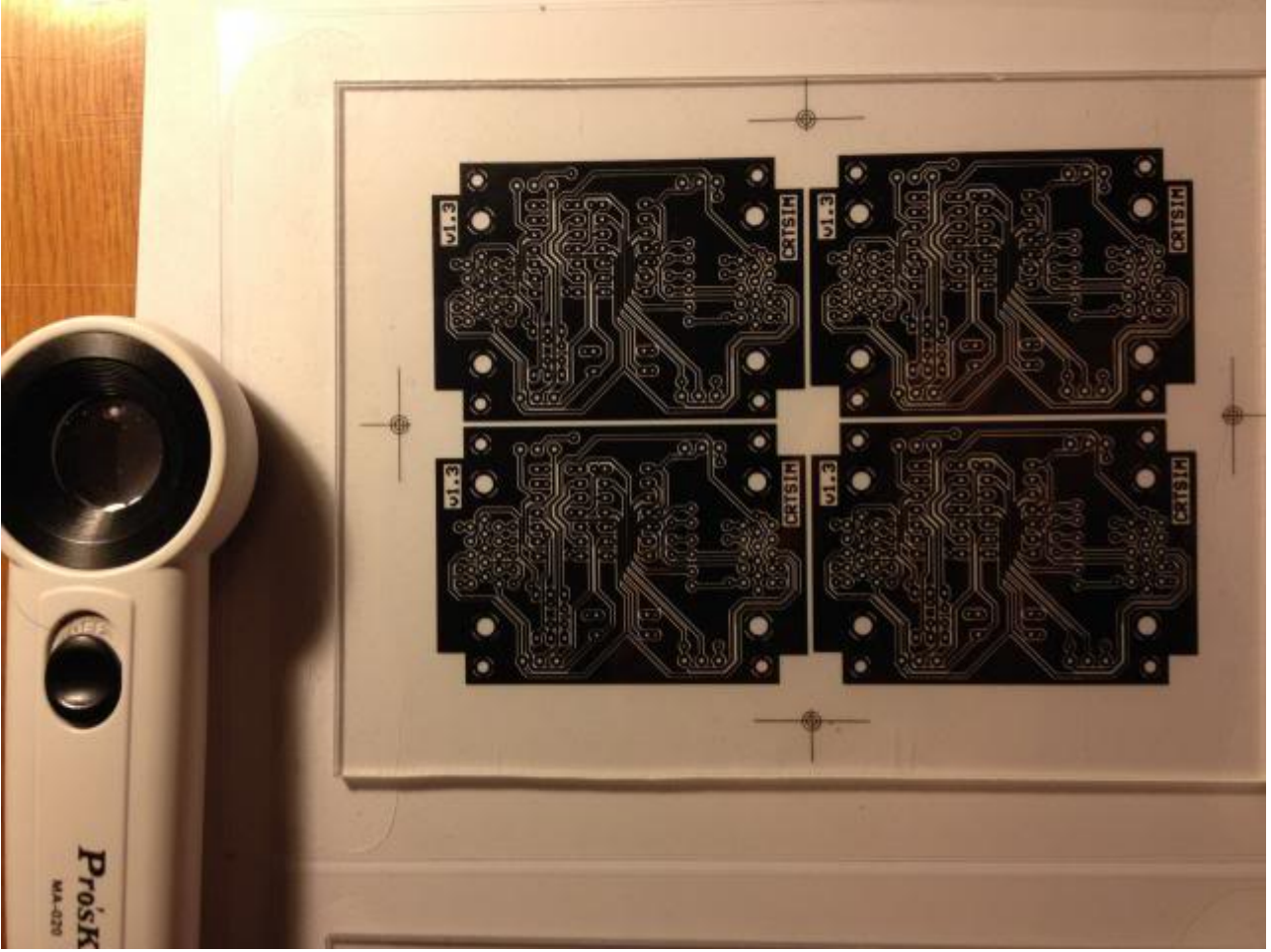
Bu tutkalı kullanarak ...



Kopyaları yapıştırıyorum...



Hızlı kurumayan bir tutkal kullanmamın esas sebebi ise yapıştırdıktan sonra registrasyon işaretlerini hizalayabilmek. Bunun için güçlü merceğimi kullanıyorum.



Benim PCB tasarımındaki ince hatlar via'ların TAM olarak hizalanabilmesi için çok hassas olmam lazım. Bakın iphon'u merceğe dayayarak çektiğim resim. Tek bir işaret var gibi gözükmeli... (Burada iki kat asetat var)



Sonra tutkalın kuruması için asetatların üzerine pozlamada kullandığım camları koyuyorum.



Normalde 6 saatte tam kurumuş. Ancak ben üzerine çıkıp tepinmeyeceğim. Bu yüzden 1-2 saat sonra yeterince kurumuş oluyor.

Bu şekilde ikişer kat kullanarak hazırladığım "master" şablonu kullanarak yeni bir plaket üzerine bir kez daha pozlama yapıyorum. Bu kısmı zaten anlatmıştım, değişik bir şey yok.

Bu arada, plaketleri toplu olarak hazırlayıp kutuluyorum. Yoksa 1 plaket'i spreyle pişir v.s. süreci ile 8 tanesini hazırlamak aynı...

Şimdi banyo konusuna geri dönebilirim.

BANYO:

Banyo çözeltimizi nasıl hazırlayacağımızı anlatmıştım. Bu sodyum metasilikat tabanlı çözeltinin bir diğer avantajı saklayabiliyor olmanızmış (2-3 hafta diyen var). Sodyum hidroksit çözeltisi (NaOH) zamanla hava ile etkileşime girerek bozuluyormuş.

Neyse, devam edeyim, daha önceden hazırladığım banyo çözeltisinden 250 ml kullanacağım. Bu tek

bir A5 PCB'yi banyo etmek için yeterli derinliği sağlıyor.



Ve pozlama bittikten sonra (bu sefer 16 dakikaya çıkarttım pozlama süresini) plaketimizi banyo çözeltimize atıyoruz. Görüntü 1-2 dakikada oluşmaya başlıyor. Bu aşamadan sonra ışık altında çalışılabilirmiş. ben de süreci rahatça fotoğraflamaya başlıyorum tabii ki

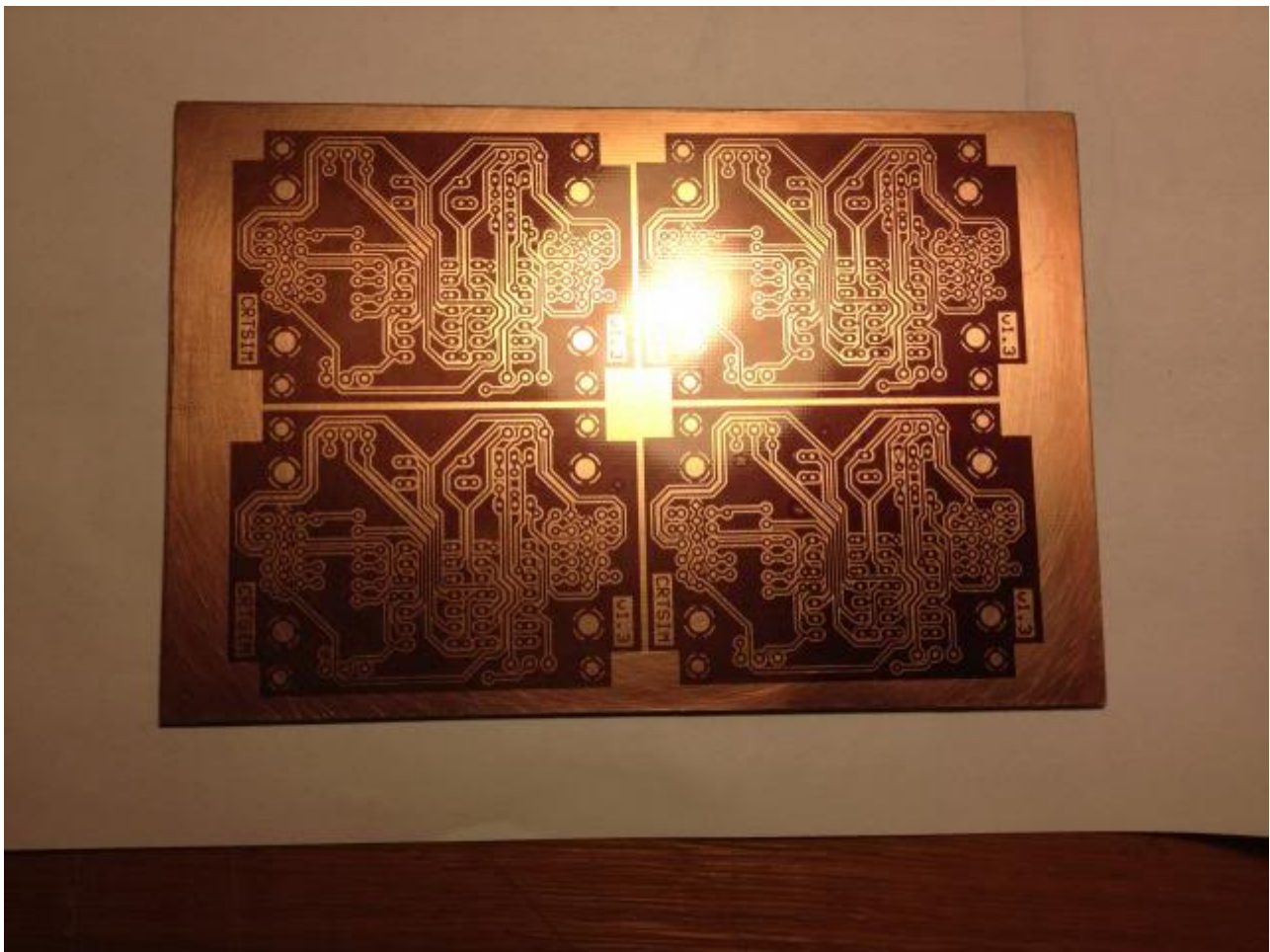
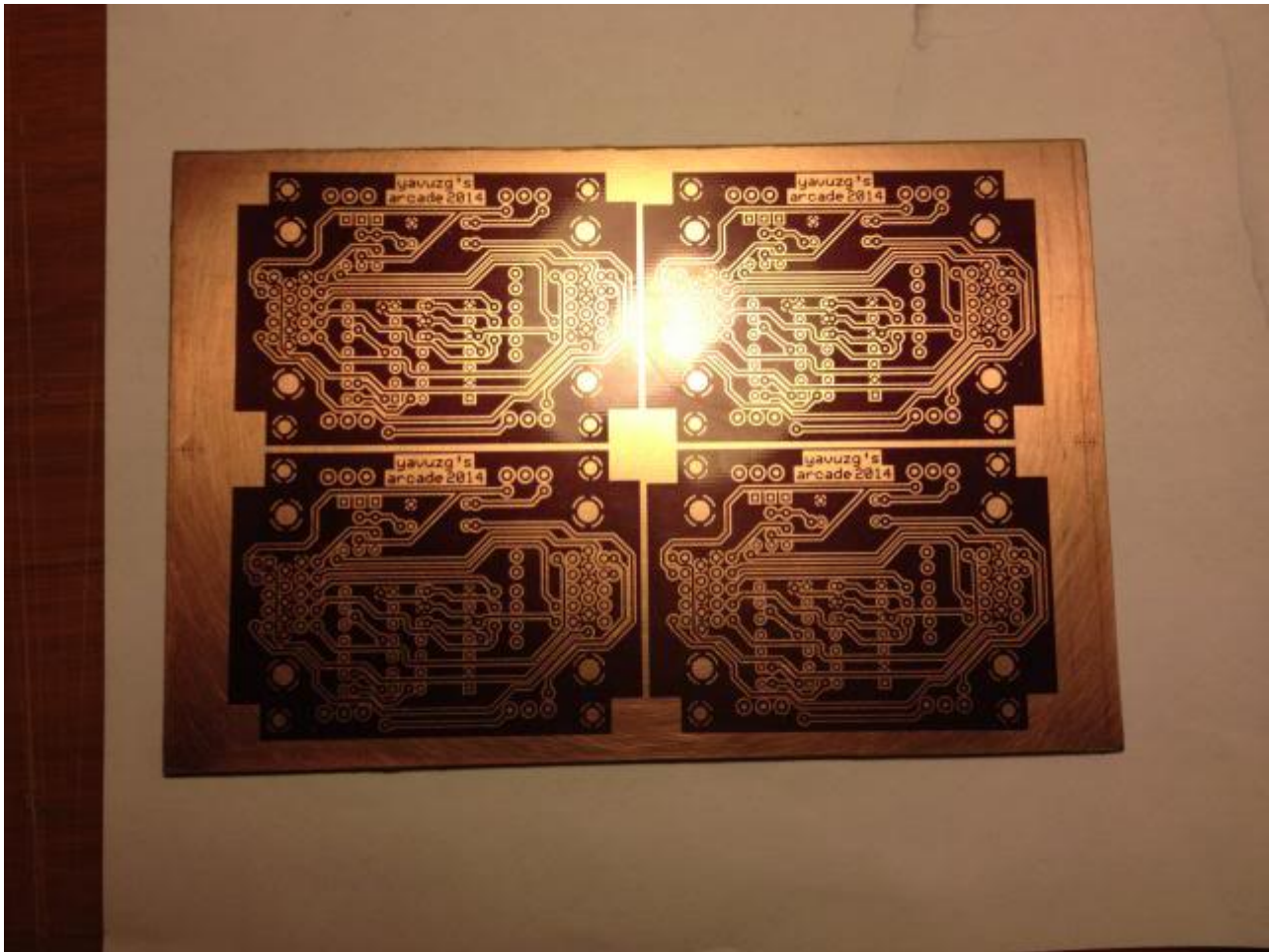
2 Dakika sonra:



5 Dakika sonra:



10 dakika sonra tüm bulutsu alanlar temizlendi ve sadece pozlanmış alanlar kaldı. Ben yine de test etmek için bir beş dakika daha ekstradan bekliyorum. 15 dakika sonra pozlanan hiçbir yerin bozulmadığını gördüm. artık plaketi banyodan çıkartıyorum. İşte aradığım “tutarlı” sonuç bu!!!



Ohh be...

Ha bu arada bir şeyi daha test ettim. Plaketin bir yüzeyi daha koyu diğeri daha açık renkte farketmişsiniz. Bunu kasıtlı olarak yapmıştım. Farklı katlarda Positiv 20 uyguladığım senaryoların sonucunu/etkilerini test etmek için. Yani hem pozlamada, hem banyoda hem de asitte dayanıklılığı ne olacak diye merak ediyordum. Sürecin "insan faktörüne" dayanan en belirsiz kısmı burasıydı çünkü.

Koyu olan katman (ön yüz) 2 x çapraz "güzel" kat Positiv 20.

Açık olan katman (arka yüz) 1-1,5 kat diyebileceğim, hani kaçan "hamam böceğini öldürüken" detan sıkarsınız ya aceleyle düzensiz onun gibi düzensiz sıktım...

Bir sonraki mesaj asit ve sonrası...

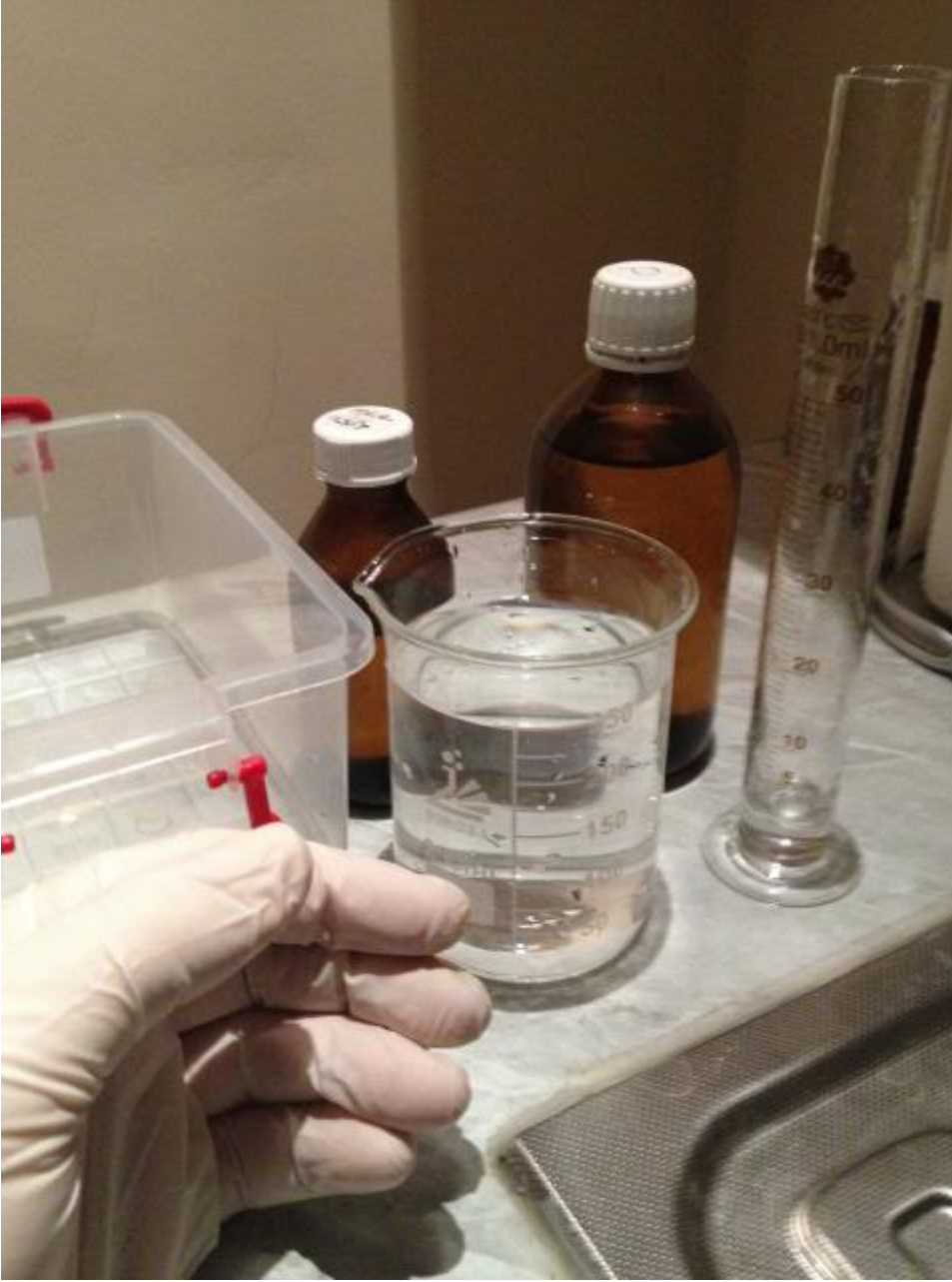
PCB'yi Eritme (PCB Ething):

PCb görüntüsünü bakır plakette güzelce oluşturduktan sonra şimdi esas amacımız olan istenmeyen bakırlardan kurtulmak.

Bunun için ben HCL (Hidroklorik Asit) ve H2O2 (Hidrojen Peroksit) karışımını tercih ediyorum. Fe(III)Cl (Demir üç klorür - Ferric Chloride) çözeltisi de kullanılabilir ama bana nedense pek bir pis geliyor görünümü hiç kullanmadım...

Bu eritme işi sürecin en TEHLİKELİ aşaması!!!

Alet edevatımız şu şekilde ve MUTLAKA eldiven ve koruyucu gözlük kullanmanızı tavsiye ederim. Sonra türk filimlerindeki klasik yüzüne kezzap (HCL) atılan Türkan Şoray olayı yaşamayın



Önce eritme işini yapacağımız plastik kabımıza yine 250 ml musluk suyu koyuyorum. Sonra 20 ml HCL ölçüp suya boşaltıyorum (Sanırım %30'luk bir çözelti bu - bu şekilde almıştım elektronikçiden. Bir dahaki sefere hem daha ucuza hem de oranı belli olacak şekilde oksilab'dan alacağım)

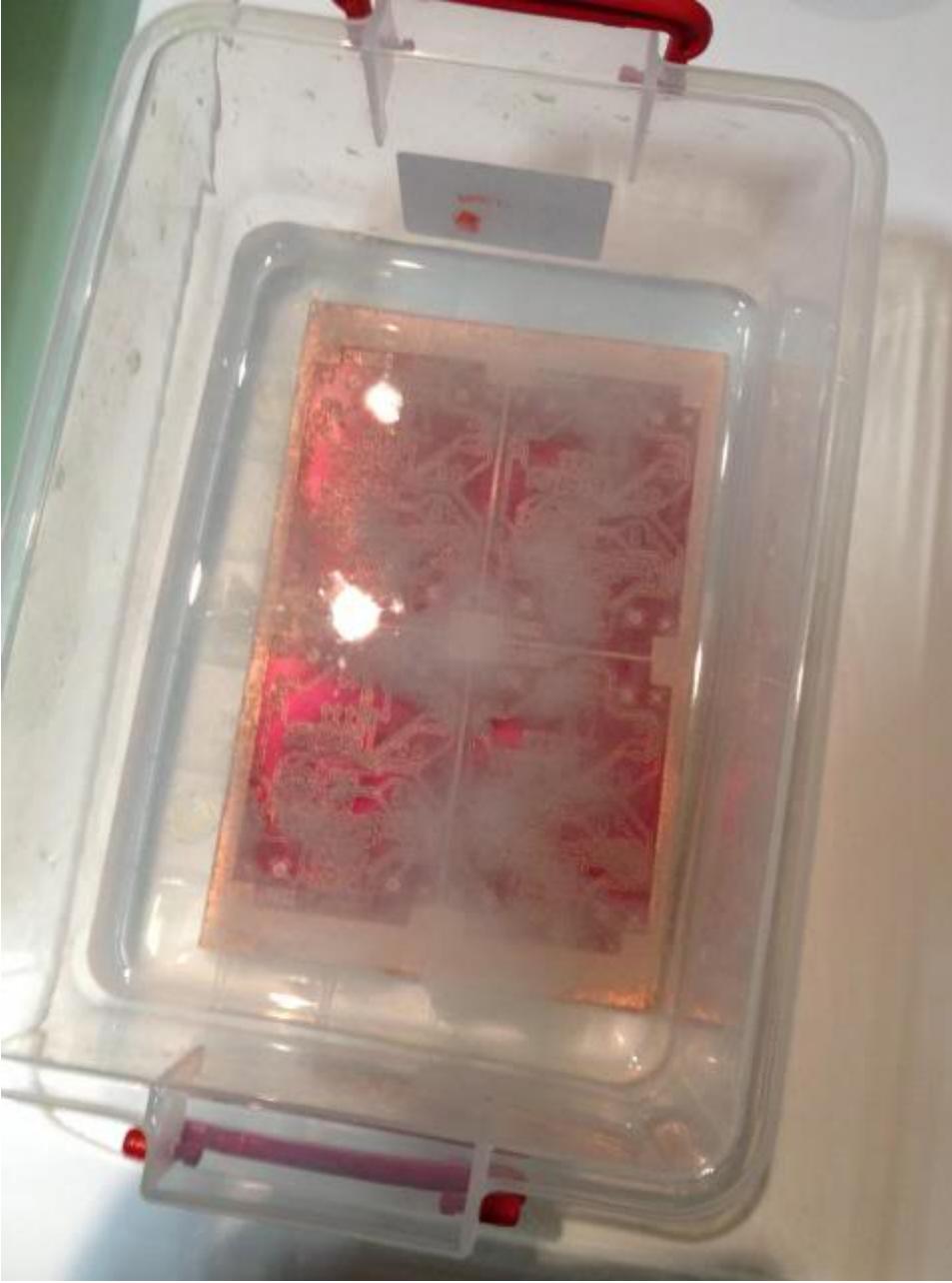


Sonra bu karışıma 40 ml H₂O₂ (Bu da sanırım %3'lük olması lazım) ölçerek ekliyorum. Kısaca HCL - H₂O₂ oranımız 1:2



Bu arada bu işi havalandırması olan bir yerde yapmalısınız. ben banyo'nun havalandırma fanını açarak yaptım bu sefer. Geçen sefer odada yaptım gece gece, 1. Dünya savaşında siperde klor gazı yemiş alman askerine döndüm!!! Boğazınızda "tatlı" bir tat oluşuyor yutkununca. Daha sonra acımaya başlıyor...

Neyse, plaketimizi çözültiye bırakıyoruz. Dikkat ettiniz mi ya da daha önce anlattım mı hatırlamıyorum ama çözeltinin plaketin her iki tarafında da etkili olabilmesi için plastik kutunun iç tabanına küçük silikon pabuçlardan yapıştırmıştım. Bunlar plaketi hafif yükseltiyor ve diğer yüzeyin kabın dibine yapışmayarak asit ile temas edebilmesini sağlıyor...

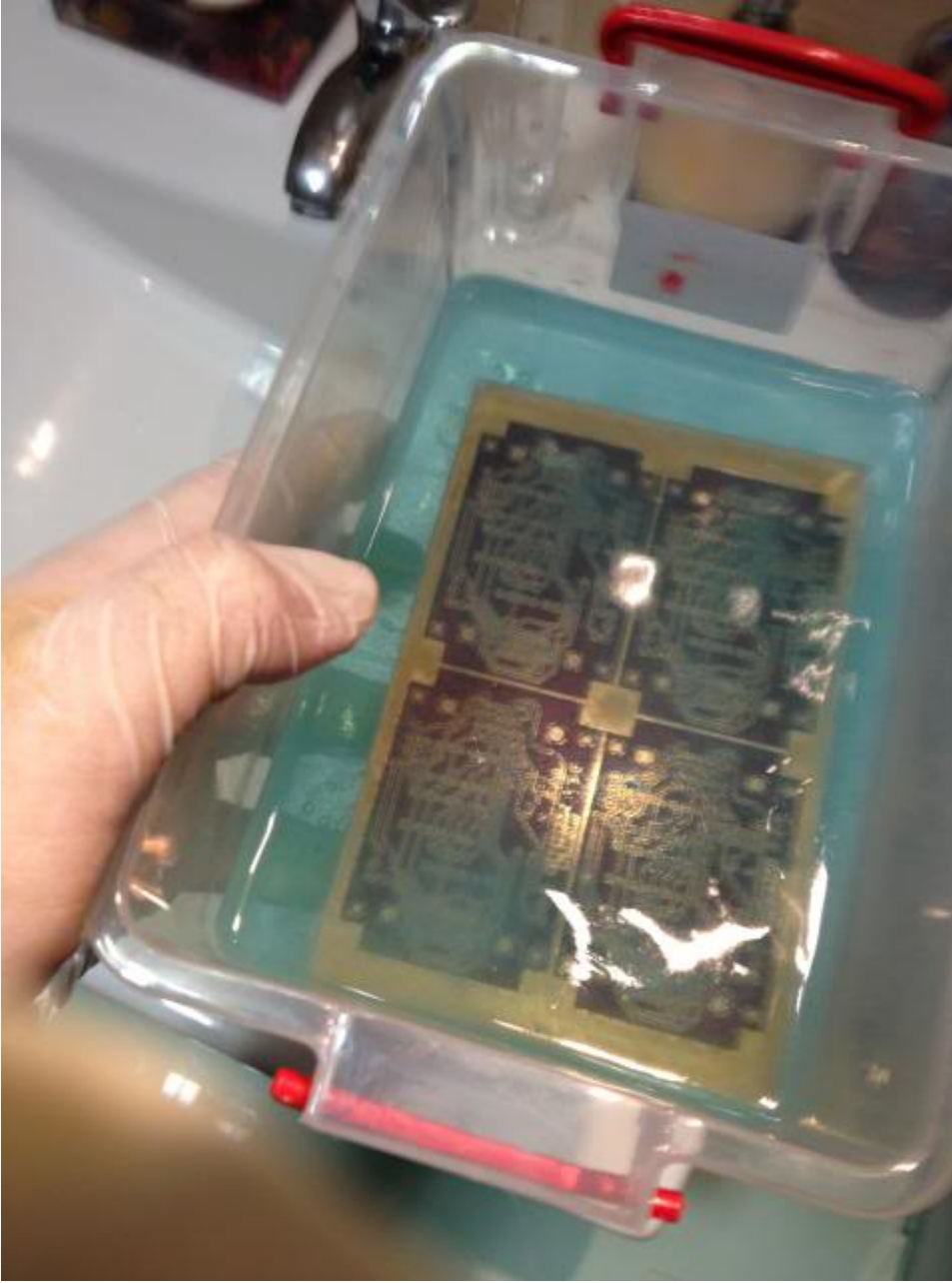


Gördüğünüz üzere bu çıkan klor gazı...

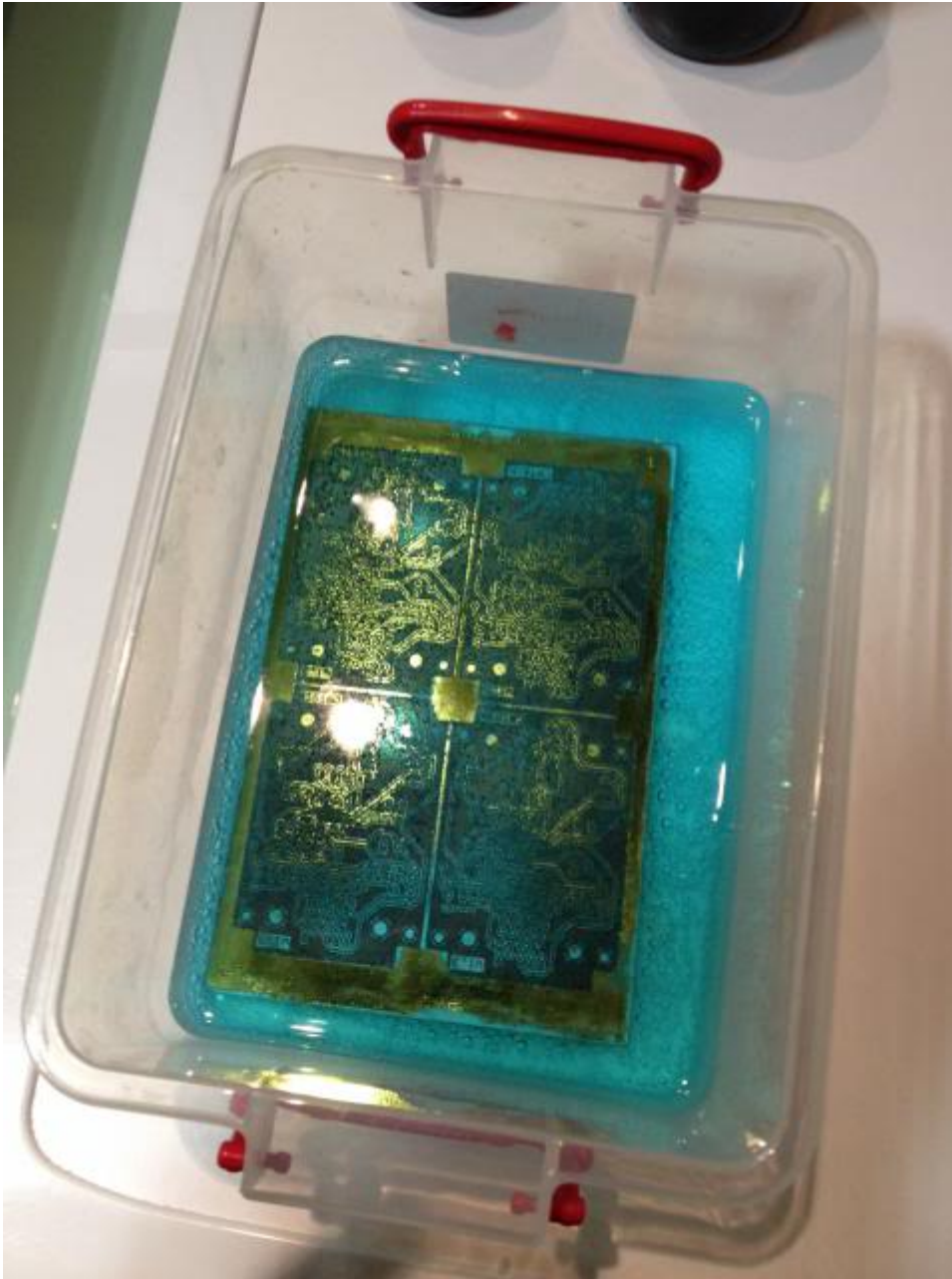


Bu oranlarla hazırladığınız asit çözeltisi ne çok hızlı ne çok yavaş. Çok hızlı olması bir anda çok ısı çıkmasına sebep olup izleri oluşturan Positiv 20 (veya toner v.s.) erimesine sebep oluyor.

Kabı hafif hafif salayarak işlemi kontrollü bir şekilde hızlandırabilirsiniz.



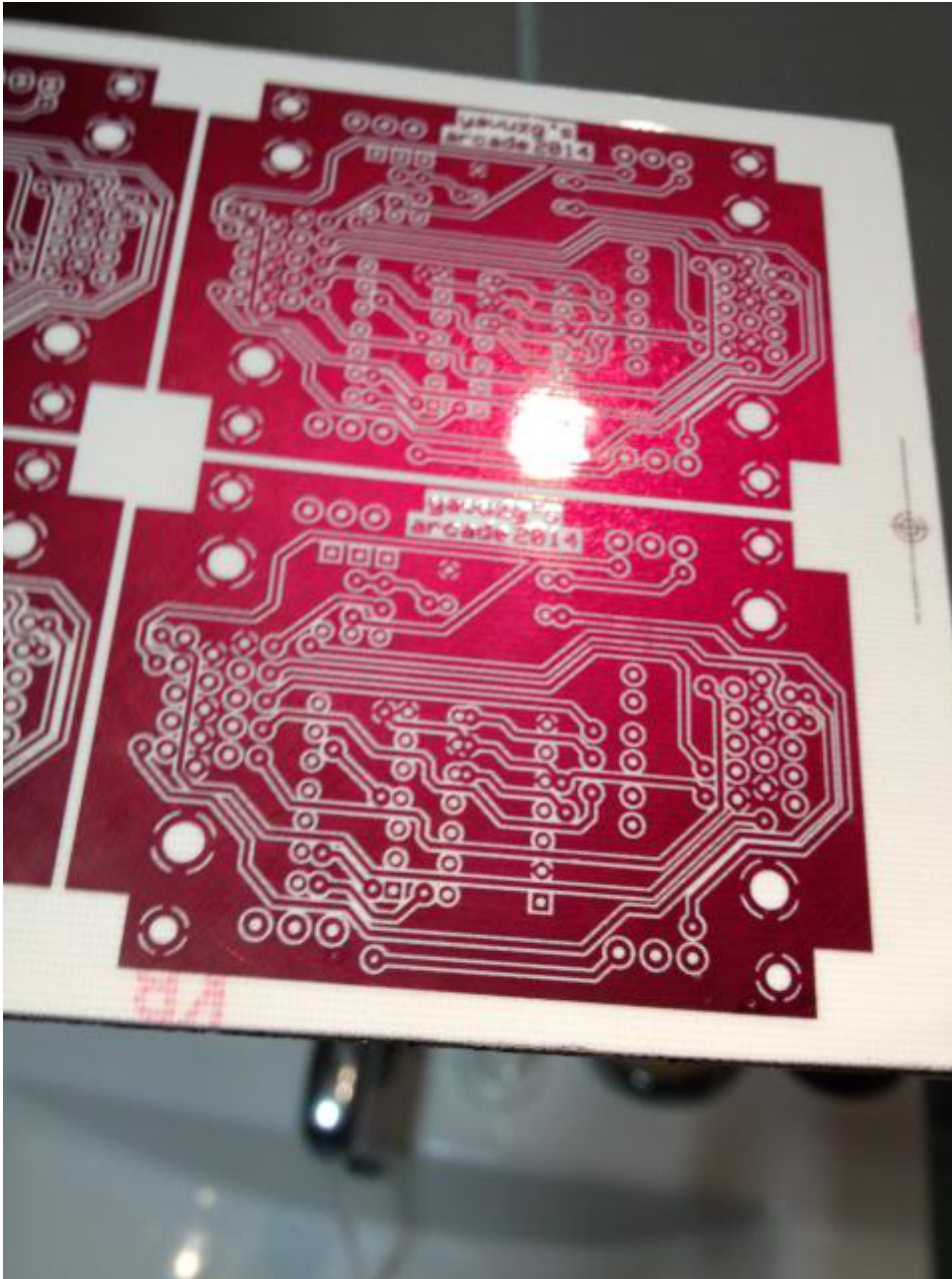
5 dakika sonra: Plaketin "epoksi kısımları" görülmeye başlıyor.



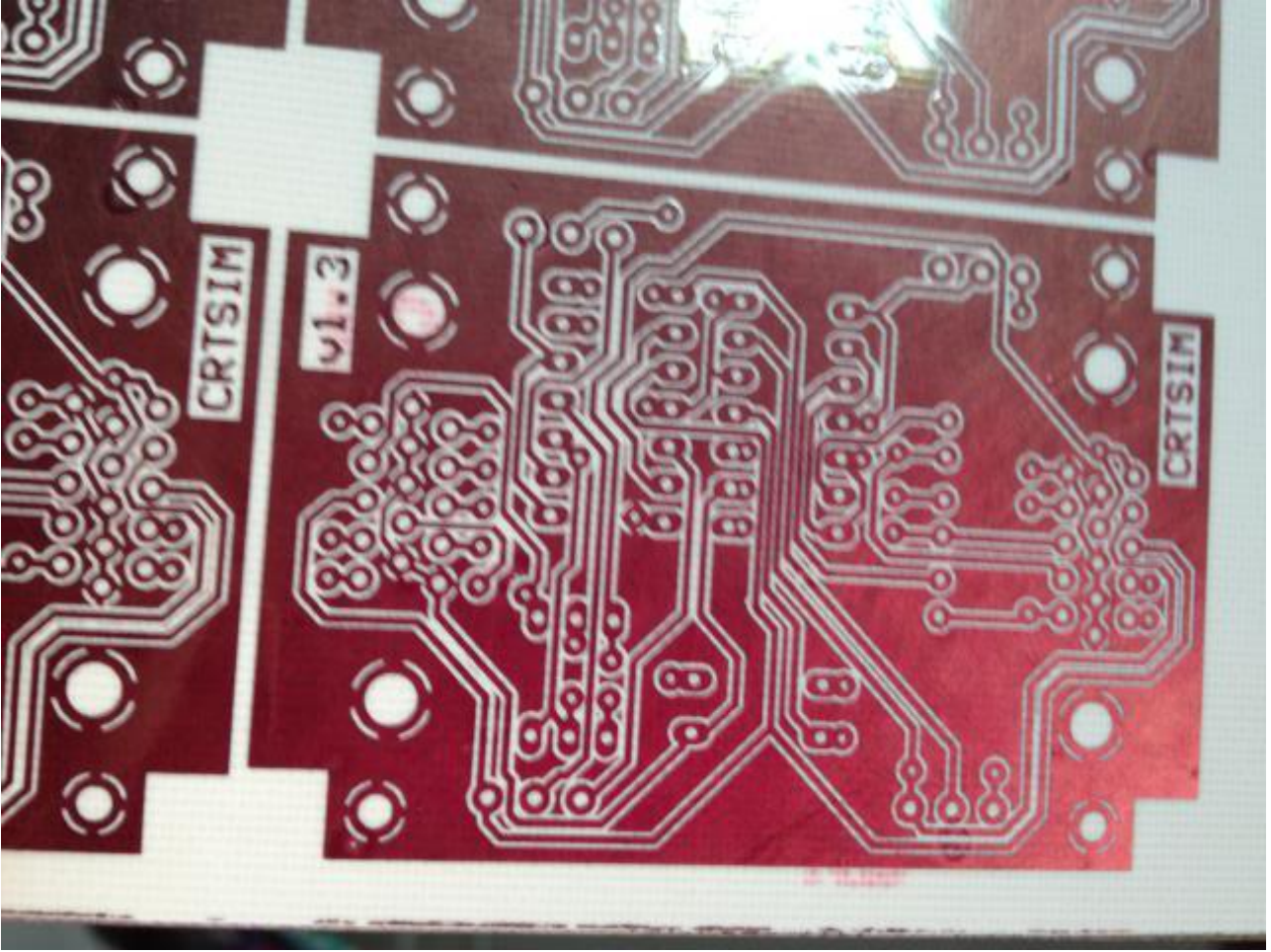
10 Dakika sonra: PCB'nin istenmeyen tüm bakırları tamamen eridi...



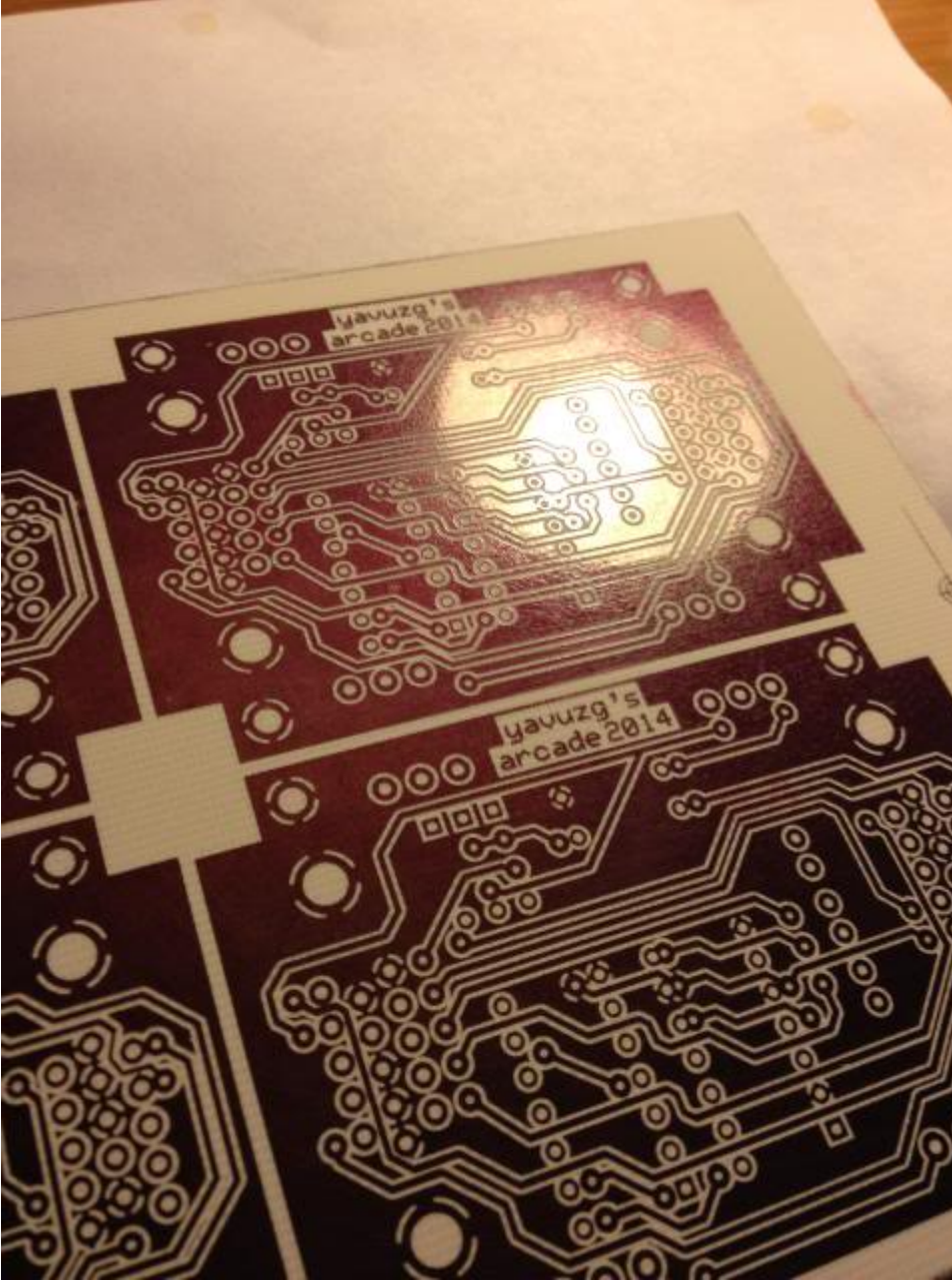
İşte sonuç.



Sonuçtan oldukça memnunum. İstediğim tutarlı sonucu elde ettim...



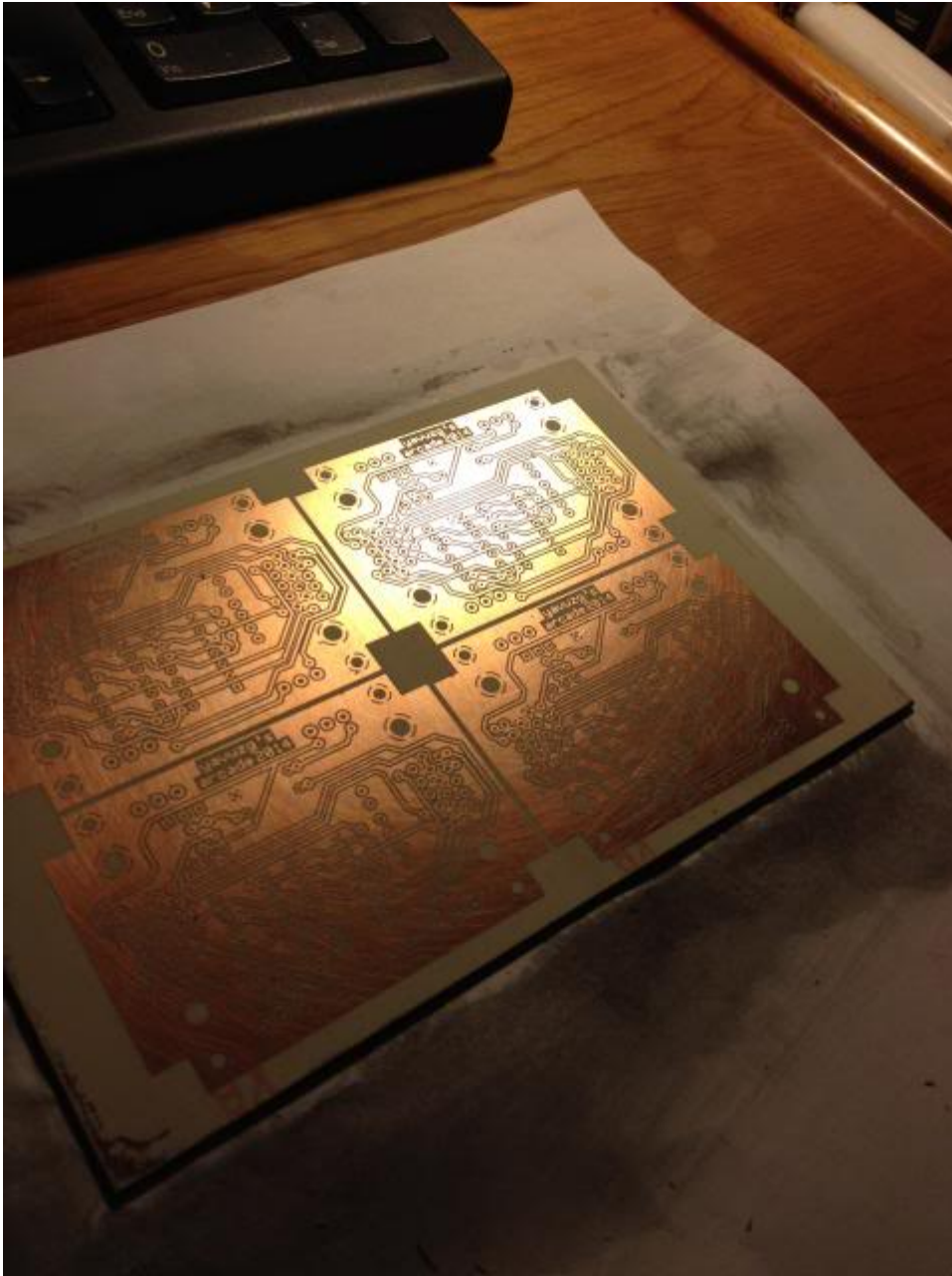
PCB'yi muslukta iyice yıkadıktan sonra kağıt havlu ile kurutuyorum.

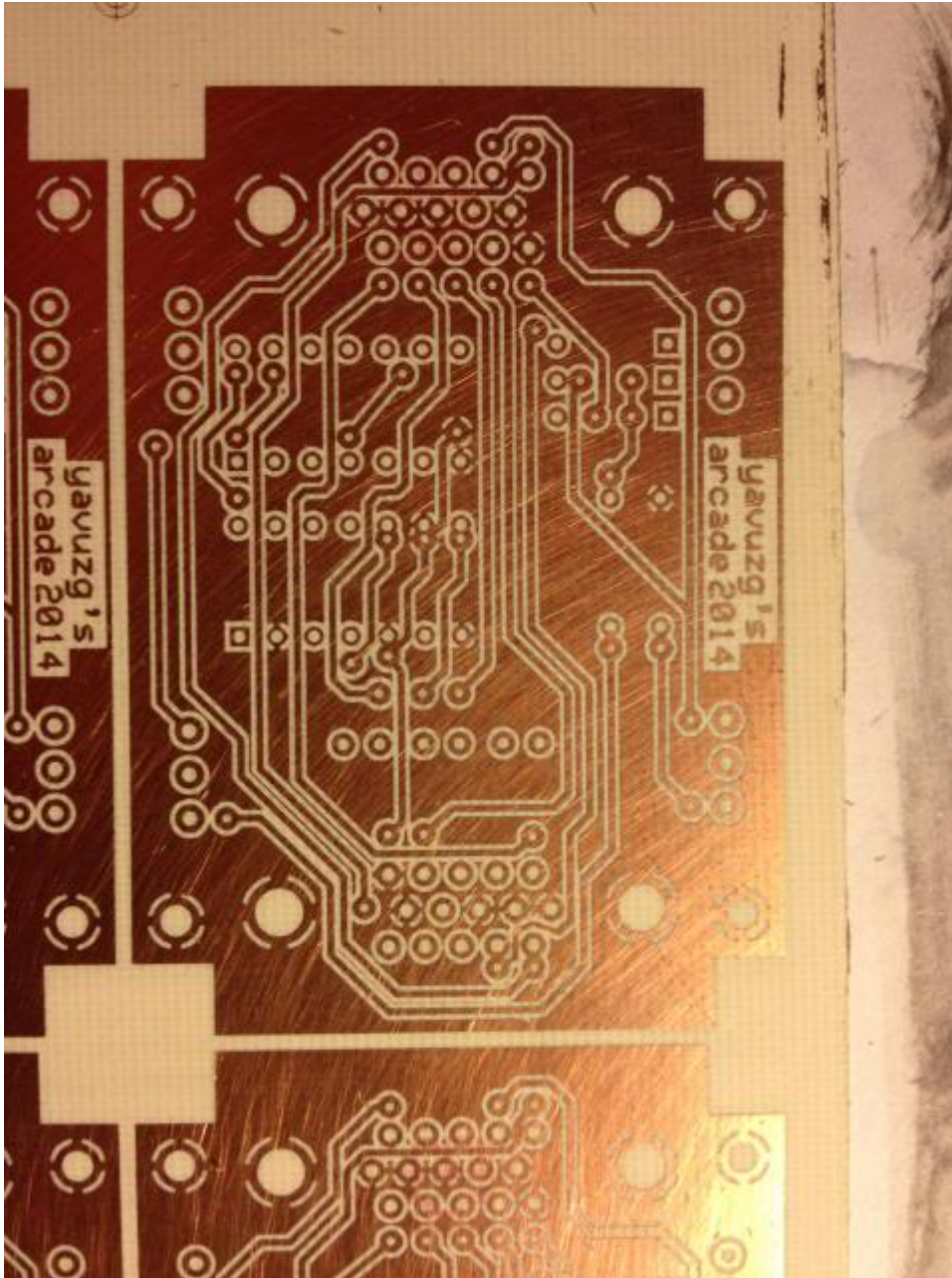


Şimdi, PCB'yi bu şekilde bırakabileceğinizi söyleyenler de var. Yani delip montaja başlayabilirmişsiniz. Kullandığımız Positiv 20 aynı zamanda bakır hatlar için bir çeşit pastan koruma etkisi yapıyormuş.

Olabilir, ama benim başka planlarım var...

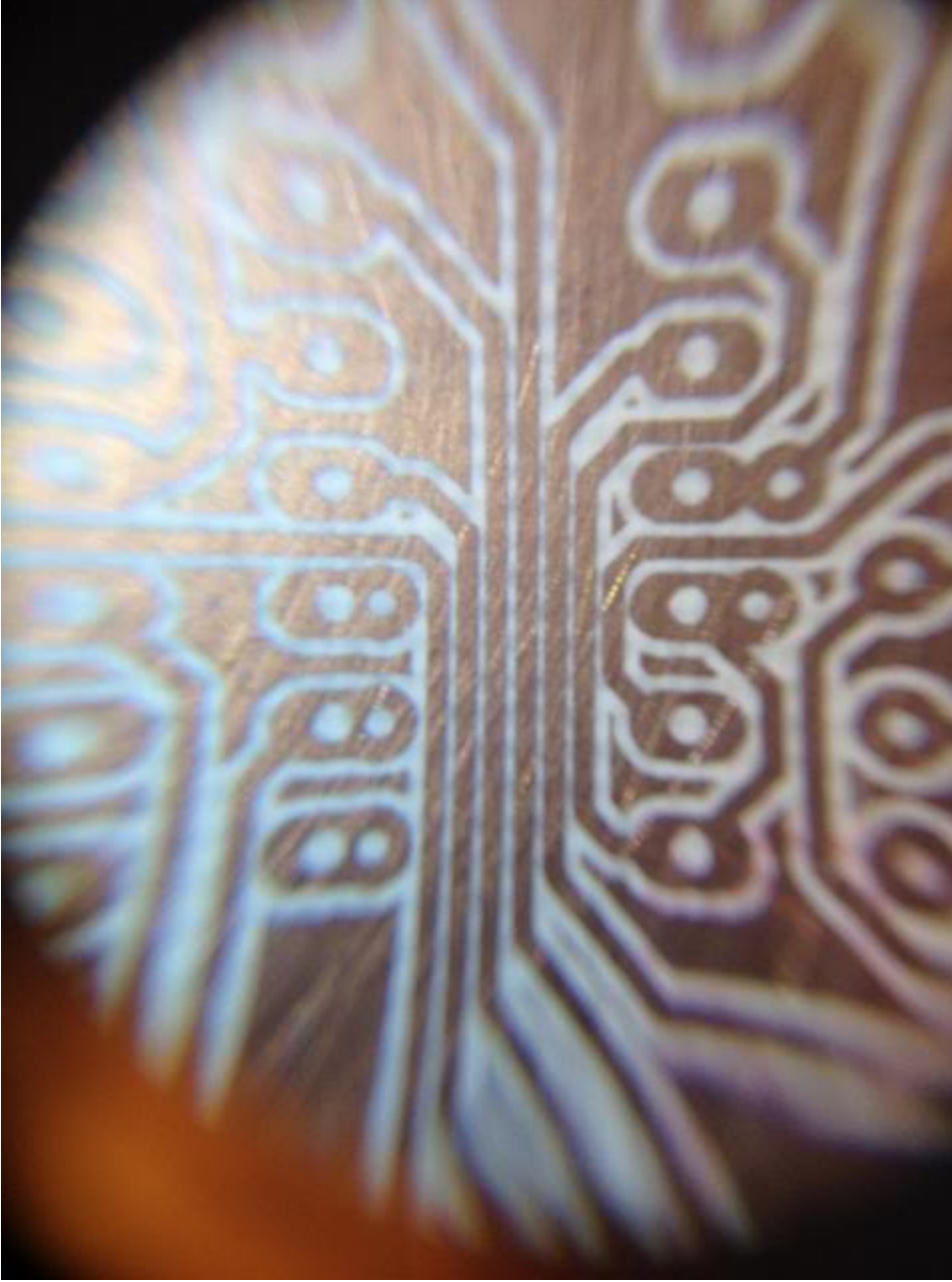
Bu yüzden görevini tamamlamış olan Positiv 20'den aseton yardımı ile kurtuluyorum...



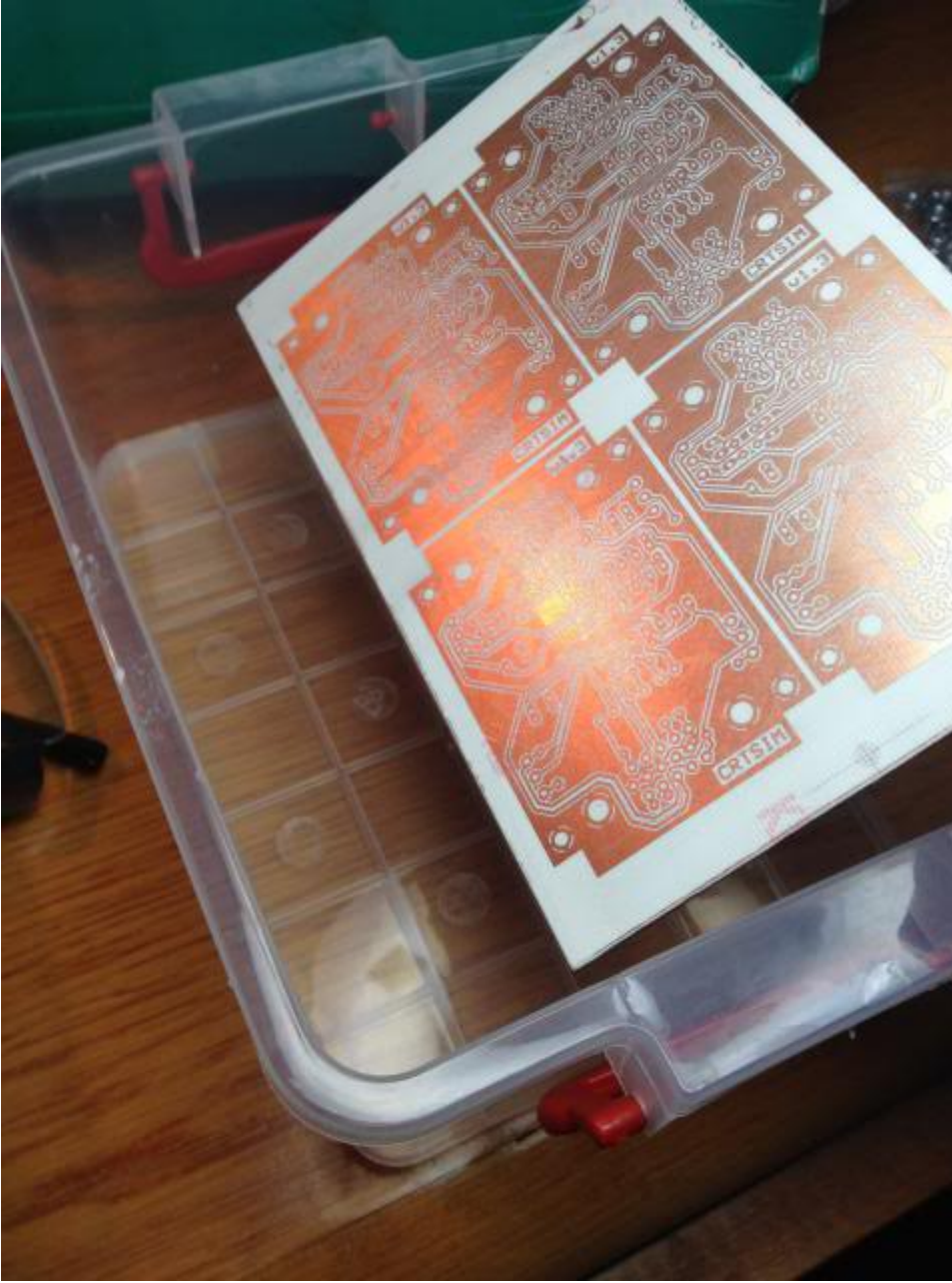




Büyütecimi alıp hatları kontrol ediyorum...

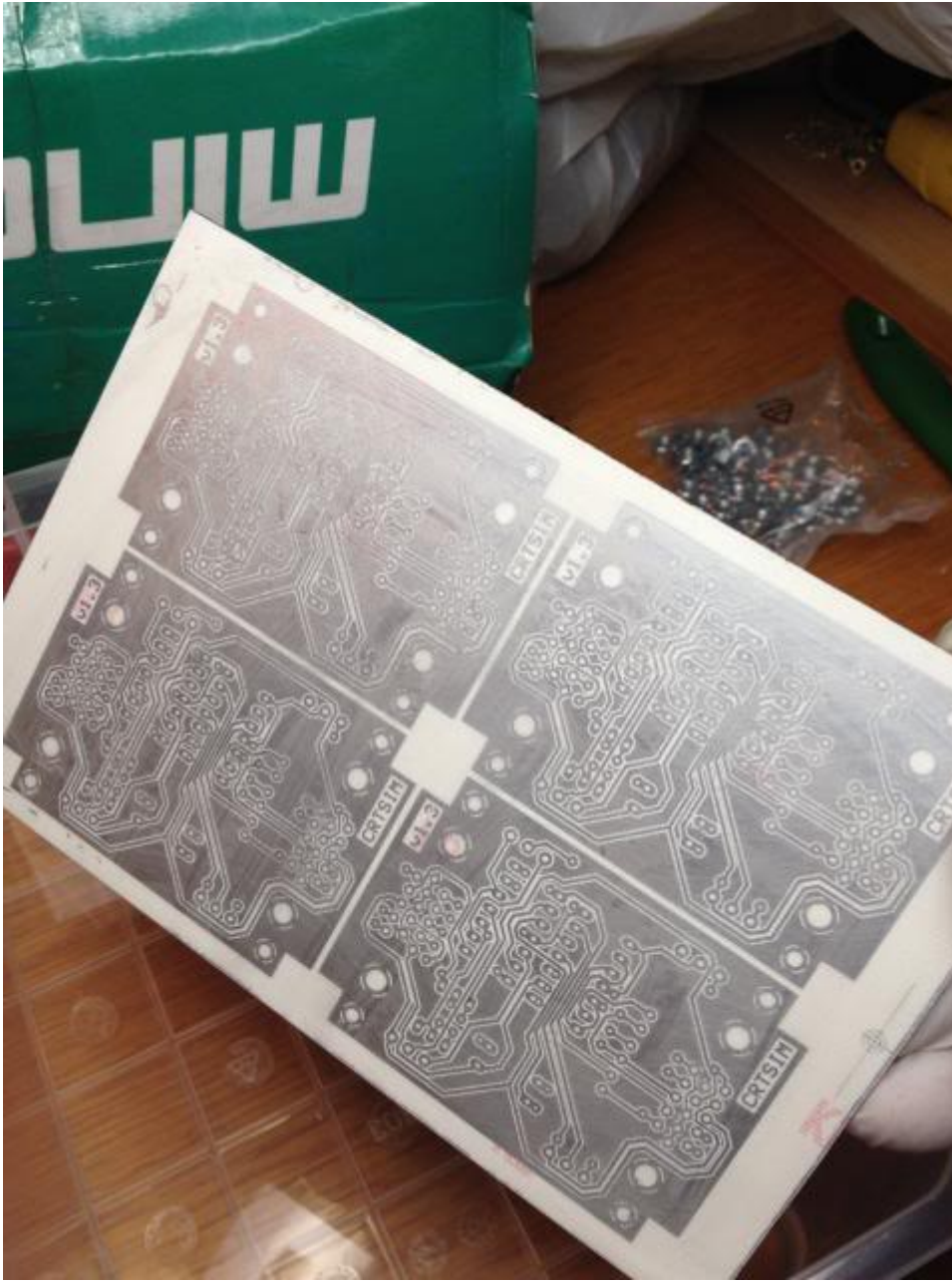


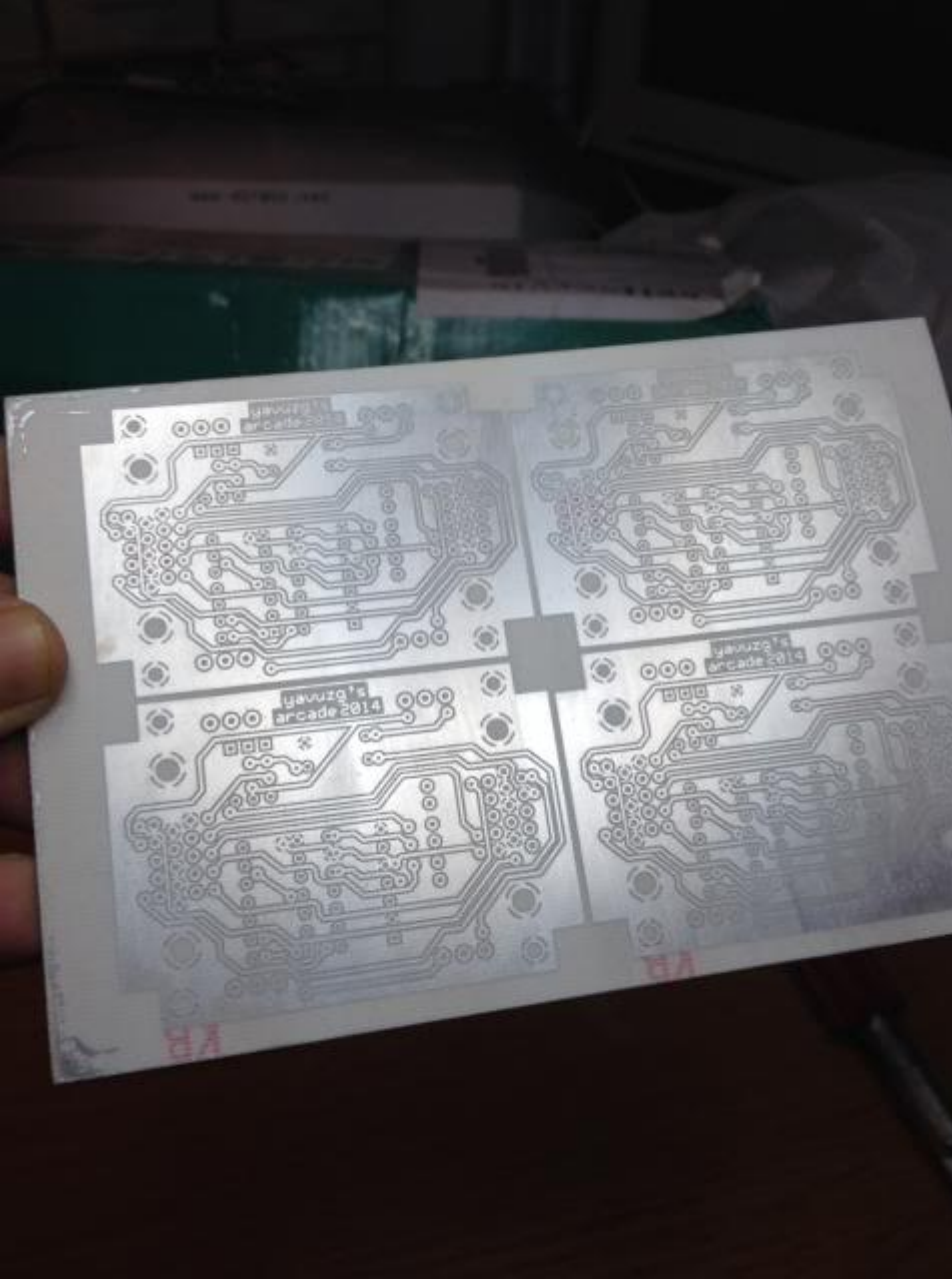
Şimdi bu plaketi alıp bir başka sıvıya sokacağım (sürpriz karışım)



1 dakika sonra:







Anaaa!!! 1 dakikada kalay kaplama yaptık

Arkadaşlar hatırlarsanız bir önceki projemde bakırları korozyondan korumak için krem lehim kullanmıştım. Bu nispeten zahmetli bir işti ve bu incelikte hatları olan bir PCB'de işin açıkçası o riski almak istemedim ve internette "liquid tin" diye bir araştırma yaptım.

Sonuç yurtdışında kalay kaplama için bu tarz sıvılar var evet ama Türkiye'de bulamadım. Sonra Ulustaki bir kimya dükkanına sordum "liquid tin (sıvı kalay)" varmı diye. Oradaki arkadaş "sen soğuk kalay" arıyorsun dedi. Hah dedim evet var mı? Öyle hazırda olmaz yapamaz dedi... ben de hadiii beklicezmi şimdi haftalarca derken yok 10 dakika otur sana yapalım dedi ve kara kaplı defterini açtı (bu arada harbiden kara bir defterde yazıyordu formülleri)...

10 dakika sonra geldi ve maalesef gereken en önemli maddenin (kalay bilmemne) bitmiş olduğunu söyledi. Neyse uzun lafın kısısı 1-2 hafta git gel o maddenin gelmesini bekledim. Kendimin yapacağı bir şey değil zira o kalay bilmemne çok pahalı. Kutusu 500 küsür TL...

Neyse, son gidişimde uğradığımda kalay bilmemne'nin geldiğini söyledi arkadaş ve 1 Lt "soğuk kalay"

yaptı bana. 1Lt'si 40 TL bu arada... Ama kullandığım kadarını bir başka şişede saklayabileceğimi, kalay kaplanmamaya başlayınca kadar yeniden kullanabileceğimi söyledi. Ben de öyle yaptım. Az bir sıvı kullandım (100-150 ml) ve bunu ayrı bir şişeye koydum...

Bir sonraki mesaj esas konu, delikleri delmek!!! Acaba hizalamayı tutturabilmişmiyiz (tüm bu maceranın esas amacı)

Delikleri Açalım Artık!!!

Şimdi, bir kaç proje önce @tolga abacı bahsetmişti. Eğer delik deleceksem bir sütun matkap düzeneği kullanırsam daha verimli sonuçlar alabileceğimi... Ben de tavsiyesine uyararak dremel için bir istasyon almıştım...

Bu tavsiye özellikle bu çift taraflı PCB üretme konusunda MUTLAKA şart zira elle deldiğiniz taktirde arka tarafı ıskalama olasılığınız çok yüksek. Ayrıca via'lar için kullanacağım (ön ve arka yüzeyler arası elektriksel geçişi sağlayacak delikler) 0.5 mm'lik uç dremel için bile çok hassas bir uç. En küçük açıda çıt diye kırılır...



ucumuzu istasyona yerleştirdiğim dremel'e matkap ucu mandreni kullanarak takıyorum. Direk dremel uyumlu PCB delme uçları da varmış. Bir ara aliexpress'den böyle bir set de almak lazım...



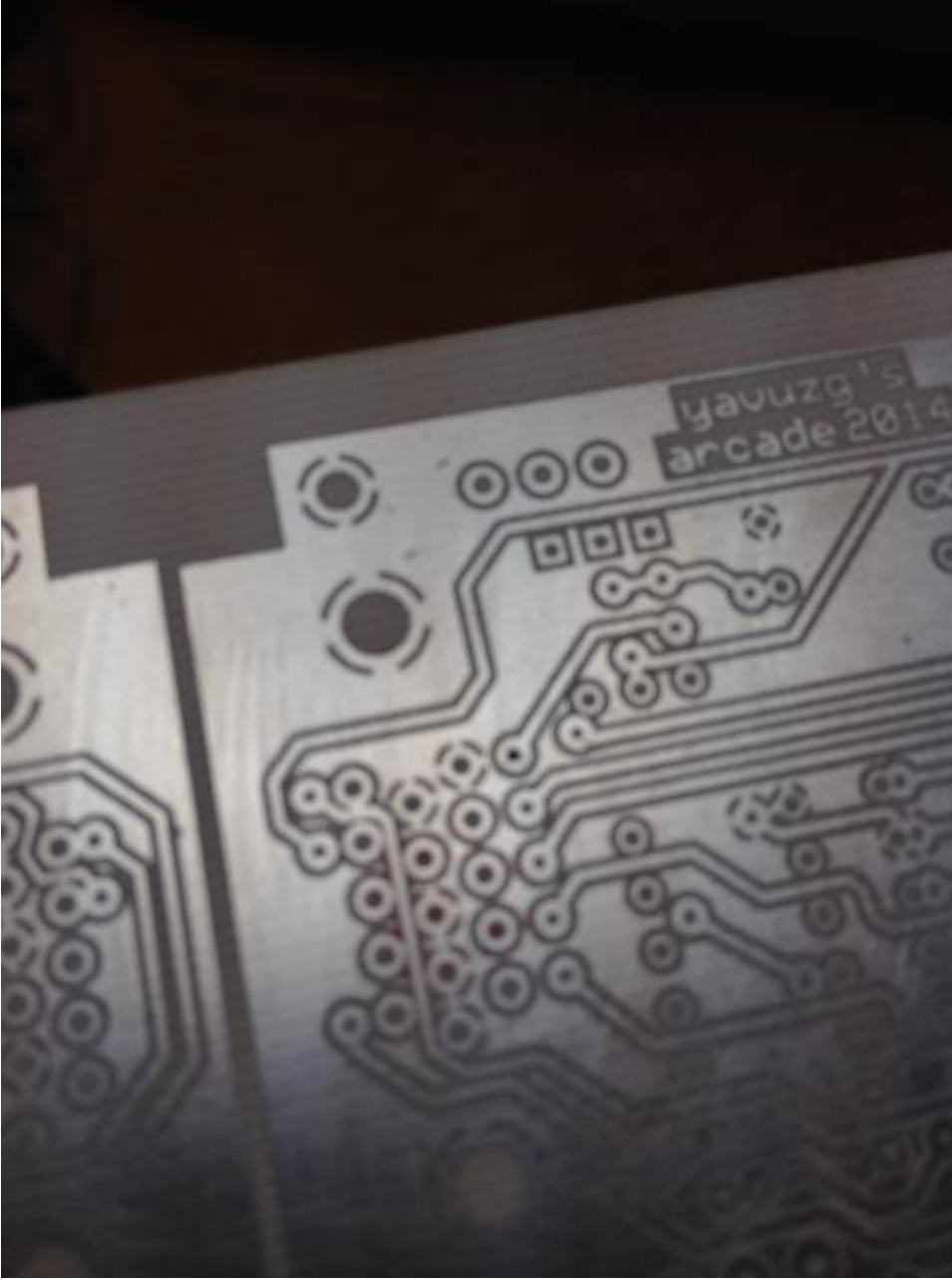
Sonra dremel'in mesafe ayarını da yaptıktan sonra heyecanlı bekleyiş başlıyor. Gözüme bir via kestirip yavaş yavaş yaklaşıyorum...



Ve deliyorum.



Bakalım sonuç ne oldu? Bu birinci yüzeydeki delik...



Bu da arka yüzeyi. TAM İSABET diye buna deniyor sanırım!



Bu iş burada bitmiştir! Ben kendi adıma toner transfer v.s. tekniğini tarihin tozlu sayfalarına gömüyorum arkadaşlar...

CRTSIM'in seri üretimine az kaldı, prototip PCB'ler üzerinde yaptığım denemeler sonucunda elde ettiğim deneyimlerin bir kısmı bu konuya daha uygun olduğundan buraya yazayım istedim.

Konumuz "via"

Via, çift taraflı PCB'lerde alt ve üst yüzey bakır hatları devre şeması doğrultusunda gerekli yerlerden birleştiren bir delik kısaca. Tabi delikten de iletken bir "şey" geçirmeniz lazım temel olarak. İnternette bu konuya dair de bir çok teknik okudum, bir kısmı yapılabiliyor geldi bir kısmı ise biraz "afaki"...

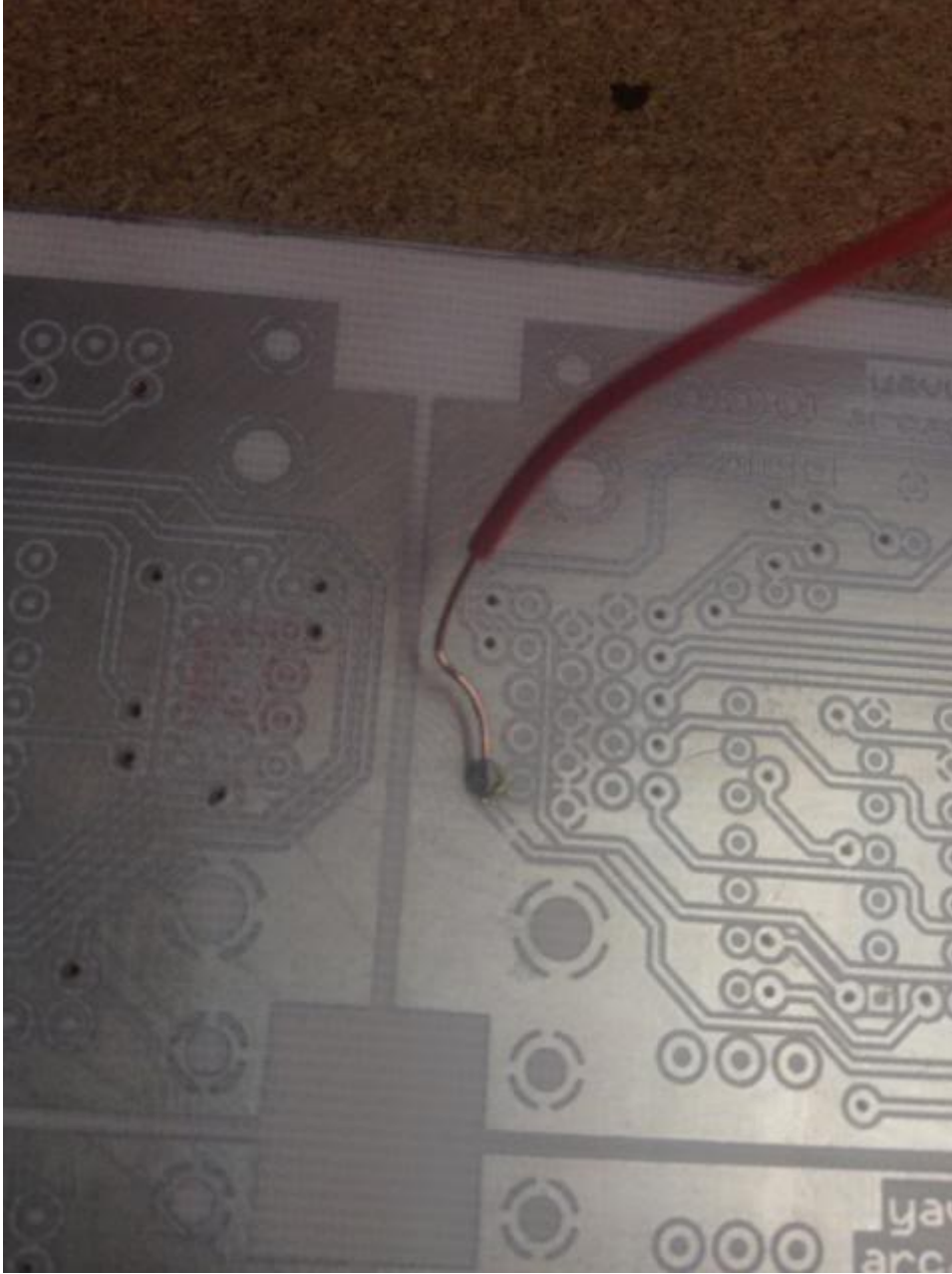
Bir yaygın "söylence" bakırlı plakayı asitte eritmeden önce delikleri açıp (daha sonra şemayı bu deliklere göre tutturmak lazım) sonra bu bakırlı playı bir şekilde elektroliz yöntemi ile göztaşı çözeltilinde tutmak ve deliklerin içinin bakırla kaplanmasını sağlamak...

Hmm, yapılabiliyordur belki ama pek kafama yatmadı...

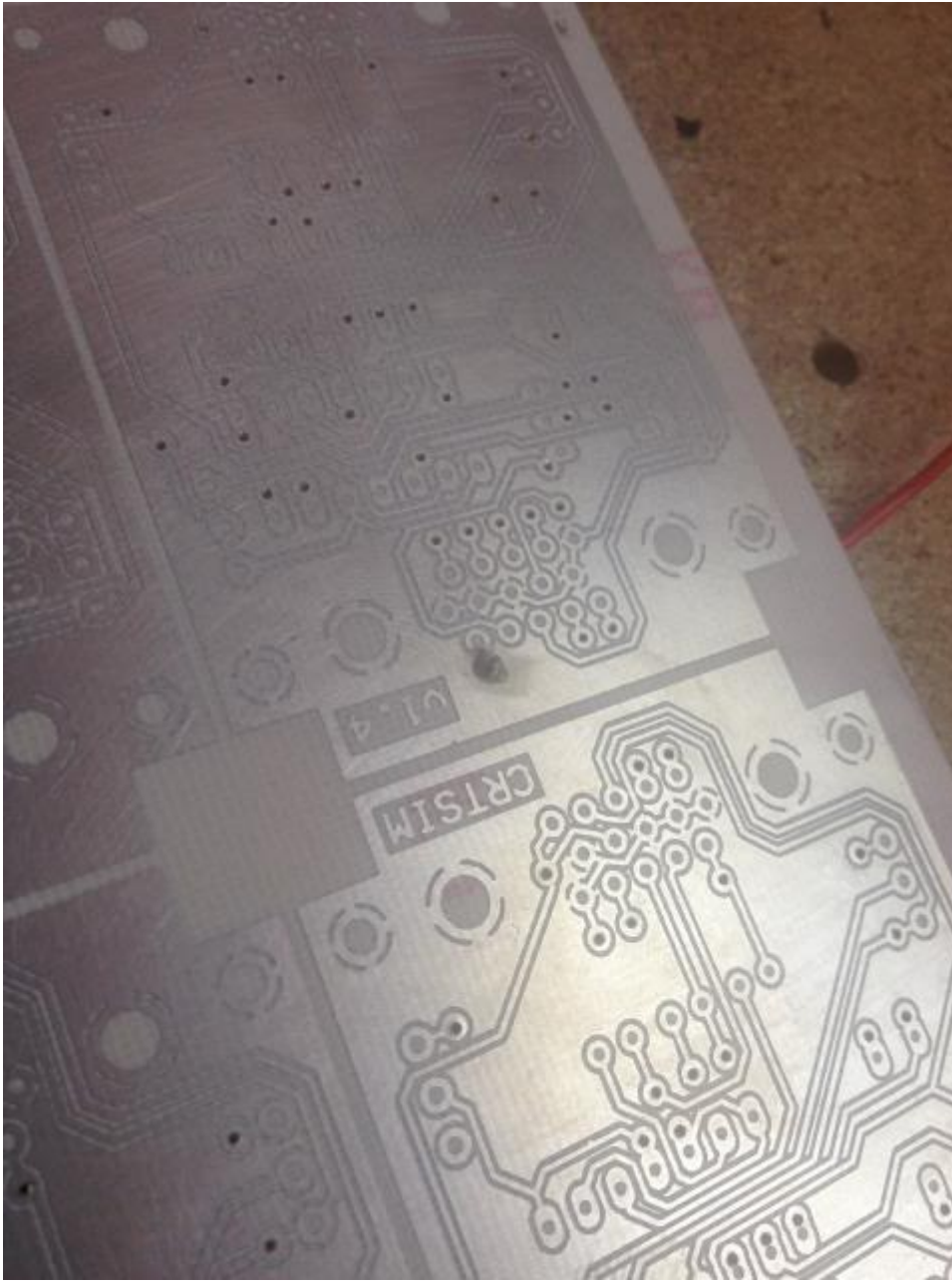
Bir diğer daha basit yöntem ise via deliklerinden bir tel geçirmek ve hem alt hem de üst yüzeylerden bu teli deliğe lehimlemek. Bu daha kolay bir yöntem. Dezavantajı devre şemasını modifiye etmeniz ve bu tür geçişler için devre elemanların ayaklarının olduğu delikleri değil onlara yakın sadece bu iş için başka delikler açmak gerekiyor. Sebebi malum, teli geçirip lehimlediniz mi delik kapanıyor.

Ben önce bu yöntemi denedim.

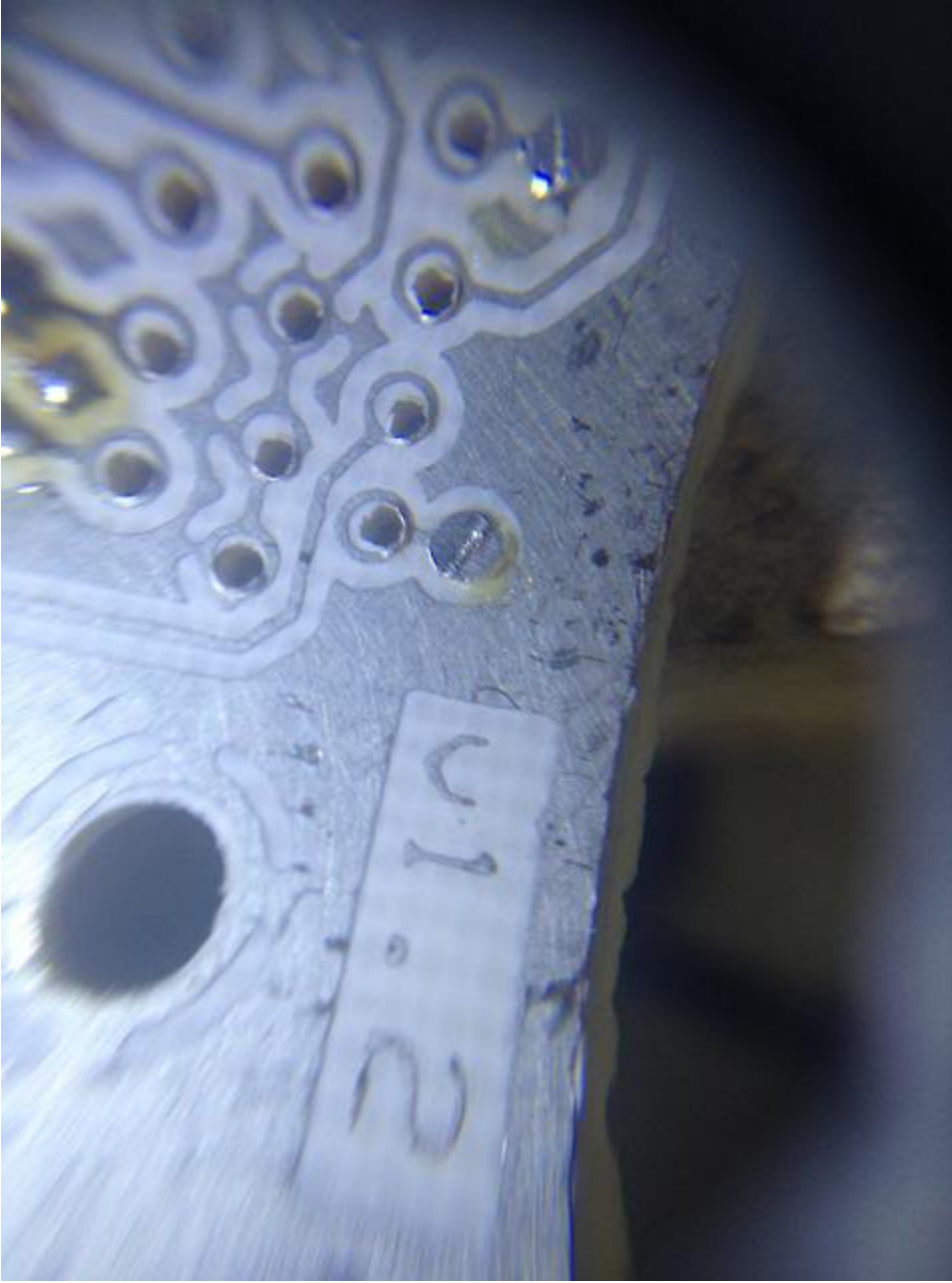
Piyasada “zil” teli olarak satılan tek damarlı ince montaj kablosunu alıyorum ve via için tanımladığım deliklerden birinden geçirip bir yüzeye lehimliyorum.



Sonra diğer yüzeyden çıkan kısmını da diğer yüzeyden lehimliyorum.



Sonra da düz bir yüzey olması için lehim noktasındaki fazlalık lehim “topu” nu yan keski ile sıfır kesiyorum.



Yaaani eh işte... Evet bu yöntem iş görüyor, tek bir proje PCB'si için de uygulanabilecek bir yöntem. Ancak benim bu minik projemde bile saydım tam 42 tane böyle via var. Bu işi 42 defa yapmak gerekiyor. Ha zaten devre elemanlarını da lehimleyecektik niye üşeniyorsun dersiniz o teli tek tek bu şekilde alttan ve üstten lehimlemek ve kesmek neredeyse 42 tane ekstra devre elemanının montajı kadar zaman alıyor. Yani mesela 14 bacaklı bir entegreyi lehimlerken elemanı takıp PCB'yi ters çevirip pıt pıt pıt diye 14 bacağı lehimleyiveriyorsunuz, maksimum 1 dk. Ama bu tek tek via'lardan tel geçirip lehimlemek kesmek v.s. gerçekten çok daha uzun sürüyor.

İnternette bir kolayını okudum gerçi onu denemedim ama yine de referans olsun diye yazayım. İnternetteki eleman teli tüm via'lardan önce geçirmiş. Yani dantel işler gibi tek bir teli bir alttan bir üstten dikiş diker gibi geçirmiş. Sonra delik yerlerinden lehimlemiş alt-üst. En son da yan keski ile keserek fazlalık tellerden kurtulmuş.

Yani evet yapılabilir ama denedim benim pcb boyutunda teli öyle bir aşağı bir yukarı geçirmek zor. Benim pcb'nin boyutu çok küçük olduğundan birbirne yakın via'lardan geçirmek zordu...

Bir başka yöntem denemeye karar verdim...

Bu konuda bulduğum diğer yöntem ise "PCB punto'su" olarak çevirebileceğim internette "PCB rivet" diye arattığınızda bulacağınız içi delik mini minnacık bakır tüpler.



Bunları kuru film soldermask satan Hollanda'daki bir yerden (<http://www.rembrandtlights.com/>) almıştım ancak fiyatından dolayı delik maliyeti (Tanesi €0.11 = 35 kuruş falan) çok yüksek bir yöntem deyip rafa kaldırmıştım. Ancak sorunuma bir çare ararken bunları gerçekten toplu olarak satan bir başka yer daha buldum.

Bu da almanya'da: <http://www.watterott.com/>

Burada 1000'lik paketini buldum bunların...



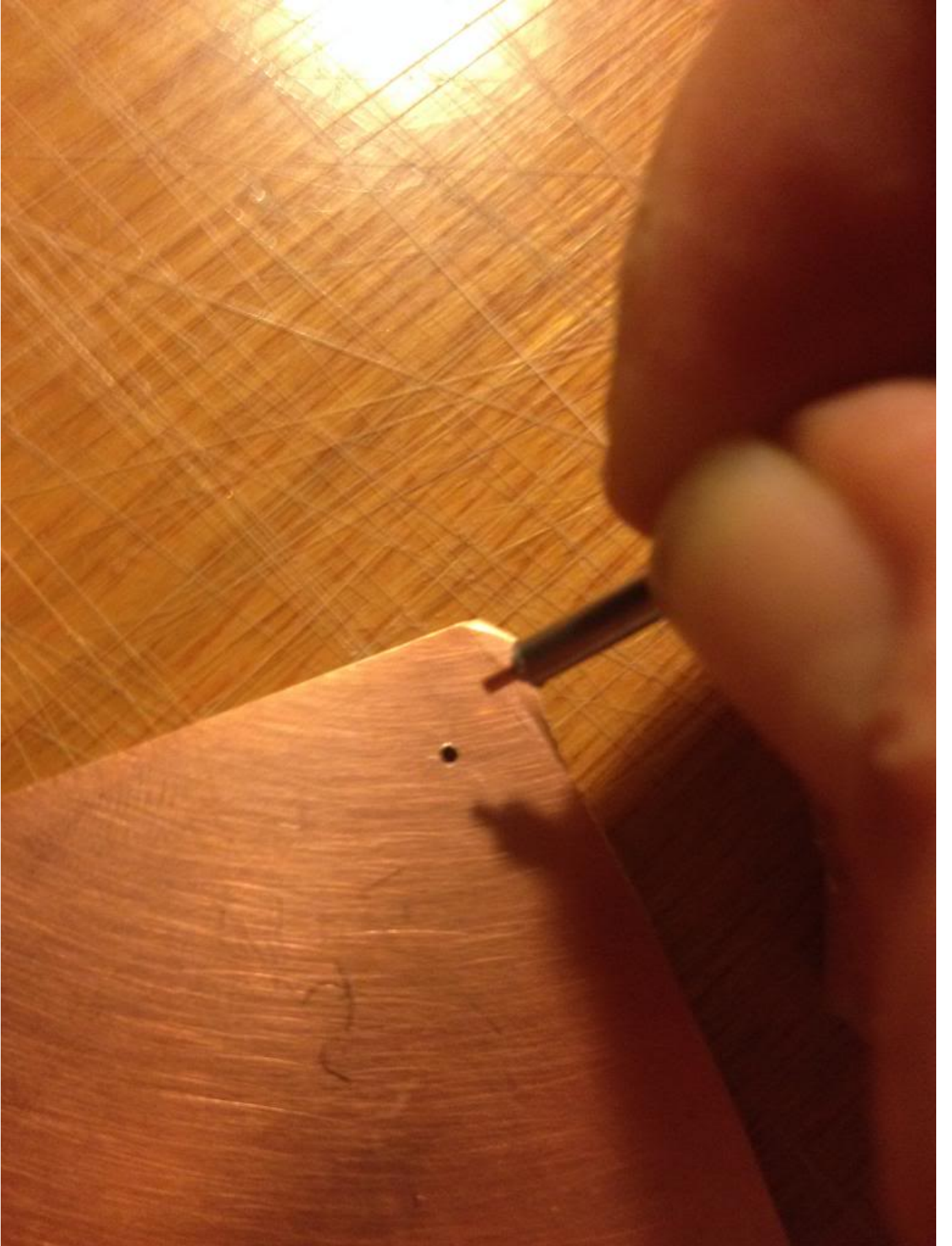


Burada 1000 adedi €16. Delik maliyeti €0.016 = 5 kuruş. Bir PCB'nin tüm deliklerini bunlarla tıkasam bile PCB maliyetini 1-2 TL artırıyor sadece. Bana makul geldi. Siparişi çaktım, paket inanılmaz bir hızla 2 günde ofisteki masamın üzerindeydi Kahkaha

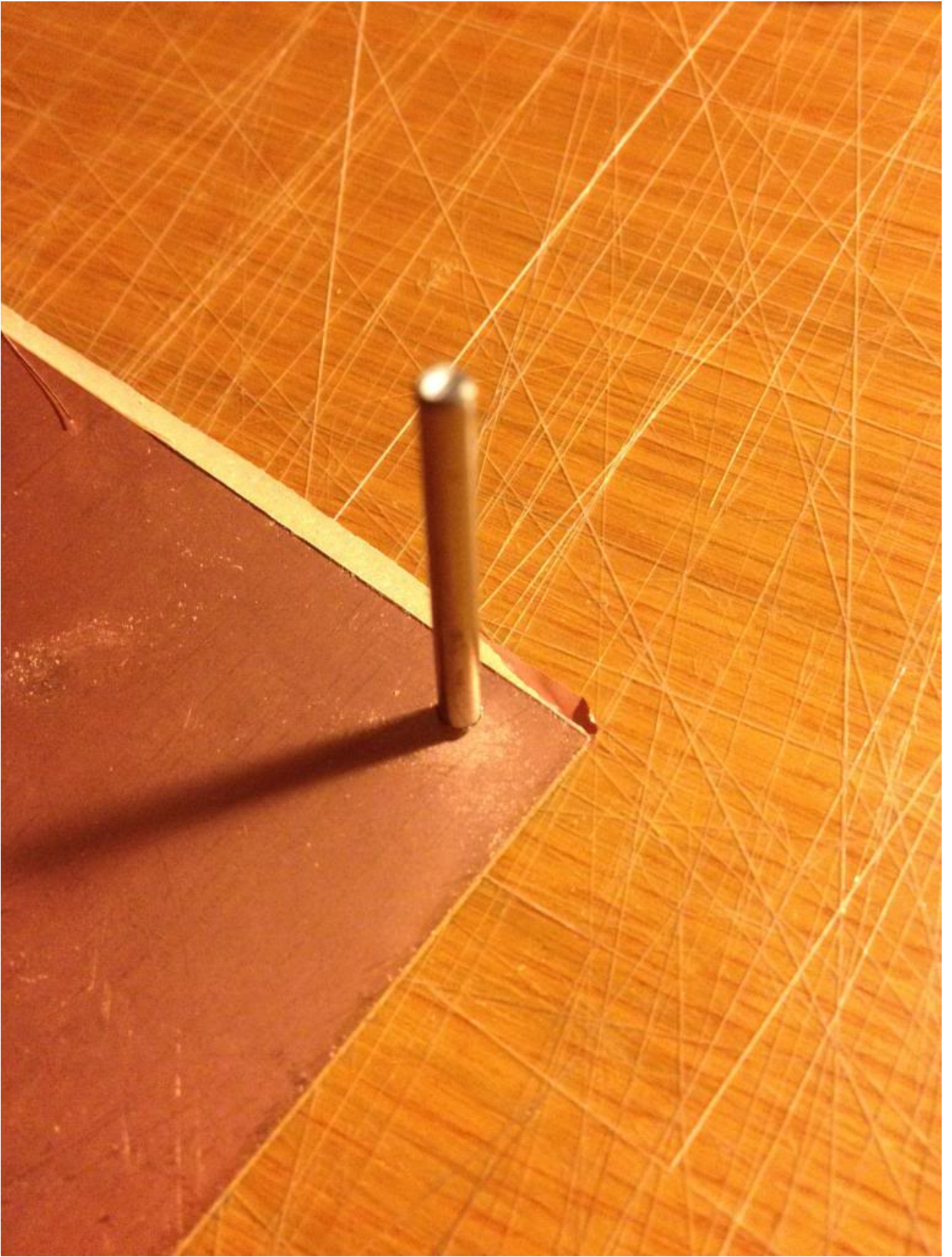


Şöyle küçük bir de aparatını almanız lazım...

Aparatın ucuna takıyorsunuz



Sonra deliğe geçiriyorsunuz aparatla



PCB'yi ters çevirip



aparatı tekrardan çıkan uclara geçirip tepesine tak diye vuruyorsunuz



Bunların delik içi çapı 0.8mm delik dışı çapı 1mm. PCB'deki delikleri 1mm açınca içine cuk oturuyorlar...

Farklı çaplı eşitleri de mevcut ancak hepsi için de farklı çaplı aparat almak lazım. Bana sadece 0.8mm olanları kullanmak yeterli geldi. hemen her tür devre elemanı için 0.8mm delik çapı ideal. Çok kalın bacaklı da bir Şey olursa ona da harici via yaparım dedim...

Son olarak PCB yapımında en tutarlı sonuçları elde ettiğim "ıŐıĒa duyarlı kuru film " (fotosensitive dry film) tekniğinin detaylarını da paylaşayım artık...

Bu teknik temelde Pozitiv 20 tekniğine benziyor ancak 2 farklılık var;

1) PCB yüzeyini ıŐıĒa duyarlı malzeme ile kaplamak için sprey yerine ince bir film kullanıyoruz. Bunu hem hazırlamak daha kolay (homojen olarak spreylemekle uğraŐmak, fırınlamak v.s. gerekli değil) hem de yüzey her yerde aynı kalınlıkta malzeme ile kaplanıyor. 2) Pozitiv20 adı üzerinde "pozitif PCB resmi" ile pozlanırken kuru filmle hazırlanan yüzeyler için (en azından benim kullandığım) "negatif PCB resmi" kullanıyoruz.

Neyse, önce ilk adım olan filmi PCB'ye uygulama kısmını anlatayım. Burada anlatacağım bir iki küçük tyo iŐinize yarayacaktır.

Kullandığım film bu arkadaşlar:



Ben aliexpress den aldım. 30cm genişliğinde 20 metre. (27 USD ödedim)

<http://www.aliexpress.com/item/Photosensitive-dry-film-instead-of-thermal-transfer-production-PCB-bo>

[ard-photosensitive-film-longth-20-meter-Special/1637881077.html](http://www.commodore.gen.tr/doc/ard-photosensitive-film-longth-20-meter-Special/1637881077.html)

Önce bakır plakette boyutunda filmi maket bıçağı ile kesiyoruz.

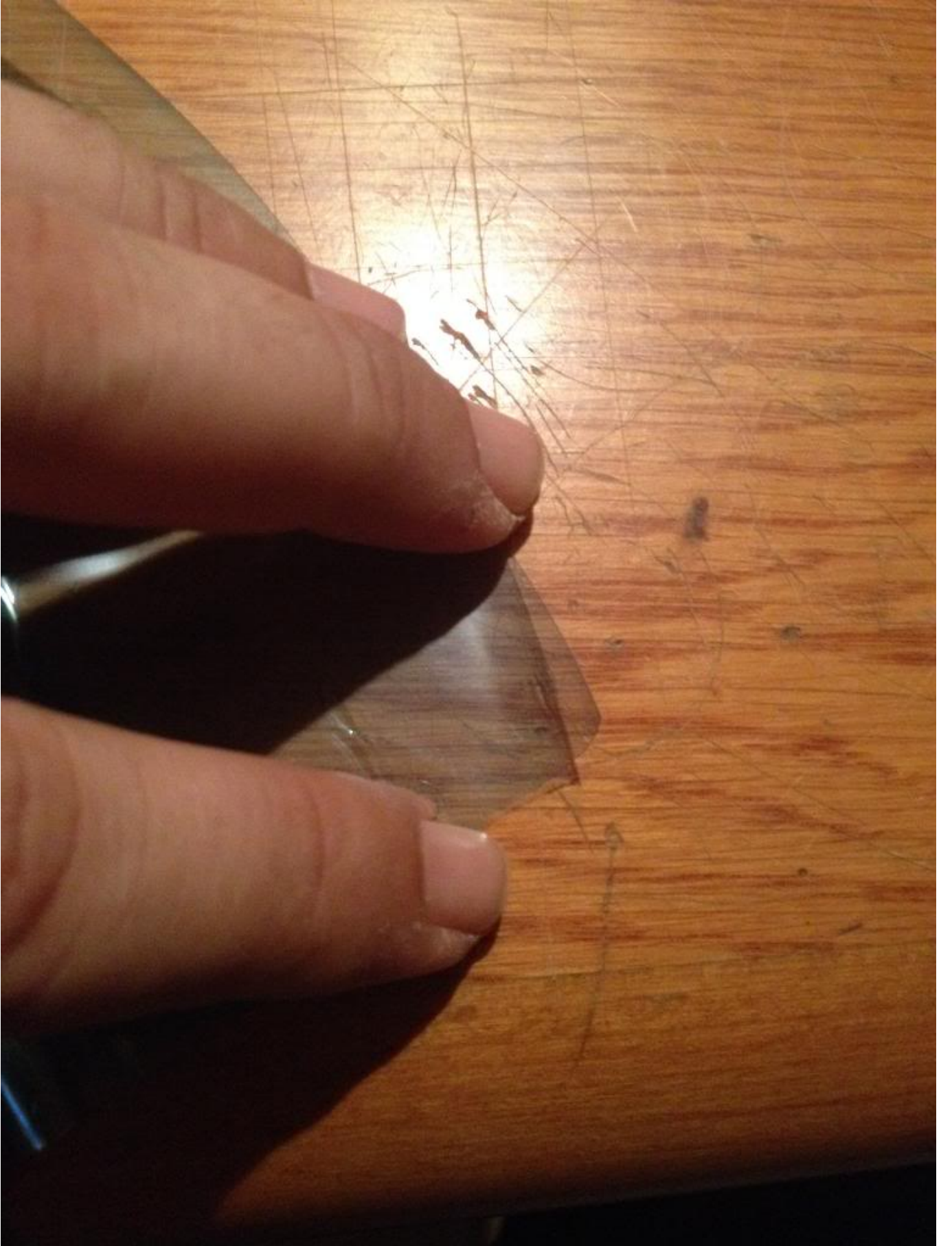


Sonra sıra filmin bakır plakete yapışacak olan kısmını koruyan kısmındaki jelatini çıkartmaya geliyor sıra. Burası önemli!!! Internette ve satıcıların ürün açıklamalarında “kabaca” anlattıkları filmi iki selobant arasında sıkıştırma tekniği BİR İŞE YARAMIYOR!!! Işığa duyarlı filmi koruyan iki tane şeffaf koruyucu tabaka var. İki selobant tekniği ile başarılı olma oranınız %50. Genelde murphy sağolsun hep diğer tabaka çıkıyor...

Benim tecrübe ettiğim teknik ise %100 başarı oranına sahip. Anlatayım;

Önce filmin PCB'ye yapışacak olan yüzeyi belirleyelim. Bu yüzey rulonun kıvrılan iç kısmı. Yani kestiğimiz film hep PCB'ye doğru kıvrılıyor olacak...

Filmin dış kısmını masaya yatırıyoruz ve bir köşesini iki parmağımız ile sabitliyoruz (elimize bakan taraf PCB'ye yapışacak kısım, yani ilk koruyucu şeffaf filmi çıkartacağımız kısım)



Sonra elimize bir parça selobant alıyoruz ve kıvrıyoruz. Yapışkan yüzeyi dışa bakacak şekilde küçük bir rulo halinde. Silahımız bu

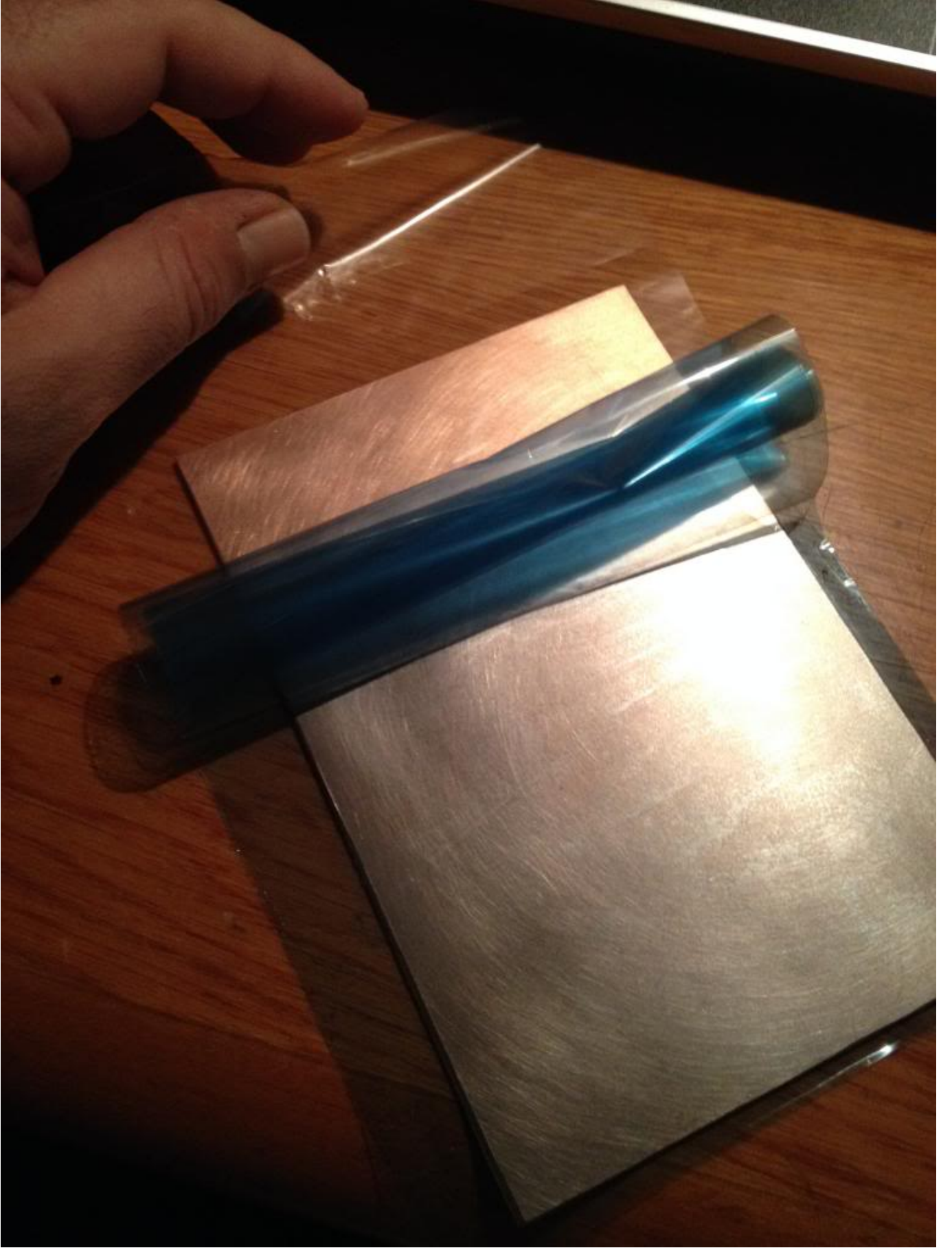


Sonra sol elimizle masaya yatırdığımız filmin köşesini sağ elimizle tuttuğumuz selobant ile küçük hızlı darbeler ile dövüyoruz. Bu şekilde kısa bir süre sonra köşedeki şeffaf koruyucu kendini koyveriyor ve sonunda selobanta yapışıp sıyrılmaya başlıyor...



Şimdi sakın tüm koruyucu filmi çıkartmayın!!!! İkinci tüyoyu anlatacağım....

Bir köşesi sıyrılmış koruyucu filmin o kenarını yaklaşık 2 cm kadar açın ama tamamını değil



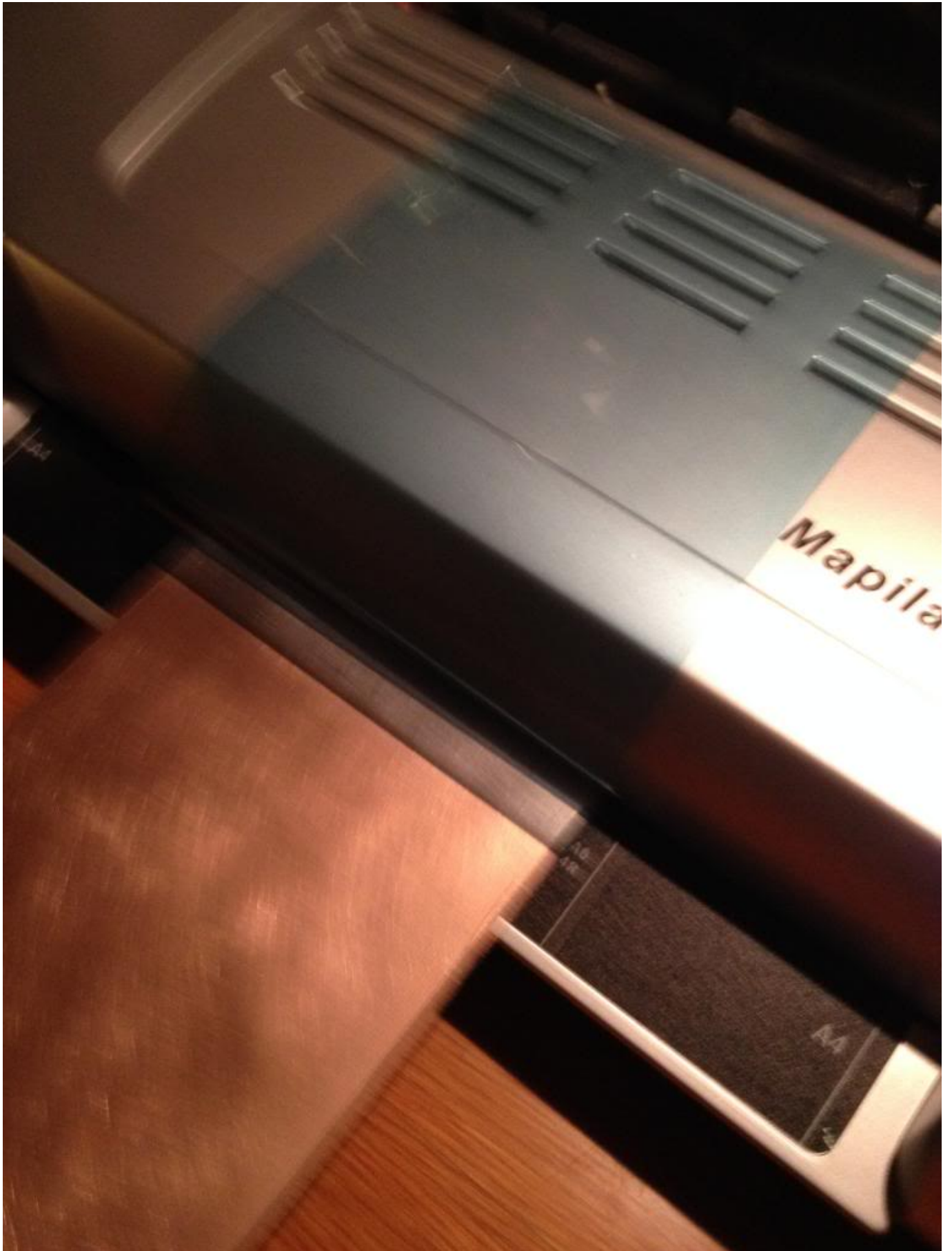
Ve PCB'nin kenarına 1cm kadar yapıştırın. Merak etmeyin film güçlü yapışmıyor. Eğri olursa kolayca çıkartıp, hizalayıp tekrar geri yapıştırabilirsiniz. Postit tarzı bir yapışkan yani...



Şimdi, bu film tekniğinde en önemli kısım PCB ile film arasında hava kabarcığı kalmaması lazım. Bütün bu çabamız bunun için.

Bir kenarı 1cm pcb ye yapışmış filmi laminasyon makinemize fotodaki gibi yerleştiriyoruz. Laminasyon

makinesi en düşük sıcaklık ayarında (benimkinde bu ayar 80 micron laminasyon filmi için olan ayar) olmalı.



Bu şekilde azıcık sıyrılmış olan koruyucu filmi tutuyoruz ve PCB laminasyon makinesine yavaş yavaş girerken elimizle tuttuğumuz koruyucu film de yavaş yavaş açılıyor.



Anlatması biraz karışık gibi Kahkaha ancak elinizin alışması biraz zaman (ve film) alıyor. Bu şekilde

yapılırsa PCB üzerinde kabarcık oluşmuyor.



Öte yandan hafif buruşmalar olabiliyor. Denemelerimde bu buruşmaların ciddi bir sorun yaratmadığını

gördüm.

Şimdi sıra pozlamaya geldi. Pozitif 20 için kullandığım düzeneğimi kullanıyorum. Bu teknikte farketmiş diğer nokta ise Pozitif 20'deki uzun pozlama sürelerime karşılık (20-25 dakika) bu filmi pozlamak için sadece 30 saniye yeterli!!! Kahkaha

Tabi pozlama sürelerini etkileyen faktörleri unutmamak lazım:

1) Işığın gücü 2) Işığın PCB'ye olan uzaklığı

Referans olması açısından benim düzeneğin teknik bilgilerini paylaşayım ki siz de kendi düzeneğinizde olması gereken optimum pozlama süresini kabaca belirleyebilsin.

Benim pozlama kutumda PCB'nin her iki yüzeyini de aynı anda pozlayabiliyorum. Bu sebeple ışıklarım her iki yüzeyde de var. Ancak pozlama süresi tek bir yüzeye etki eden ışık olarak düşünürsek benim tek yüzeye etki eden ışığımın yapışı şu şekilde:

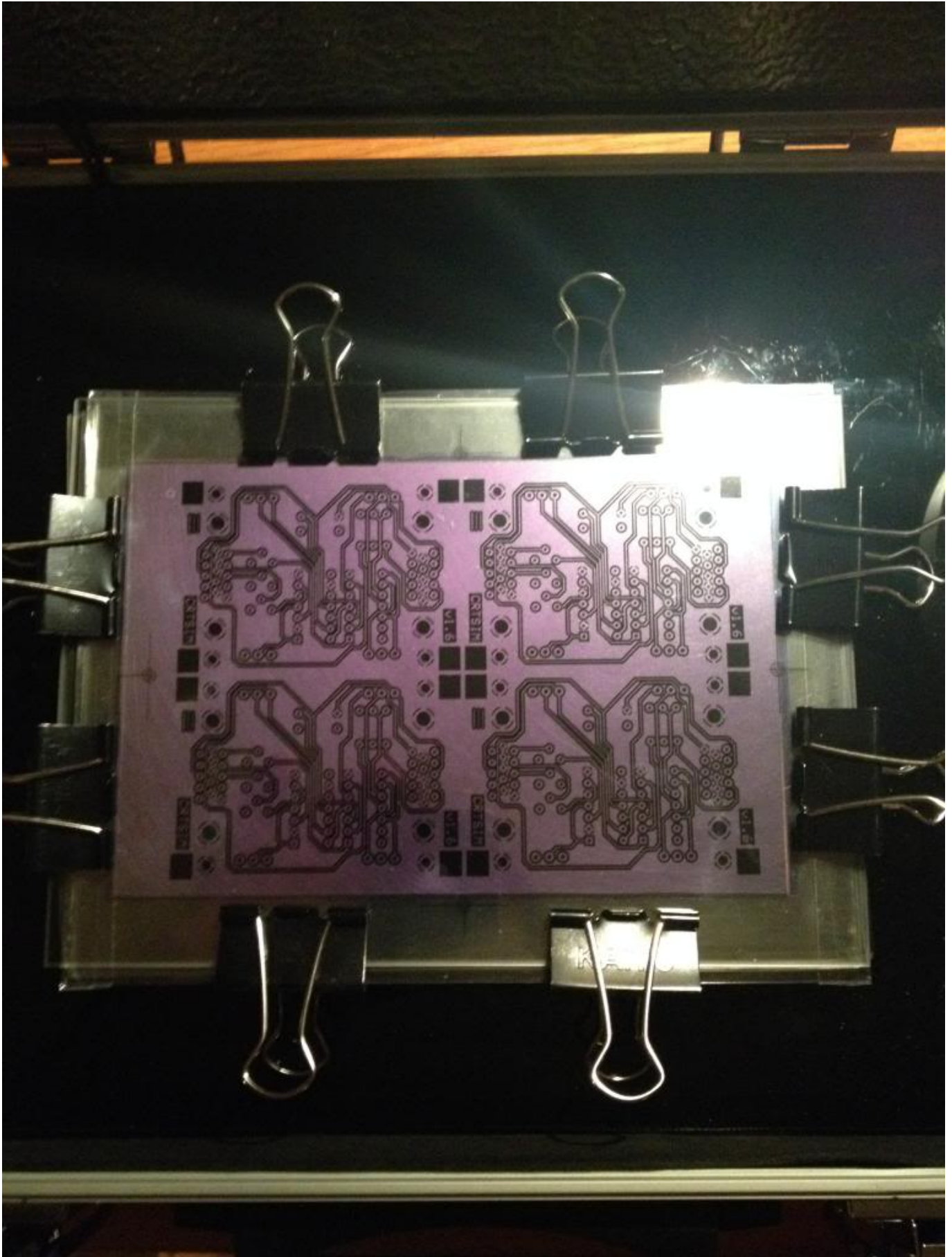
5 x 6W Blacklight = 30W. (Tüm kutuda 10 x 6W ampül kullandım)

Blacklight'lar uygun UV frekansında ışık saçıyor ama tükettiği enerjinin tamamını UV olarak yaymıyor. "Gerçek" UV pozlama ampüllerinin verimi (UV çıkış gücü) incelemelerim sonucu bu blacklight'ların 2 katı olduğunu buldum. Dolayısıyla eğer gerçek bir pozlama kutusu veya ampülü kullanıyorsanız benim değerlerimi ona göre değerlendirin.

Işığın PCB'ye olan mesafesi 5cm.



Bu şekilde sadece 30 saniye pozluyorum. Sonuç bu...



PCB ve pozlama asetatının birbirlerine çok iyi temas etmesi ve sıkışması net görüntü elde etmek için **ÇOK ÖNEMLİ!!!**

Bunun için gerçek cam ve resimdeki büyük kuvvetli ataçlardan kullandım. Önce plexy kullanmıştım

ancak lambalardan gelen az da olsa sıcaklığın plexy'yi hafif de olsa büktüğünü farkettim (PCB'nin ortaları hafif bulanıyordu).

Bulanıklık derken kastettiğim şu; eğer hatlarınız bulanıksa banyo yaptığınızda erimesi gereken bölgeler tam olarak erimez (ışığa maruz kalmışlardır) ve eğer benim gibi birbirlerinde 0.5 mm uzaklıkta 0.25mm kalınlığında hatlar istiyorsanız bunların arası asitle erimez.

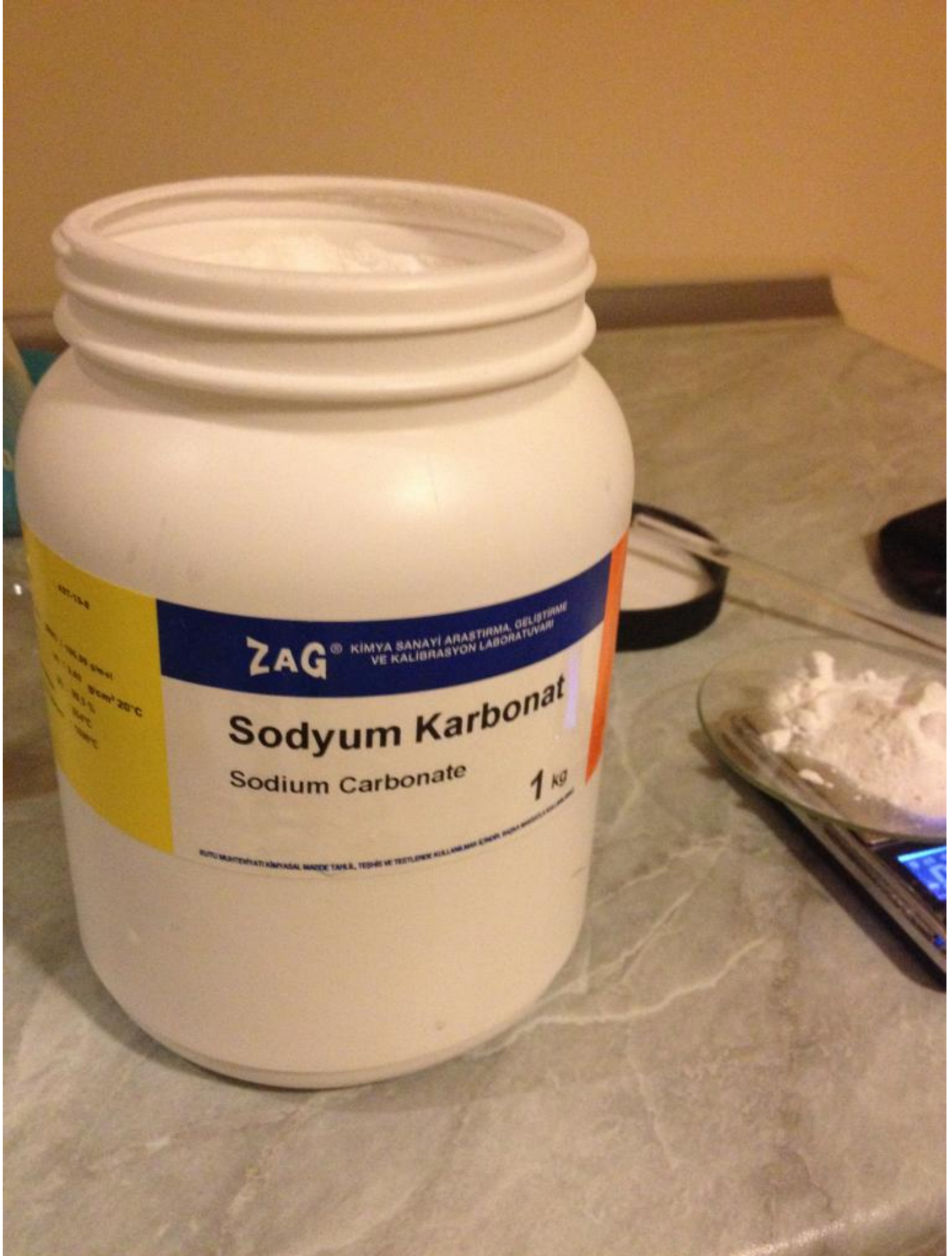
Neyse, pozlama sonrası açık mavi olan film hafif koyu mavi/morumtrak bir renge bürünüyor. Eğer koyu lacivert bir renk alırsa çok pozlamışsınız demektir. Gerçi eğer hatlarınızın etrafını (erimesi gereken kısımlar) çok iyi koruyabilmişseniz (2-3 kat asetat ve/veya çok çok koyu siyah toner veya mürekkep ile) çok uzun pozlamanızın bir zararı yok. Negatif baskının avantajı bu işte, erimemesi gereken kısımlar ışığa maruz kalan kısımlar zaten.

Pozlamadan sonra erimesi gereken kısımlar açık mavi olarak kalıyor (ışığa maruz kalmayan kısımlar)



Şimdi sıra banyo solüsyonunu hazırlamaya geldi. Aslında “banyo” lafını biraz açayım. Bu bir kuru film, yani pozlamadan sonra zaten PCB şekli ortaya çıktı. Diğer tekniklerde PCB şeklini ancak banyo yaptırdıktan sonra görebiliyorduk. Bizim banyonun amacı şekli ortaya çıkartmak değil ışığa maruz kalmayan yerlerdeki film eriyip yok olmasını sağlamak. Yani geriye sadece mor bir film kalacak...

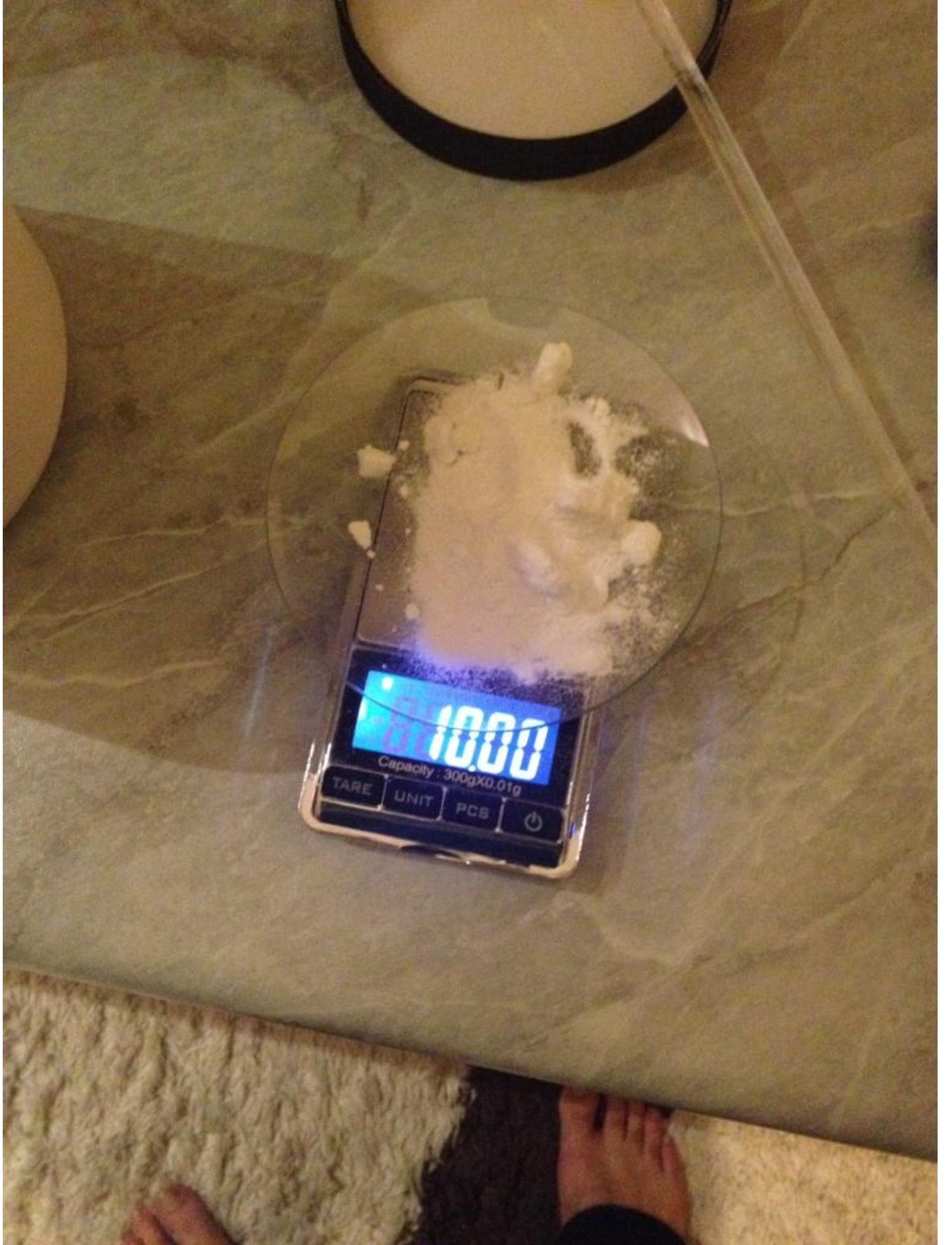
Banyo çözeltimiz için SODYUM KARBONAT kullanıyoruz.



Ben bunu online olarak oxilab'dan aldım. Kilosu 8-9 TL birşey.

<http://www.oksilab.com/Sodyum-Karbonat-Chem-pure-1-Kg,PR-3556.html>

Ölçümüz ise 1Lt suya 10 gram Sodyum Karbonat.



Sodyum karbonatı suda eritmek çok zor değil ama işimizi daha kolaylaştırmak için sıvıyı 35-40 dereceye getirmek iyi oluyor. Bunun için kabaca 750-800 ml musluk suyuna 200-250 ml kaynar su ekliyoruz.

Sonra 10 gr sodyum karbonatı suya katıp iyice karıştırıyoruz. Toz tamamen çözülmeli ve sıvı berrak hale gelmeli. Bunun için 4-5 dakika cam veya plastik bir karıştırıcı kullanarak sıvıyı karıştırıyoruz. Toz iyice çözüldükten sonra sıvıyı 5-10 dakika bekletiyoruz.

A6 boyutundaki bir PCB'yi banyo etmek için 200ml çözelti yeterli. Banyodan önce PCB üzerindeki son koruyucu filmi de selobant tekniği ile çıkartıyoruz ve PCB'yi çözeltinin içine bırakıyoruz.

Her zaman taze çözelti kullanın. Çözeltiyi bekletmeyin, saklamayın. Zaten çok ucuz, fazla kaldıysa cimrilik yapmayın dökün gitsin!!!



Süre tutmaya başlayın!!!

Yaklaşık 1 dakika sonra çözelti bulanıklaşmaya başlıyor. Bundan sonra yumuşak bir fırça ile (kırtasiyelerdeki sanat/ressam malzemelerinin satıldığı bölümde "samur" yağlı boya fırçası arayın)

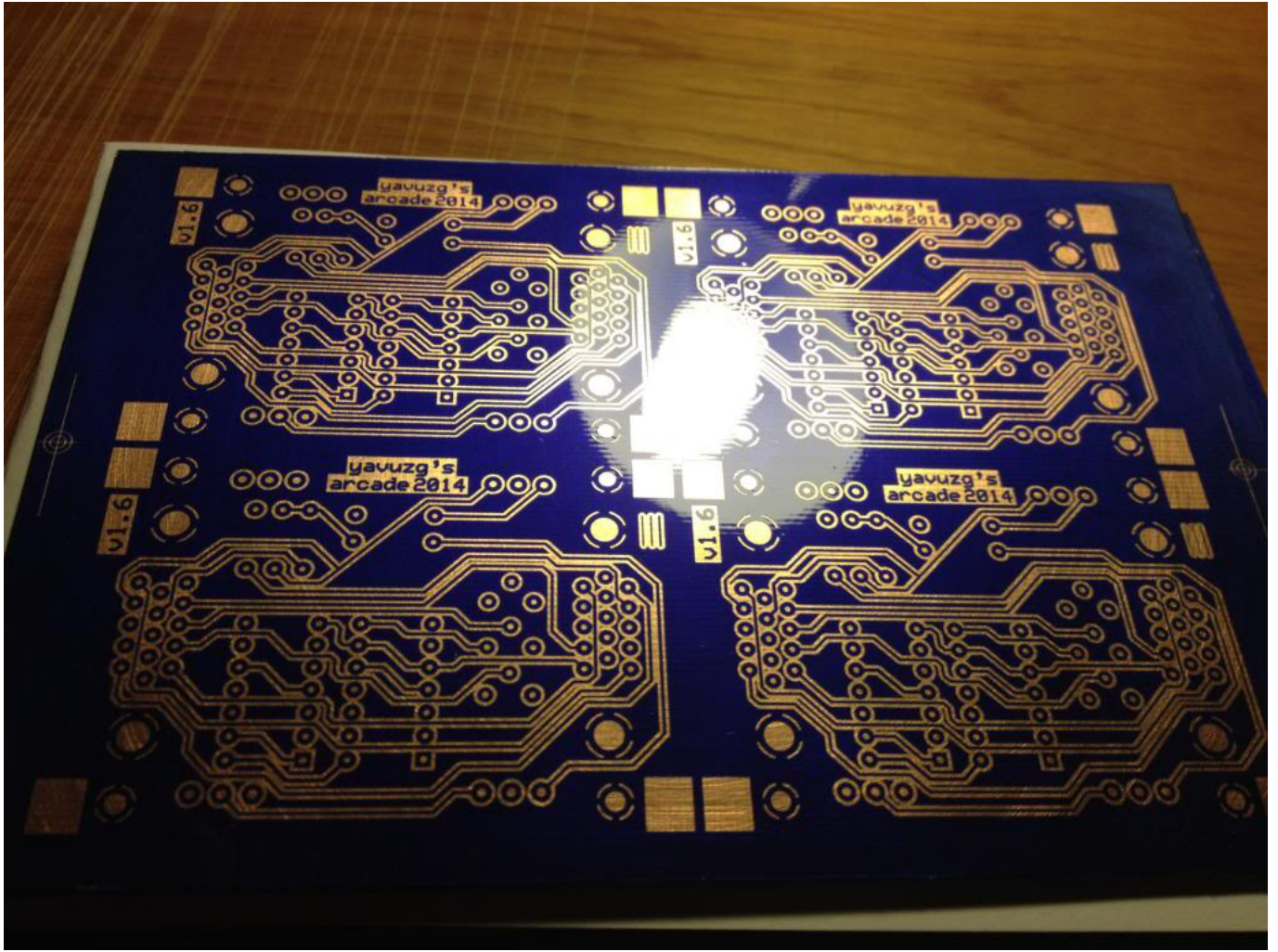
PCB'nin üzerinde eriyen filmi uzaklaştırın. İlk başlarda fırça sanki hafif hafif yapıştırmış zorlanıyormuş gibi gelecek. Sonra bu his kaybolmaya başlayacak. Eğer çift taraflı PCB banyoluyorsanız arada bir diğer tarafını çevirin (eldiven kullandığınızı varsayıyorum - mutlaka!!!)

Sıvı zamanla iyice bulanacak...

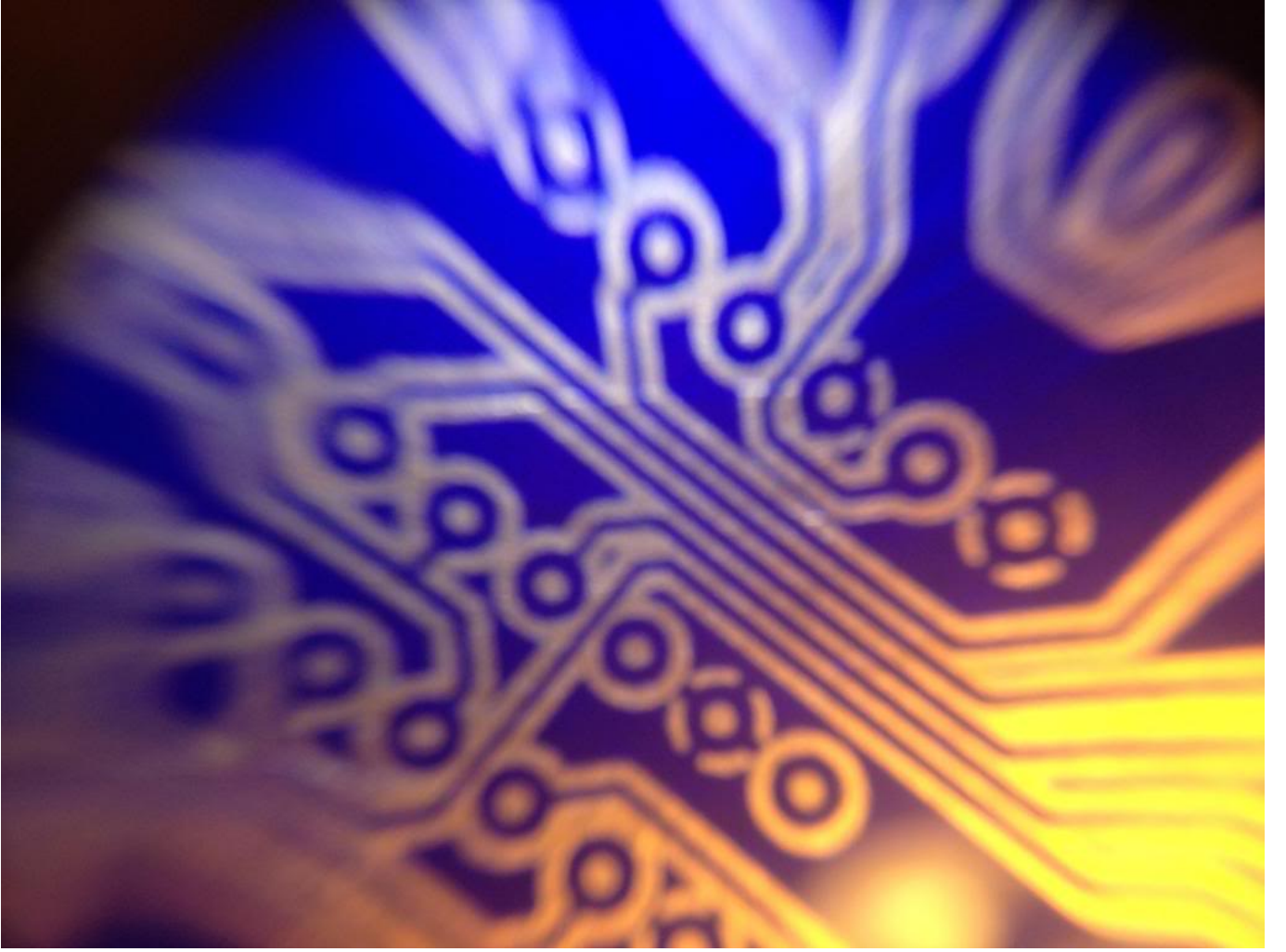


Toplam 4 dakikayı geçirmeyin. 4 dakika sonunda PCB'yi sıvıdan çıkartın ve muslukta güzelce yıkayın. Parmaklarınızı PCB'nin üzerinde gezdirerek hafif hafif ovalayın, korkmayın eğer laminasyonu söylediğim gibi yaptıysanız filme zarar vermezsiniz. Parmaklarınızda "sümüksü" bir his kalmayınca kadar PCB'yi yıkayın. En son ıslak kağıt havlu/tuvalet kağıdı ile PCB'nin suyunu (ve kalan sümüksü

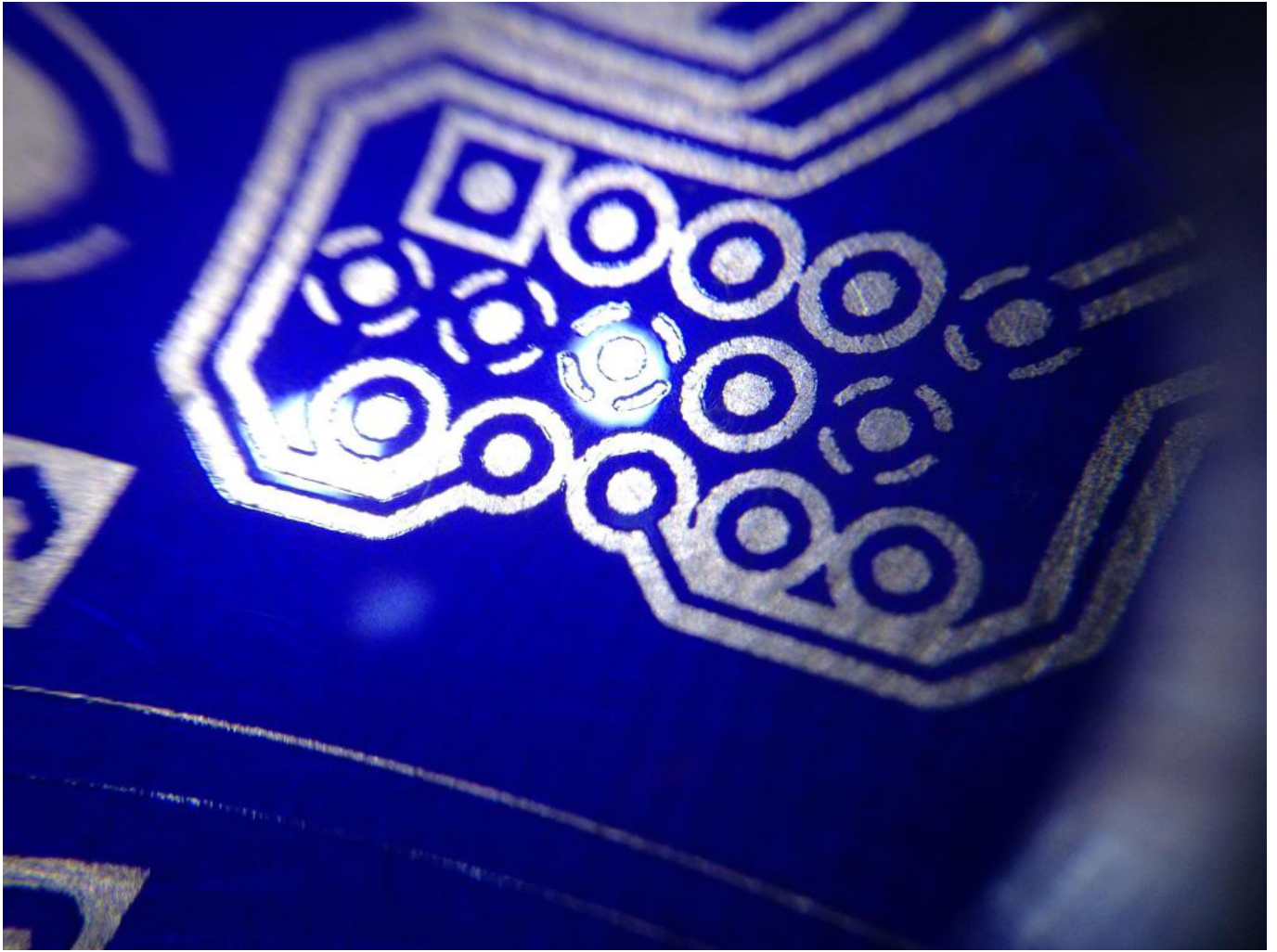
şeyi) silin.



PCB'nizi hatlar arasında film kalmışımı diye mercekla kontrol edin...



Işığa hafif açı verdirince hatlar arasındaki filmin kalınlığını görebilirsiniz. Bu şekilde hatlar arasında malzeme kalmışmı anlaşılır...



Sonuçtan 100% tatmin olmadan bir sonraki aşamaya geçmeyin. Hatlar tam temizlenmemişse geriye dönün ve denemeye devam edin. PCB'nin üzerindeki filmi Sodyum Hidroksit banyosuna atarak çıkartabilirsiniz. Unutmayın burada pahalı olan film değil PCB'nin kendisi!

Son aşama, asitte eritme. Bu kısmı detaylı anlatmayacağım zira yazımın önceki aşamalarında kullandığım teknik aynı. Sadece kullandığım çözelti formülünü bir kez daha yazayım, önceki aşamalarda fazla H₂O₂ (Peroksit) kullandığımdan nerdeyse klor zehirlenmesine maruz kalıyordum... Kahkaha

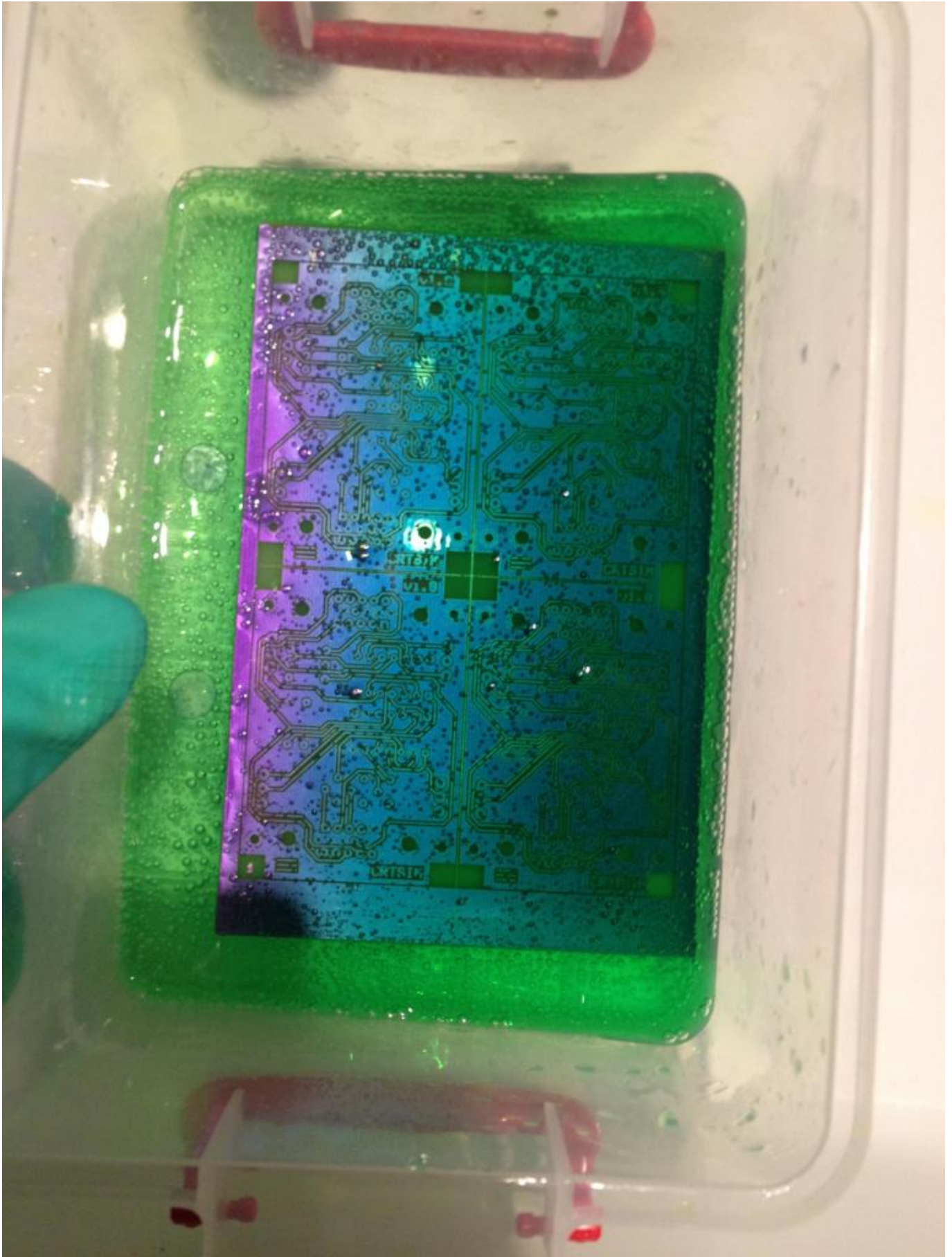
1 ölçü %30'luk HCL (Hidroklorik asit) 2 ölçü %3'lük H₂O₂ (Perhidrol)

Malları hazırladık, birbirlerini çizmesinler diye kağıtların arasına koyduk, şimdi havalandırması olan bir yere gidiyoruz (tuvalet, banyo, mutfak v.s.).



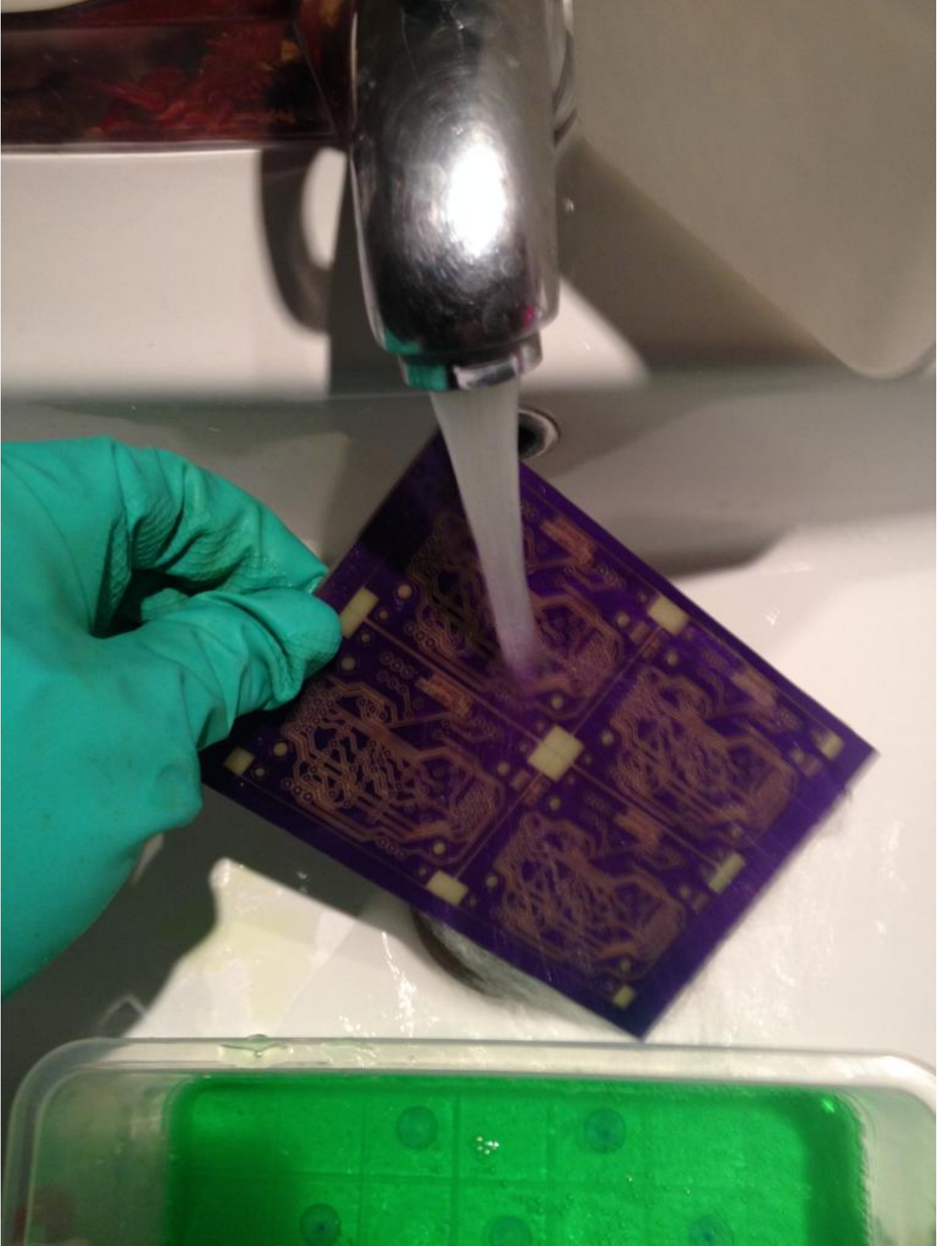
Asit ile eritme işimizi mutlaka lavaboda yapın. Eliniz çarpar asit dökülür v.s. ne olursa lavaboda olsun bitsin

PCB'yi asit çözeltimize atıyoruz ve 1-2 dakikada kimyasal süreç başlıyor (klor kabarcıkları)



Bakırın tamamen erimesi sanırım 4-5 dakikayı buluyor. Ben hep şeffaf epoksi plaket kullanırım. Biraz daha pahalı ama hem dayanıklı hem de şeffaf olduğundan bakırın tamamen eriyip ermediğini kolayca anlıyorum.

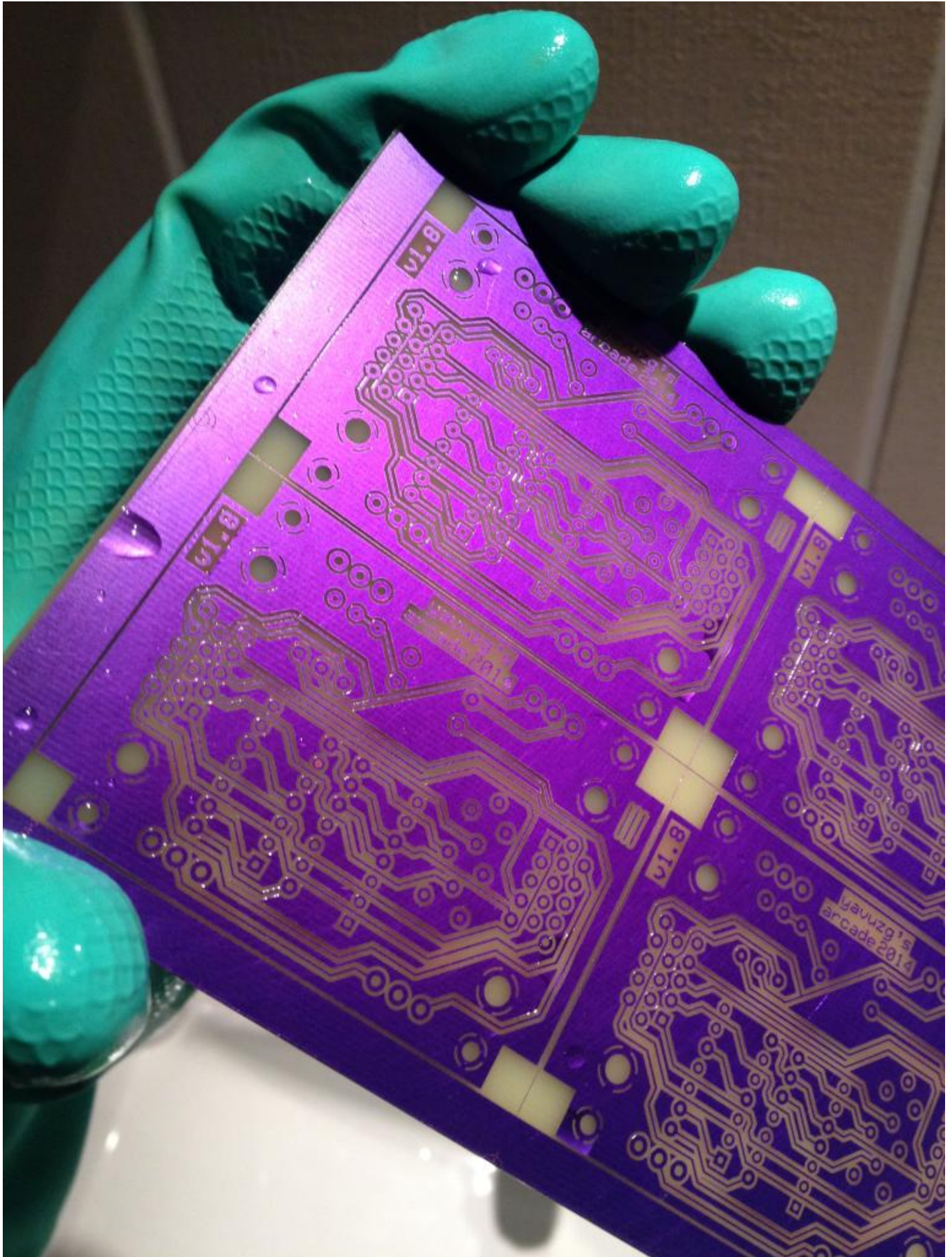
Erime işi bitince PCB'yi muslukta güzelce yıkıyoruz...



Gözünüzle muayene edip erimesi gereken kısımların tamamen eridiğinden emin oluyoruz. Erimemiş kısım varsa tekrar asite atabilirsiniz.

Film asite karşı çok sağlam. Yani asitte unutsanız bile koruması gereken kısımlara pek de bişey olmuyor.

Ve sonuç...



PCB'ler delinmeye ve montaja hazır Kahkaha



Evde PCB yapımı konusunda arayışlarım devam etti ve araştırıp bulduğum ve kullandığım teknikleri de anlatmaya devam edeyim.

En son PCB'leri kuru film tekniği ile ıkartmıştık. Şimdi sıra çift taraflı PCB üretirken yaşadığımız en büyük problemi çözmeye geldi; Alt yüzey ve st yüzeydeki bakır hatları devre Őemasında belirtilen birleşim noktalarından birleştirmek.

Bu işin iki yolu var;

1) Hatları yüzeyler arasında dşeyeceğimiz bir bağlantı ile birleştirmek. Buna via deniyor ki bunu yazımın başlarında (ya da ortalarında, ben de hatırlamıyorum artık) anlatmıştım. 2) Delik içi kaplama.

İlk metod (via) ok zahmetli ve montaj süresini inanılmaz uzatıyor. Üstelik PCB tasarımına hem ek karmaşıklık getiriyor hem de PCB yüzeyinde ek yer kaplıyor. Gerçi eğer tasarımımızda SMD (yüzey elemanları) kullansaydık bir Şekilde via kullanmak zorunda kalacaktık zira bu tür elemanların delikten geçecek bacakları yok, adı üzerinde yzeze lehimleniyor.

Diğer metod ise, alt ve st yüzey hatlarını elemanların delik içinden geçen bacağının olduğu yerden birbirlerine bağlayabilirsek (delik içi kaplama lafı buradan geliyor) hem PCB tasarımımız daha sade oluyor hem de PCB yüzeyinde ek yer kaplamıyor.

Yılan hikayesine dönen CRTSIM devresinin ilk prototip tasarımında via kullanmıştım. Sonra montajın zahmetini gördükten sonra ikinci yol olan "Delik içi kaplama" yöntemini denemeye karar verdim. Delik içi kaplama tekniğinin benim bulabildiğim temelde iki yöntemi var;

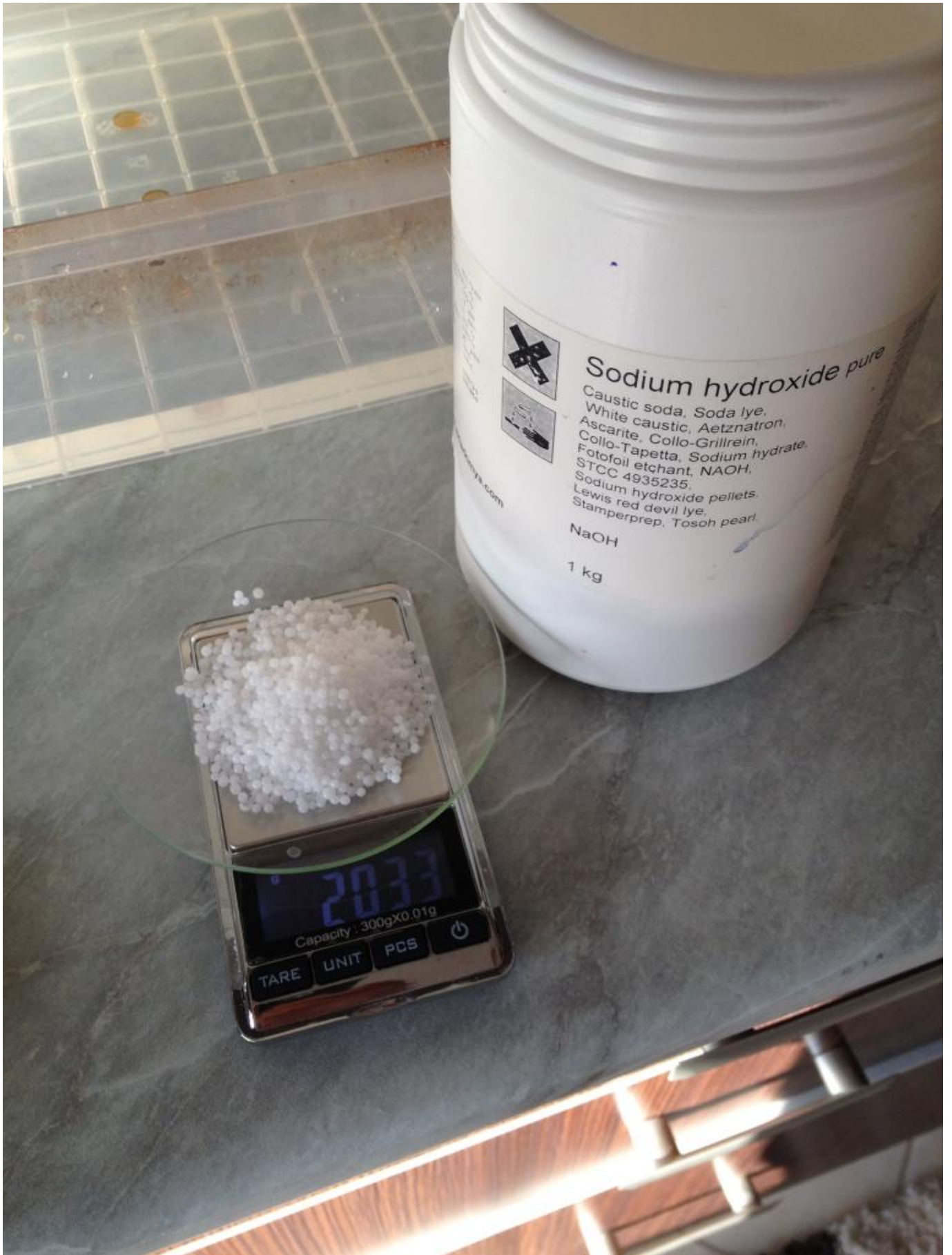
1) Kimyasal/elektroliz yöntemi: Bu yöntemle bir sıvı içindeki kimyasal olarak erimiş bakırın elektroliz ile PCB yüzeyleri arasındaki deliklerde birikerek delik ilerinin bakırla kaplanması.

2) Delik ilerine takılan ve "PCB rivet" diye bilinen ince bakır tüplerden kullanmak.

Bu rivetlerin denemesini yine bu yazımda bir iki sayfa önce yazmıştım. Şimdi bunları gerçek PCB'ler üzerinde kullanımını göstermeye çalışacağım.

Eveet, önce dry film ile çıkarttığımız PCB'lerin üzerine yapışmış olan filminden kurtulmak lazım. Bu film öyle asetonla alkolle kolayca çıkmıyor.

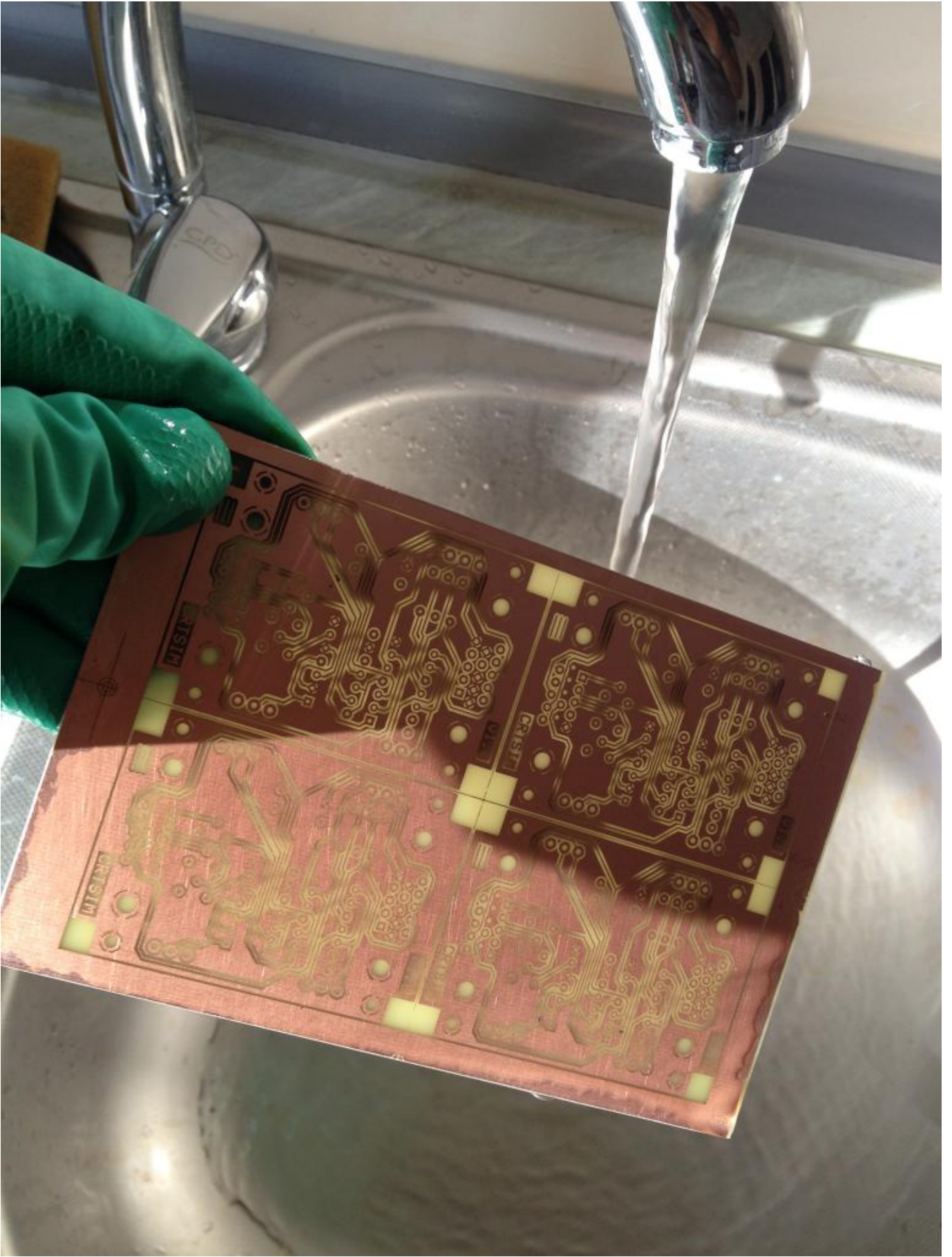
Bunun için bir miktar Sodyum Hidroksit (NaOH) kullanıyoruz.



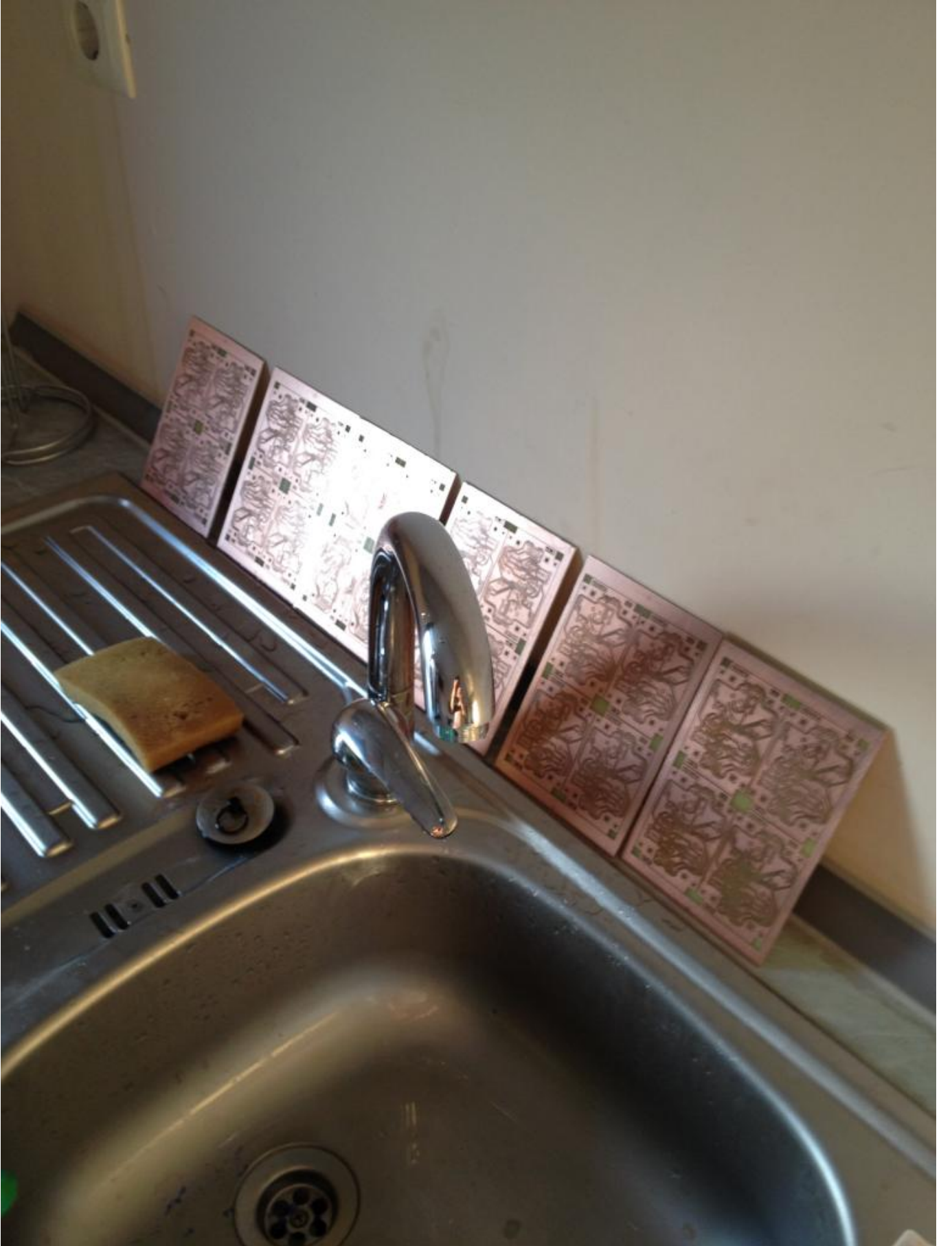
NaOH suda tamamen eridikten sonra PCB'leri bu sıvının içine bırakıyoruz.



Bir süre sonra film kendini bırakıyor. PCB'leri iyice yıkıyoruz...



Ve kurumaya bırakıyoruz...



Kuruduktan sonra PCB'ler artık delik içi kaplama işlemine hazır.

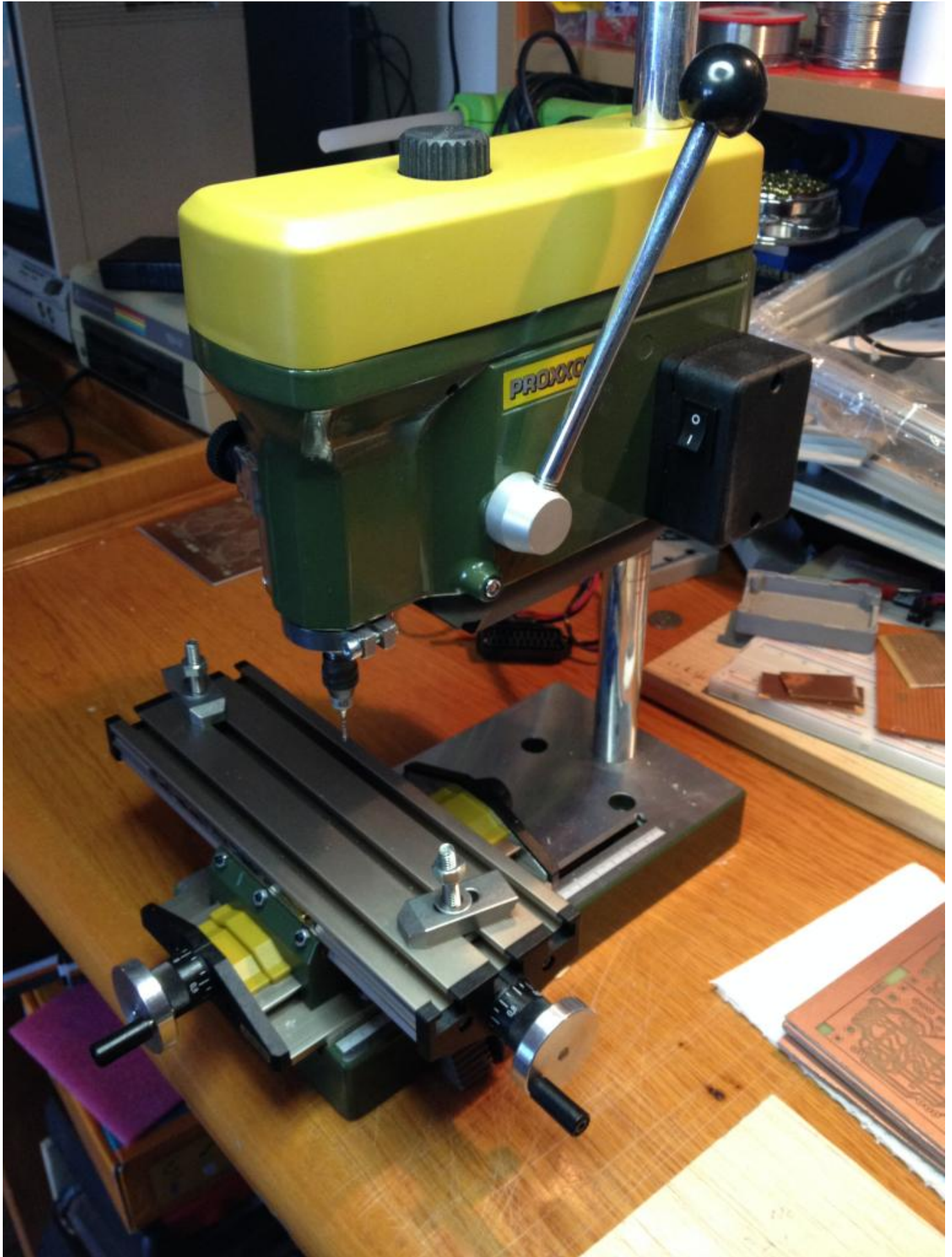


Bu delik içi kaplama tüplerini (PCB rivet) PCB'ye geçirmek için doğal olarak önce delik açmamız gerekiyor. Bu delik açma işini de "düzgün" yapmadığımız zaman rivet'ler PCB'den düşüyor.

Delikleri açmak için önce dremel ve sütun matkap istasyonu kullandım ve sonuçlardan hiç memnun kalmadım. Yaşadığım temel sorun dremel'in az da olsa salınım yapması sonucu açmaya çalıştığım delik daha geniş oluyor veya tam açmak istediğim yerden kayıyordu. Buna bir de Dremel istasyonunun dremel'in bağlandığı aksamı "plastikten" yapmış olması titremeyi ve tutarsızlığı artırıyordu.

İki seçeneğim vardı, ya bu hoby'yi "küfrederek" ama "hesaplı" bir yoldan ilerletecektim ya da araştırıp bu işin "doğru" yolunu bulacaktım.

Doğru yolu budur:



Birçok yapı market reyonunda “rakip” ürün olarak yanyana satılsalar da Dremel ile Proxxon TAMAMEN ayrı ligde. Aynı spor bile değil!!!

Peki bu mini sütun matkabı neden seçtim?

1) Proxxon kayış mekanizması kullandığından matkap ucu eksenini üzerindeki salınım sifira yakın. 2) Kol mekanizması Dremel veya benzeri el aletleri için yapılmış diğer sütun matkap aparatlarında olduğu gibi komple tüm motoru indirip kaldırmadığından delik hassasiyeti ve tutarlılığı sağlanmış. Bu arada Proxxon'un da Dremel gibi el aleti takılan matkap istasyonu var ve o da bu işe uygun değil. 3) Alet "ağır". Görünüm ve malzeme olarak 2. Dünya sayışı alman teknolojisi havası var. Bu aletin titreşimini ve sesini azaltıyor.

Neyse, kısa proxxon reklamından sonra kısaca PCB için açacağınız deliklerin boyutu ve lokasyonu çok önemli değilse hoby matkaplar veya dremel/proxxon ile uygun matkap istasyonu kullanılabilir. Yok eğer delik lokasyonu ve çapının tutarlı ve hassas olmasını istiyorsanız bu tarz bir şeye ihtiyacınız var.

Kullandığım model bu:



Deliklerin "temiz" açılmasını istiyorsanız bir diğer önem vermeniz gereken konu matkap ucu. Ne dremel ne de elektronikçilerden alacağınız ucuz matkap uçları PCB üzerinde "temiz" delik açmıyor. Ya önden "eh işte" arkadan bakırları yamultup kaldırıyor ya da tamamen bakır artığı bırakıyor. Yine

söyledüğim gibi, kırkta yılda bir PCB yapacaksınız idare eder ama yüzlerce binlerce delik açmanız gerekiyorsa, hele o deliklerden 1mm kalınlığında bir rivet geçirecekseniz deliklerin sıfır hatalı tertemiz açılması lazım. Bunun için de "tungsten carbide" denilen PCB delikleri için özel uçlardan kullanmalısınız.



Bu uçları rivet'ları da aldığım Watterott'dan satın aldım.

Bir diğer konu ise delikleri açtığımız noktanın hassasiyeti. Bunu elle sağlamak oldukça zor. Hem PCB'yi tutup hem de matkabı indirme içini yaparken kaydırma, hizayı kaçırma gibi sorunlar yaşıyorsunuz ve pahalı karbit ucunuz çıt diye kırılıveriyor. Bu soruna da kökten çözüm bulmak için pek de ucuz olmayan ancak kafamın rahat ettiği bir diğer proxxon aparatı aldım; koordinat tablası.



Bu koordinat tablası kullandığım matkabin tablasına kolayca monte edilebiliyor. İki manivelası sayesinde üzerine monte edilmiş olan malzemeyi X ve Y yönlerde milimetrik hareket ettirebilirsiniz. Hassasiyetini şöyle anlatayım; manivelanın bir tam turu malzemeyi sadece 1mm hareket ettiriyor... Bu sayede örneğin yanyana bir sıra delik açmak istediğinizde (örneğin bir entegrenin

bacakları) sadece bir eksenin manivelasını çevirerek malzemeyi düzgün bir hat üzerinde hareket ettirip delikleri açıyorsunuz.

Sanırım bu sisteme CNC tezgahın elle çalışması diyebiliriz.

Şimdi bu düzenekle sıra geldi PCB'lere rivet'ları yerleştireceğimiz delikleri açmaya. PCB'yi hizalamak artık çok kolay...



Delikleri açarken bile çıkan epoxy tozunu daha sonra temizlemesi bir dert. Ama bu sefer akılandım Kahkaha küçük ucuz sessiz bir elektrik süpürgesi de aldım. Bu hem masanın altına kolayca yerleşiyor, ayakla da kontrol edebiliyorum hem de torba vs derdi yok. Normal ev işleri için de güçsüz olduğundan başka kimse de sulanmıyor



Çıkan tozu anında temizliyorum ve hanımlan da elektrik süpürgesi kavgası etmiyoruz artık



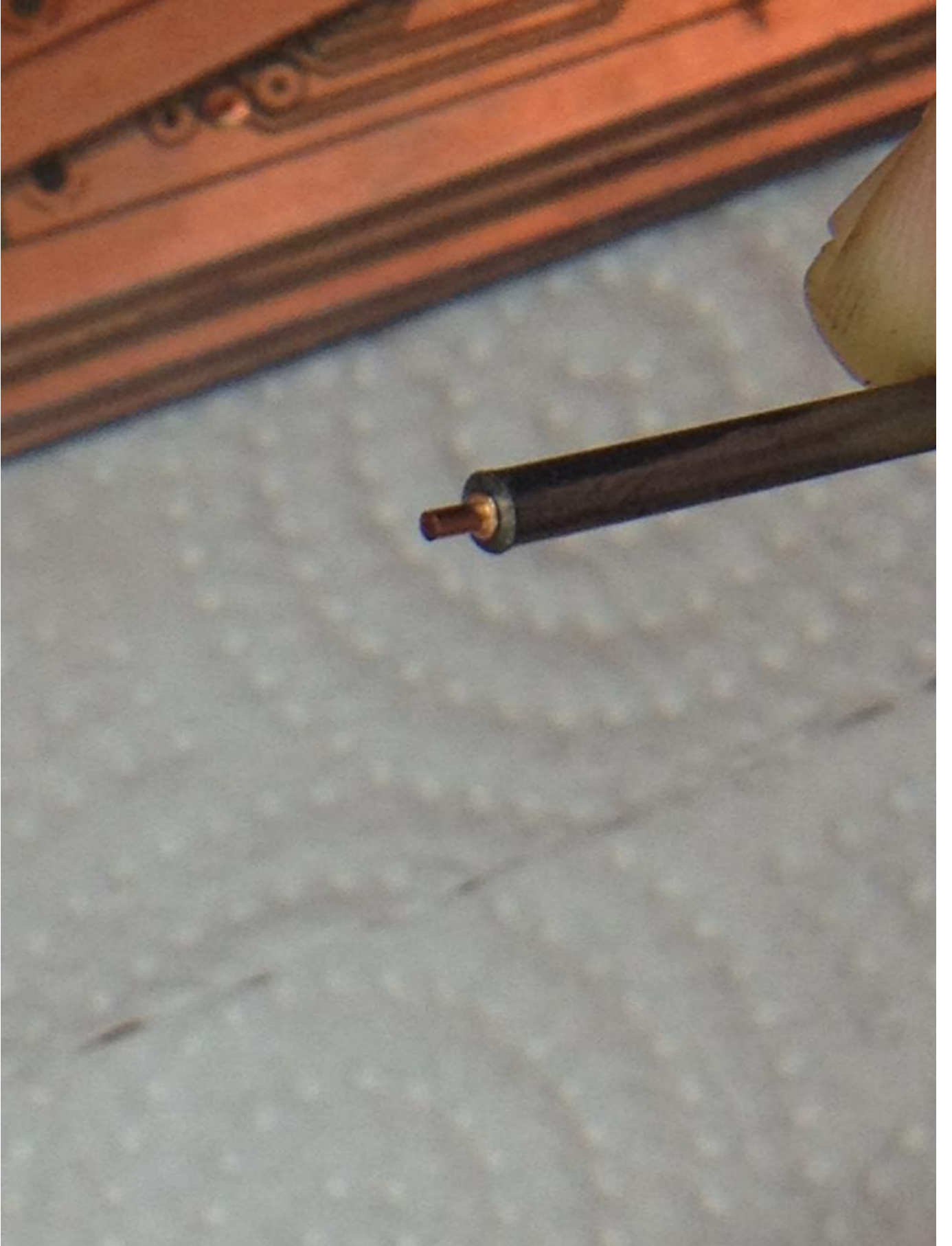
Deliklerimizi açtıktan sonra sıra geldi rivetleri yerleştirmeye.

Bu PCB rivet'ları yerleştirmek için bunları üreten Bungard firmasının elle çalışan bir cihazı da var. Ancak bu alet hem pahalı, hem ağır, hem de uçlarının tanesi bile €100. Bunun yerine basit montaj

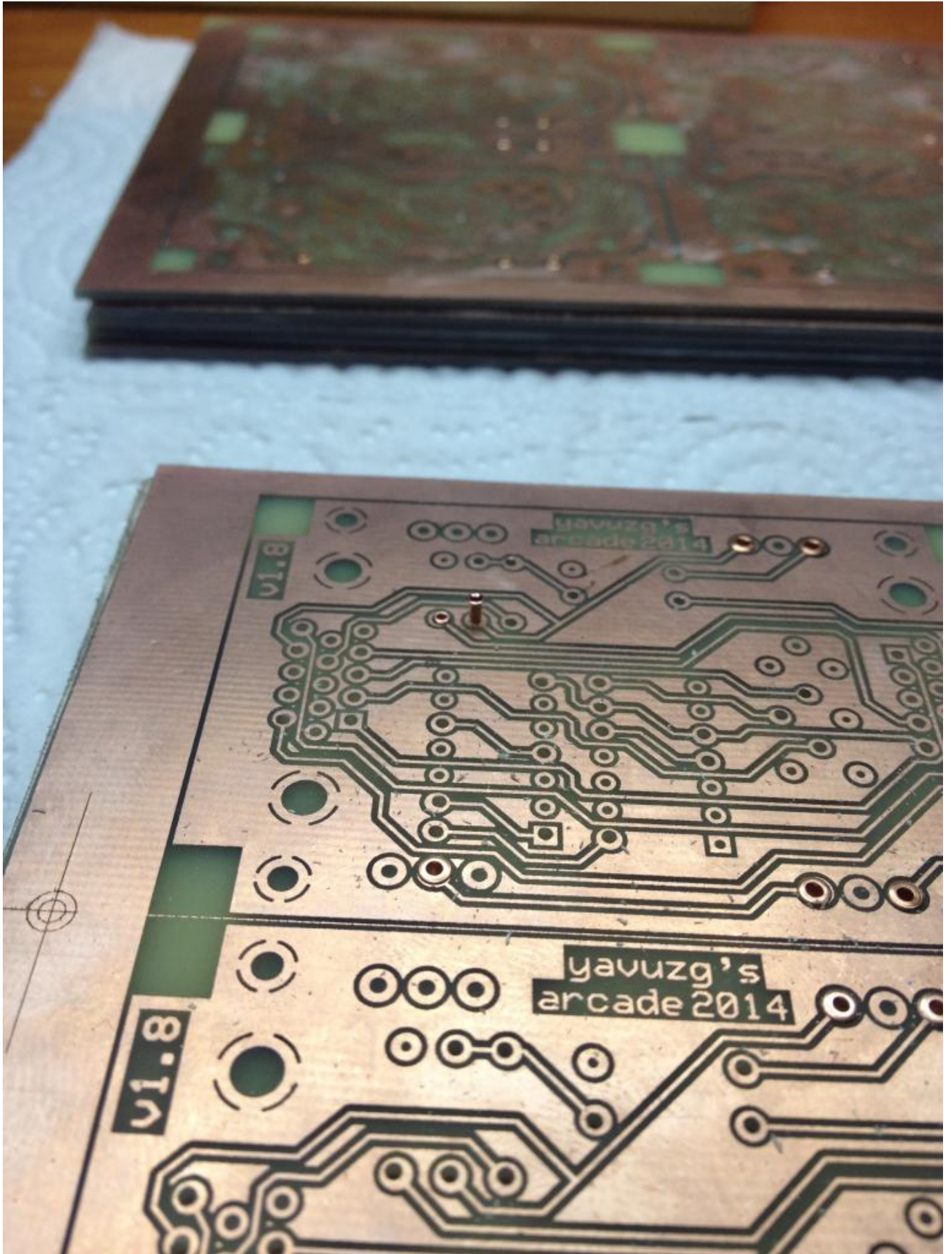
uçları buldum.



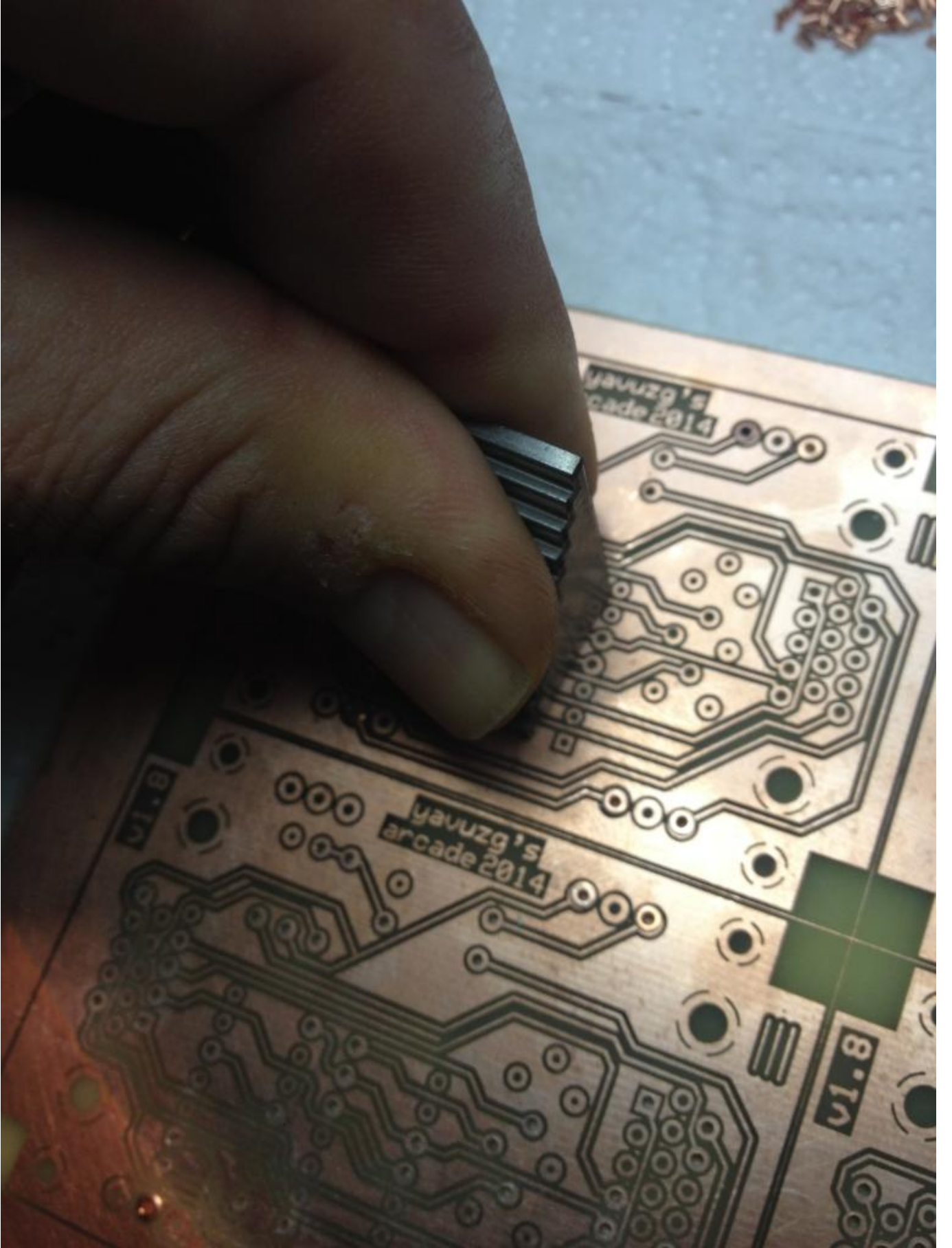
Rivet'i bu aparatla alıyoruz.



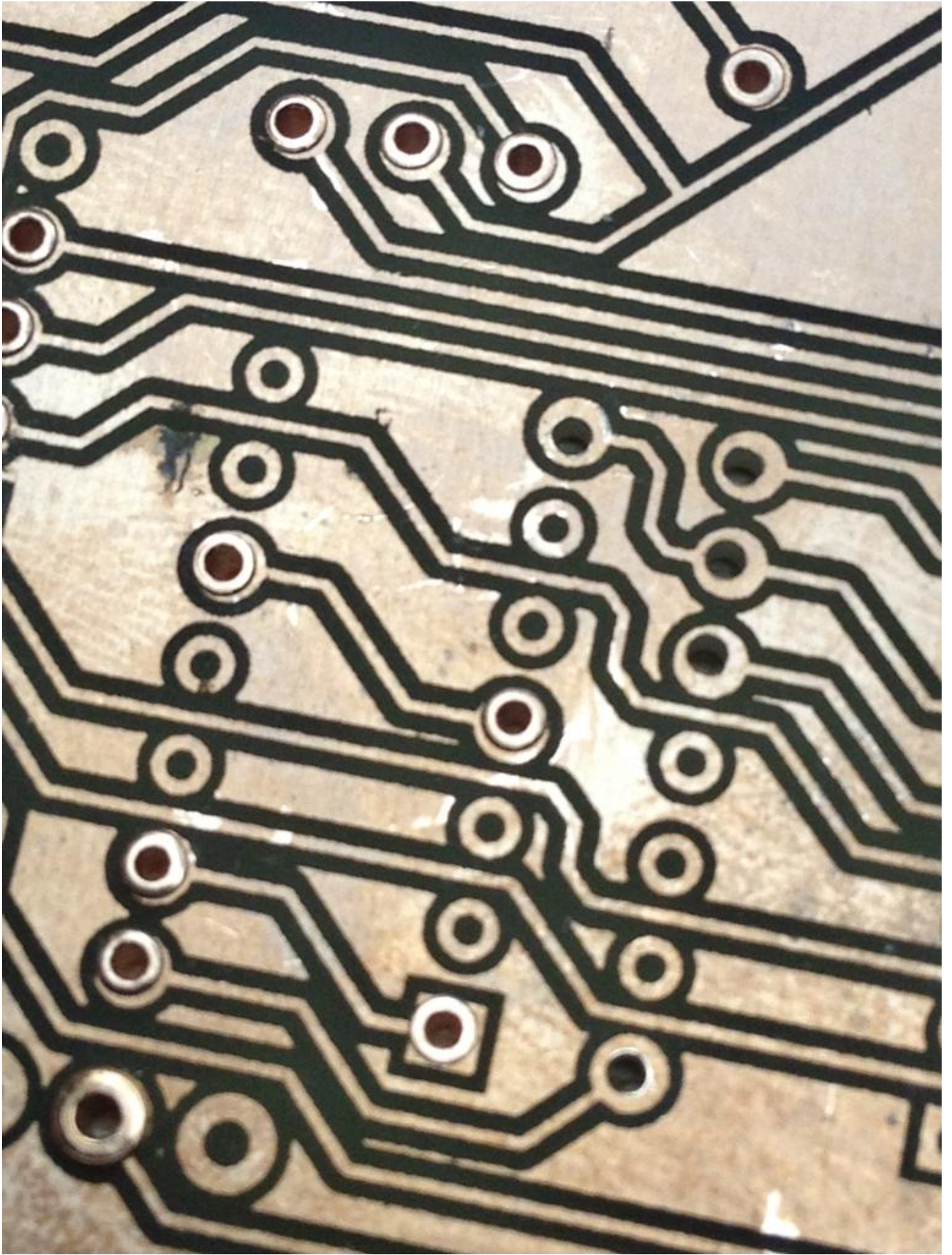
Sonra PCB'nin üzerindeki deliğe çok zorlamadan yarım oturtuyoruz.



Sonra bir metal parça (ben koordinat tablasının metal tutucu aparatını kullandım) veya küçük bir çekiç ile rivet'i yerine tam olarak oturtuyoruz.



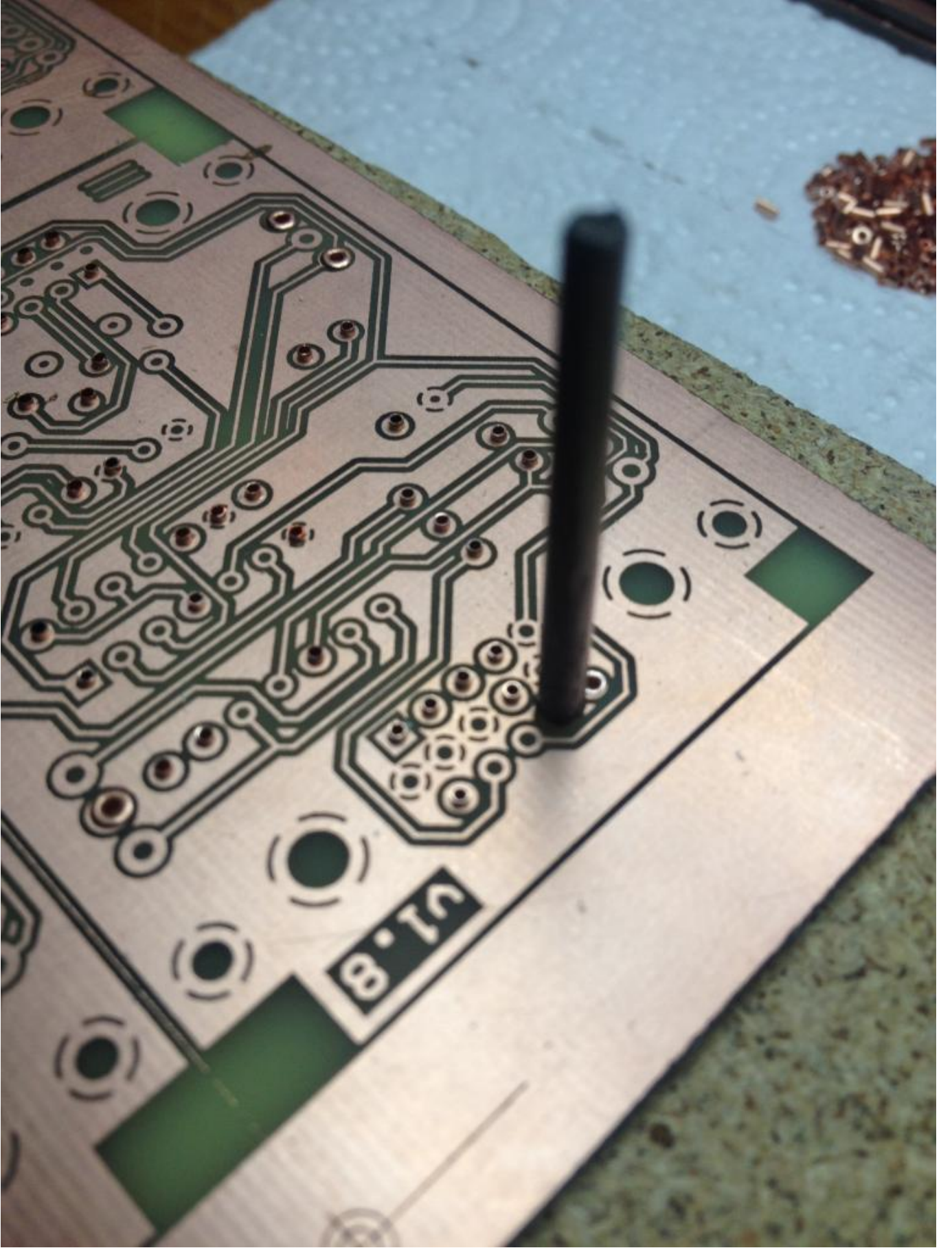
Bu şekilde tüm rivetleri PCB yüzeyine yerleştiriyoruz.



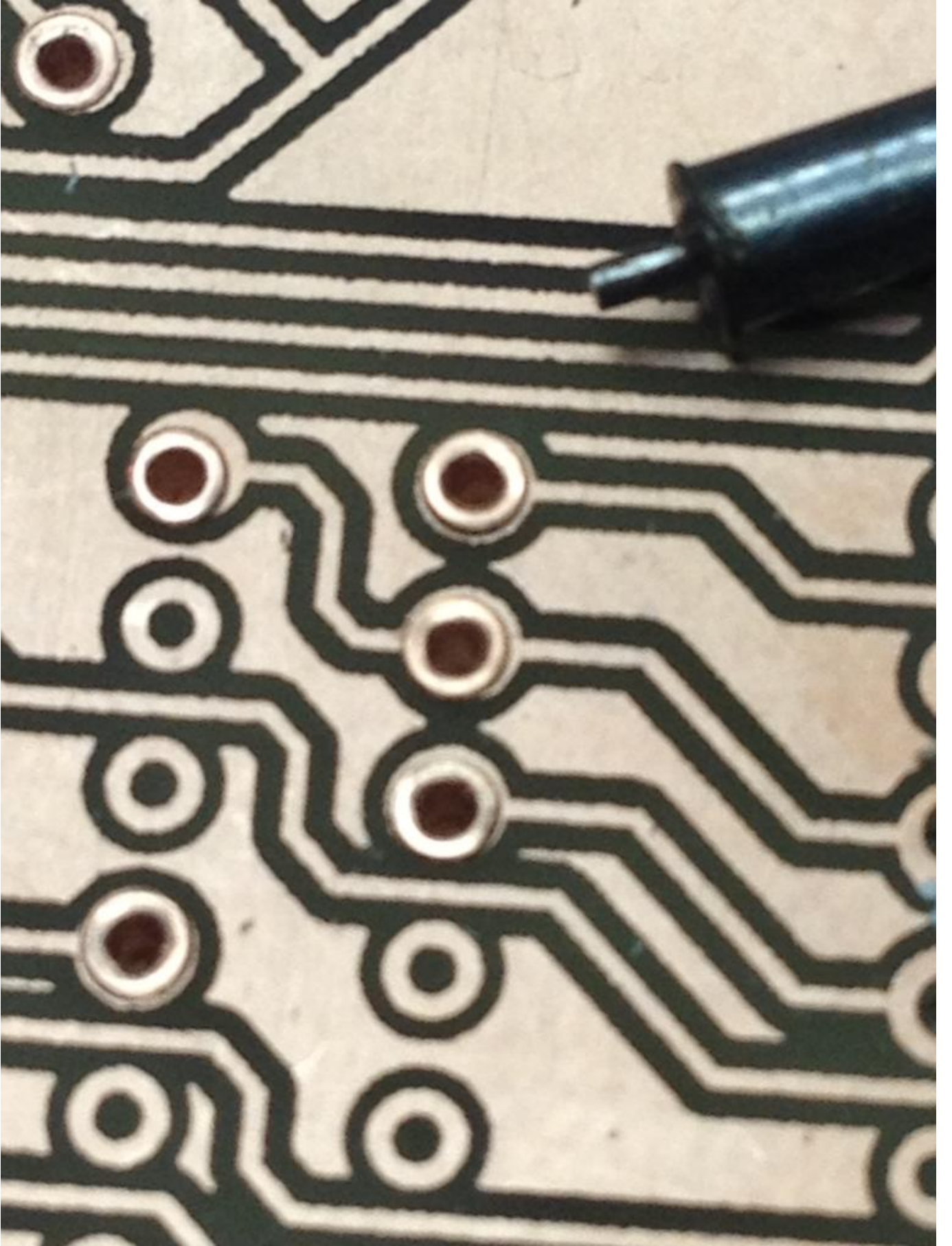
Daha sonra PCB'yi ters çeviriyoruz. Rivetlerin uçları öteki yüzeyden çıktı.



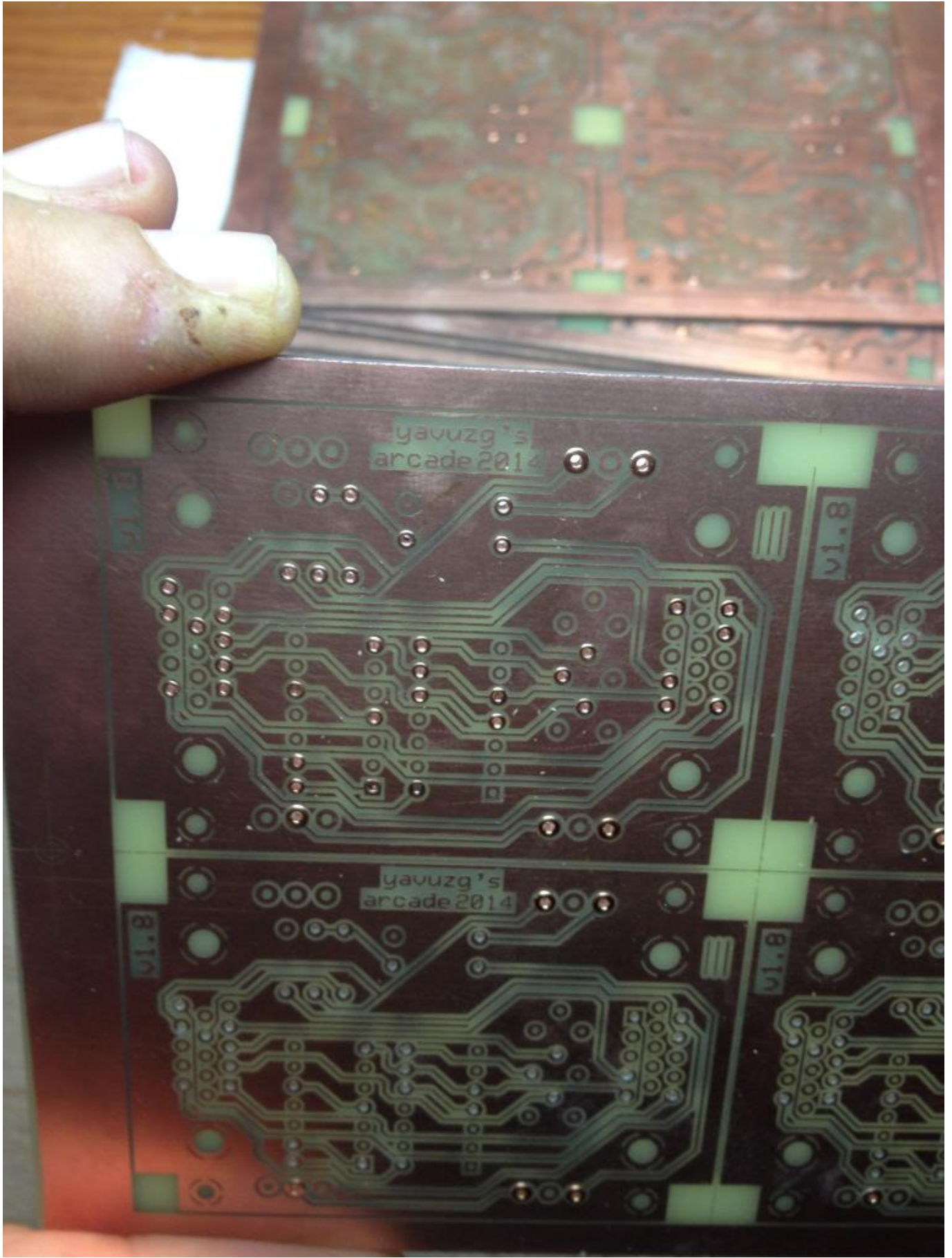
Öteki yüzeyden çıkan uca rivet apartımızı geçiriyoruz.



Sonra çekicimizle aparata hafif hafif vuruyoruz. Sonuçta tahtaya çivi çakmıyoruz, 0.8 mm'lik bir bakır tüp bu ezdiğimiz. Bu aparat sayesinde rivet'in PCB'nin arka yüzeyinden çıkan ucu şapka gibi açılıyor ve rivet PCB'ye sabitlenmiş oluyor.



Bu şekilde tüm rivet'leri sabitliyoruz.



Sabır gerektiren bir iş ama evde delik içi kaplamalı PCB yapacaksanız bulabildiğim en pratik yol bu.

Evde PCB yapımın sonlarına doğru geliyorum.

Bu aşamada PCB'lerimiz diğer deliklerin açılması ve 4'lü olarak durdukları plakette kesilmesiyle montaj aşamasına normalde geldi.



Ancak ben uzun yıllardır hep aklımda olan bir şeyi daha denemek istiyorum;

Soldermask

hani şu “yeşil” kaplama.

Soldermask, lehim yapmayı kolaylaştırması, lehimlerin parça bacaklarında derli toplu görünmesini sağlaması ve bakır yolları yıllar içinde oluşabilecek korozyona karşı dayanıklılığını artırması gibi amaçlarla profesyonel elektronik devre kartlarında yıllardır kullanılan bir kaplamadır. Genellikle “yeşil” renkte olup (artık kırmızı, mavi, siyah, sarı v.s. renklerde de üretiyorlar) bir devre kartına o “klasik” elektronik devre görünümü kazandıran bir malzeme...

Peki evde yaptığınız bir prototip veya proje PCB'si için gerekli mi? Pek değil.

Ancak yaptığımız PCB'lere profesyonel bir prototip PCB görünümü vermek adına denemeye değer

Soldermask prosedürünü 6 adımda tamamlayacağız.

Adım 1: Kalay Kaplama (Opsiyonel)

İlk adım olarak PCB'lere “kalay kaplama” yapıyorum. Bu adım eğer zaten soldermask kullanacaksak gereksiz görünebilir ama gördüğüm tüm PCB'lerde hem soldermask hem de kalay kaplama vardı. Zaten çok basit bir adım. Bu yazı dizimde daha önceki sayflarda anlatmıştım...

PCB'mizi sıvıya daldırıyoruz...



Ve 2 dakika sonra çıkartıyoruz...



Sonra muslukta yıkıyoruz ve kurumaya bırakıyoruz. Hepsi bu



PCB'ler artık soldermask filmi ile kaplanmaya hazır...



Adım 2: Filmleri Hazırlamak

Kullandığım soldermask, aliexpress v.s. gibi yerlerde satılan “krem” tarzı soldermask değil! Adına Dynamask denilen kaliteli bir kuru film. Avrupada toptan olarak satılan bir iki online elektronik site'ında buldum ancak benim aldığım yer, PCB rivet gereçlerini de aldığım hollandalı mütevazı bir online dükkan:

<http://www.rembrandtlights.com/>

Film burada 30.5 cm x 20 cm boyutunda tabakalar halinde satılıyor. Bu boyut benim için ideal, zira tüm ekipmanım A6 boyutunda PCB hazırlamak üzere ve tek bir sayfa ile 4 tek taraflı veya 2 çift taraflı PCB kaplayabiliyorum.



Sayfayı çelik cetvel ve maket bıçağı kullanarak PCB'ye uygun boyutlarda bölüyorum.



A6 boyutunda filmlerim hazır



Bu arada bu film de UV ışığa duyarlı. Dolayısıyla gece ve loş ışık (floresan veya enerji tasarrufu lambalarından kaçının - bunlar az da olsa UV ışık saçar) altında çalışmanızı tavsiye ederim.

Adım 3: Laminasyon

PCB'leri hem üzerindeki yağ/tozdan arındırmak için hem de soldermask film daha iyi tutunsun diye aseton ile siliyoruz.



Tavsiyem bu iş için tuvalet kağıdı değil kalın kaliteli kağıt havlu kullanın. Tuvalet kağıdı pütür pütür dökülerek PCB üzerinde ince parçacıklar bırakıyor.



Sonra laminasyon aletimizi “en yüksek” ısı ayarına getirip 10 dk bekliyoruz. Bu soldermask film PCB üretmek için kullandığımız ince narin dry-film'lerden farklı. Biraz “heavy duty” bir şey olduğundan ancak yüksek ısıyla PCB üzerine tam olarak tutunabiliyor.



Soldermask film 2 adet ince koruyucu jelatin arasında (aynı cep telefonu ekran koruyucuları gibi). Önce “mat” tarafını açıyoruz. Bu iş için bir parça selobantı filmin köşesine hızlı hızlı değdirip çekerseniz koruyucu film köşeden kalkıyor. Koruyucu filmi tamamen çıkartmayın. Bir kenarı 2-3 cm

kadar açın yeter.



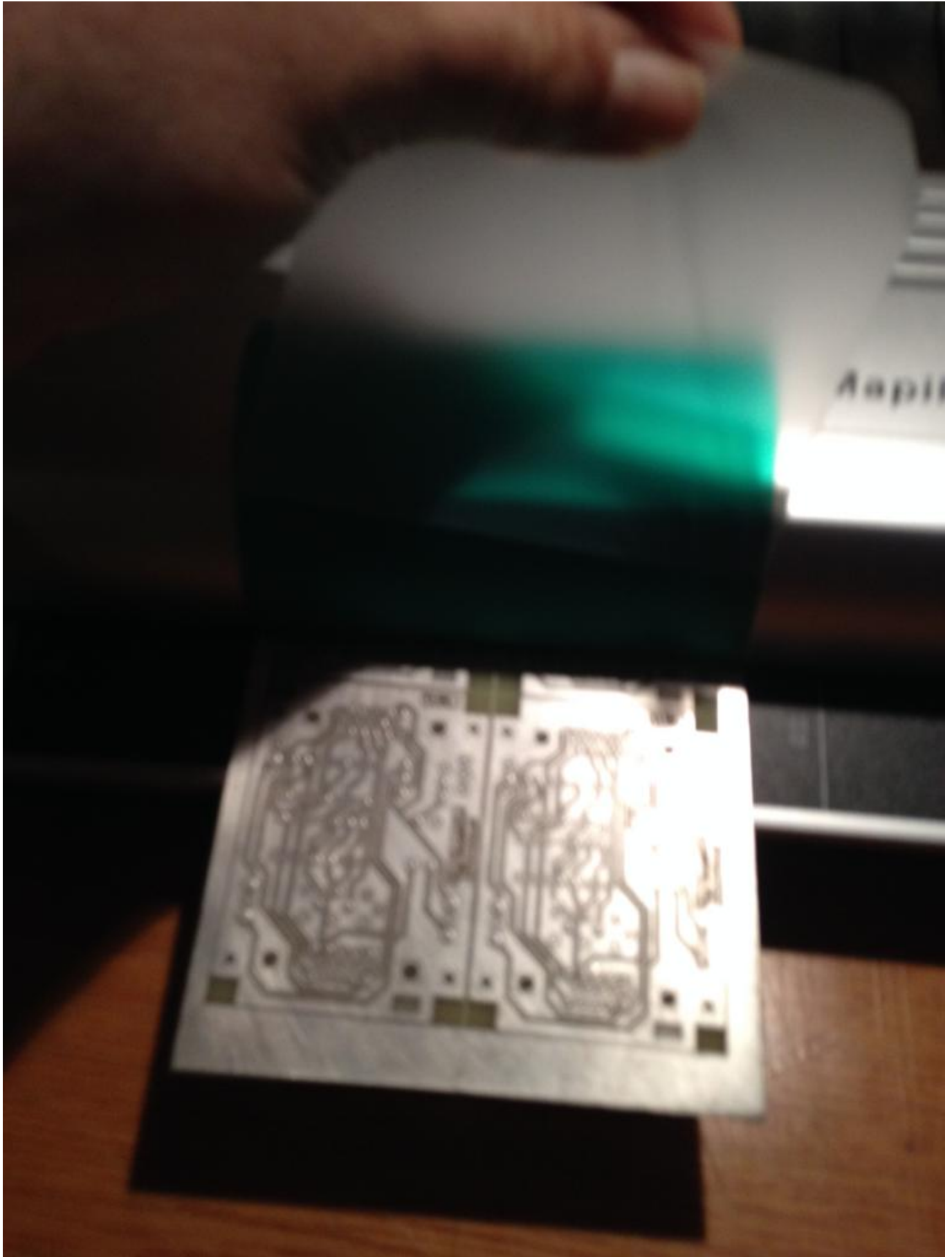
Sonra, açılan kenarı PCB'nin kenarına elimizle tutturuyoruz. Soldermask film yine diğer dry-film'lerden farklı olarak yapışkan değil. Bir çeşit, nasıl anlatsam, post-it den bile zayıf bir yapışkan yüzeyi var

diyelim... Neyse, bir kenarı soldermask film ile tutturulmuş PCB'yi laminasyon cihazına sürüyoruz.



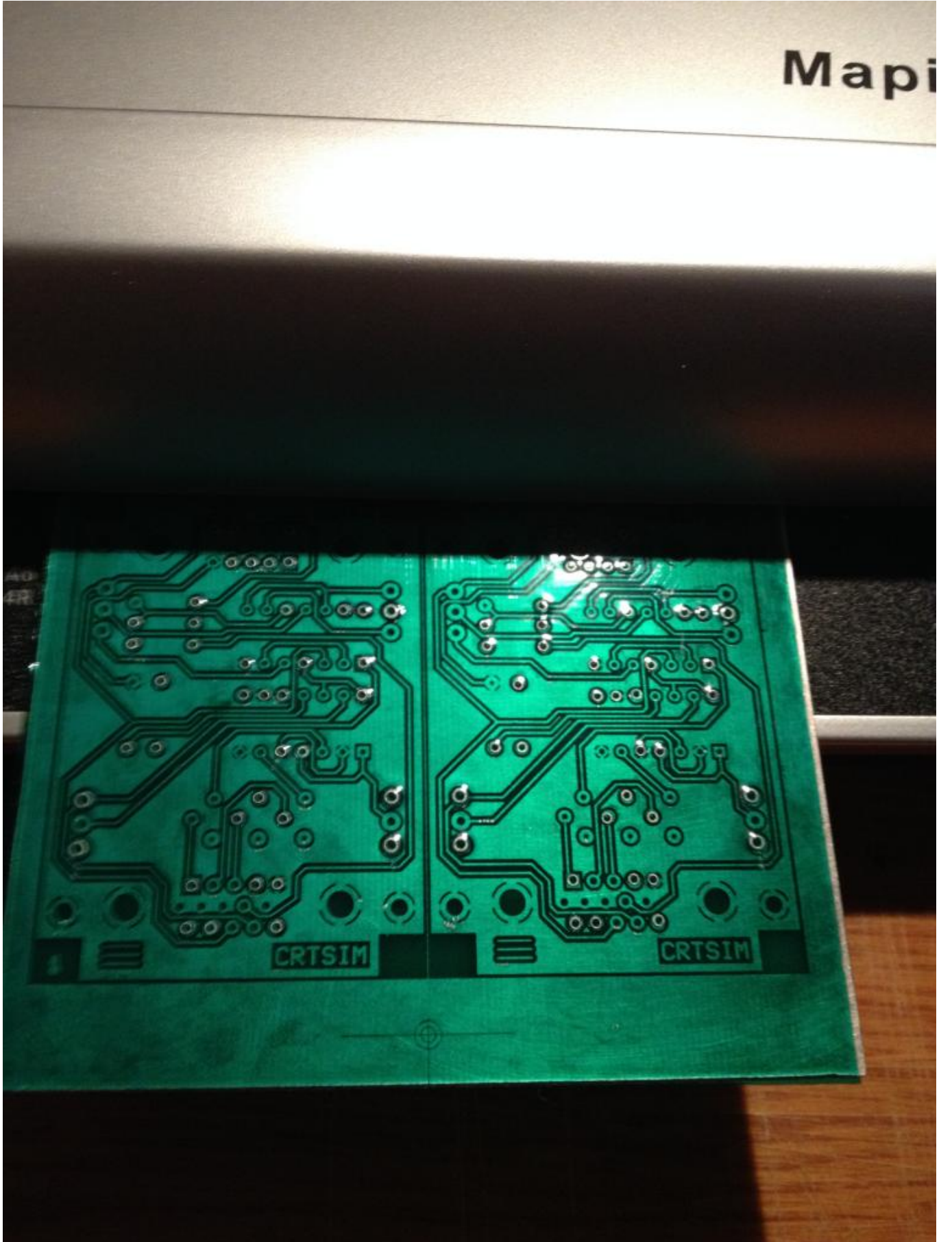
PCB laminasyon cihazında ağır ağır ilerlerken biz de biraz açtığımız koruyucu filmi elimizle tutarak

yavaş yavaş filmden ayrılmasını sağlıyoruz.

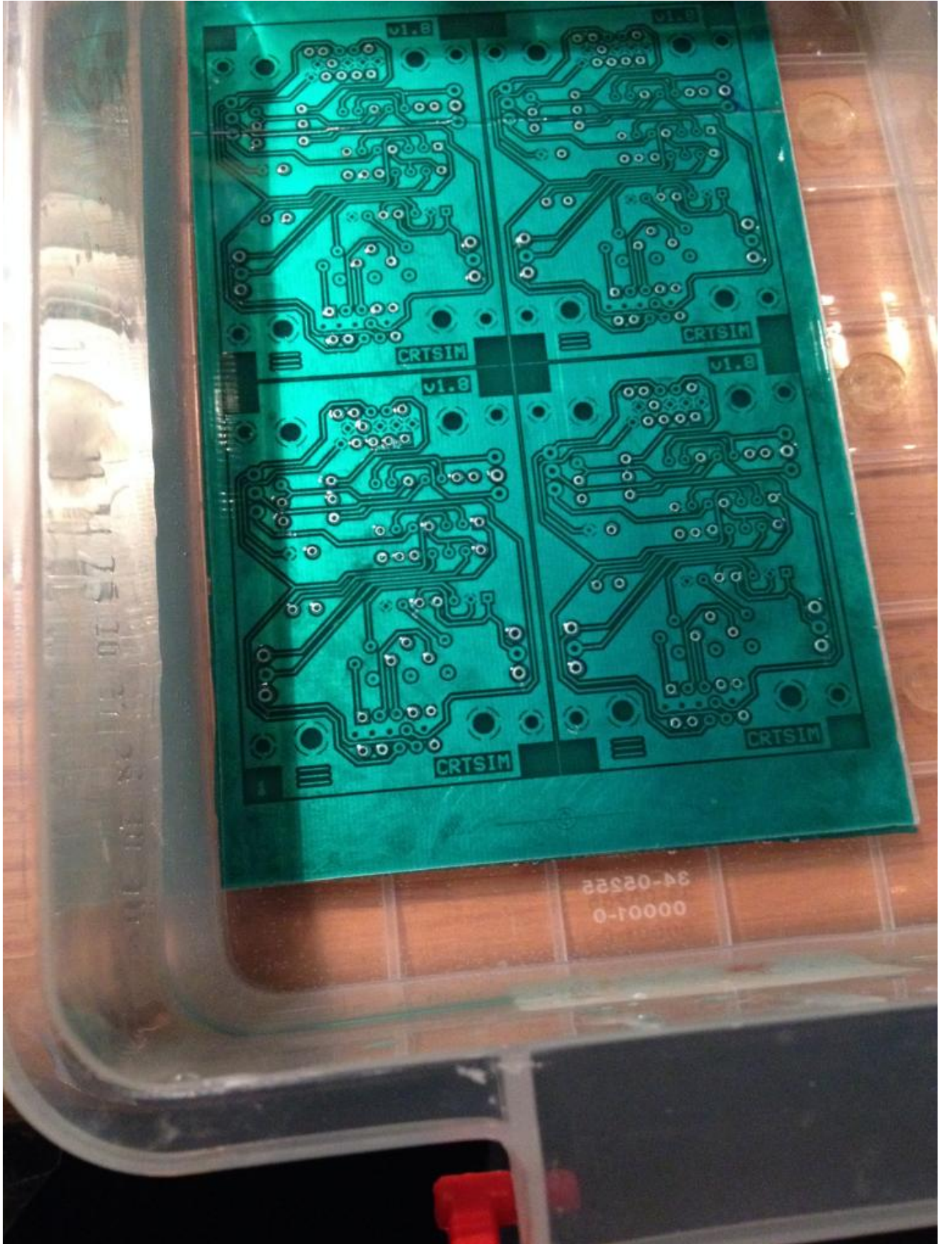


Bunu iki elinizle yapın. Ben fotosunu çekeceğim diye tek elle tutuyorum. Yoksa film buruşabilir (Netekim hafif buruştu benimki Kahkaha)

Eğer çift yüzeyli PCB hazırlıyorsak ikinci geçişten önce diğer yüzeyi de aynı şekilde hazırlıyoruz. Bu şekilde PCB'yi laminasyon cihazından 4 defa geçiriyoruz.



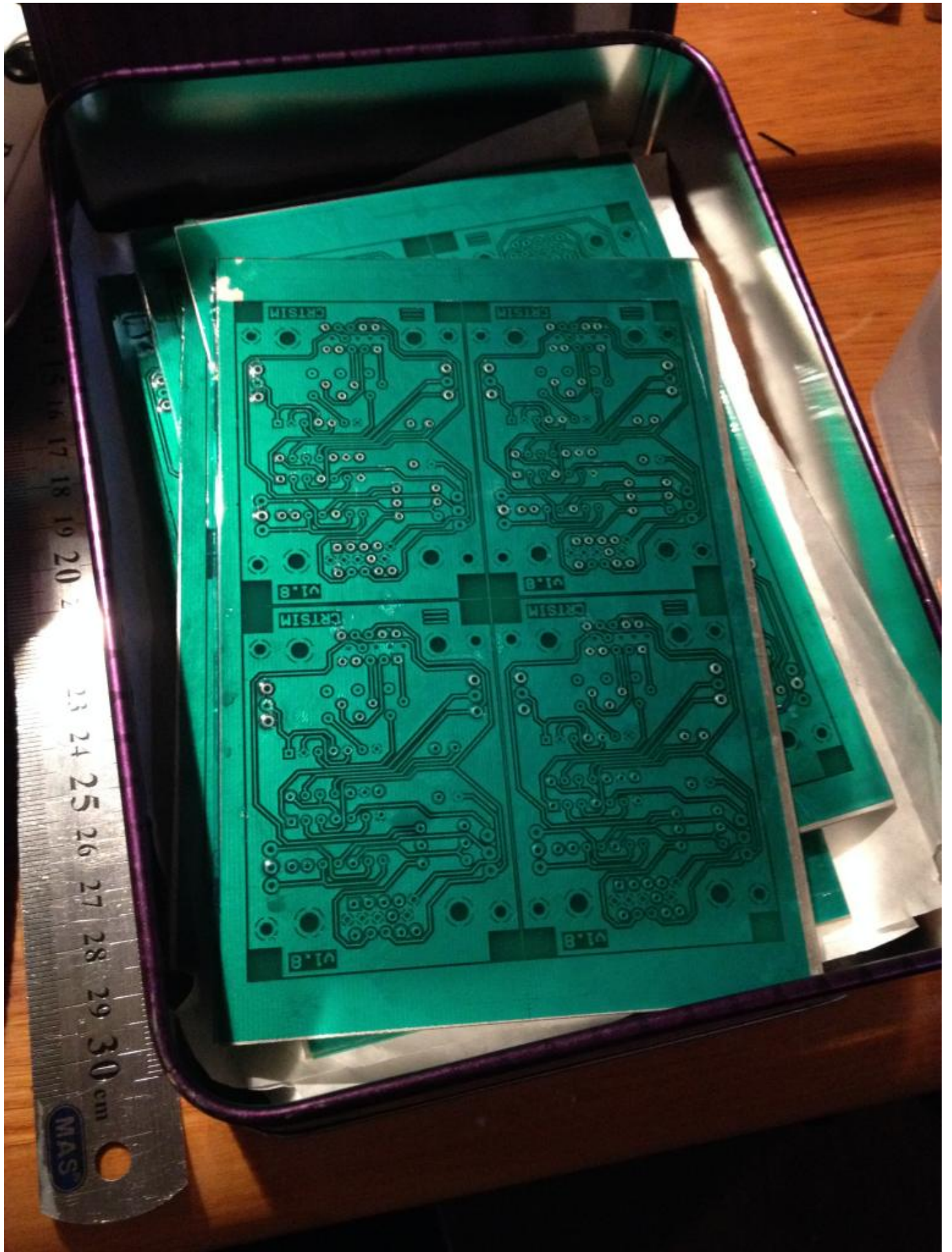
Sonunda PCB oldukça ısınmış oluyor dikkat!!! PCB'yi sıcaklığı sıcaklığına hemen soğuk suya bırakıyoruz. Bu adım önemli, soldermask filminin PCB'ye daha iyi tutunması için gereklidir.



Ben bu tür işler için Bauhaus'dan A5 boyutunda satılan bu mini plastik kapaklı kutulardan bolca

almıştım. Hanım'ın söylenmesini istemiyorsanız siz de kendi plastik kap kacak setinizi edinin Ayrıca bu işler kimyasal maddeleri içeriyor, daha sonra o kaplardan peynir yenmez değil mi? Kahkaha

Bu şekilde PCB'lerin laminasyon sürecini tamamlayıp kaplanmış PCB'leri ışık geçirmeyen bir kaba (ben metal bir kap kullandım burada) koyuyoruz zira bundan sonraki süreçler biraz zaman alıcı. PCB'lerin az da olsa ışığa saatlerce maruz kalmasını istemedim.



Adım 4: Pozlama

Bu soldermask film de UV ışığa duyarlı. Ancak Positiv20 gibi değil “negatif”. Yani ışığa maruz kalan yerler sertleşiyor. Bu yüzden lehim yapacağınız delik yerlerini koruduğunuz bir “PCB resmi” hazırlamanız lazım. PCB tasarımı için kullandığım basit yazılımın (ExpressPCB) bu “soldermask” resmini otomatik olarak oluşturabilmek gibi bir yeteneği yok. Bu yüzden soldermask resmini kısmen manuel bir yöntemle oluşturmam gerekti. Bunun için PCB tasarım dosyasının bir kopyasını oluşturuyoruz. Sonra bu kopya üzerinde lehim yerlerine “surface mount BGA” şekiller yerleştiriyorum. Yanlız bu şekiller lehim yerinden “biraz daha geniş” olmalı. Sonra parçaları ve yolları siliyorum geriye soldermask izleri kalıyor

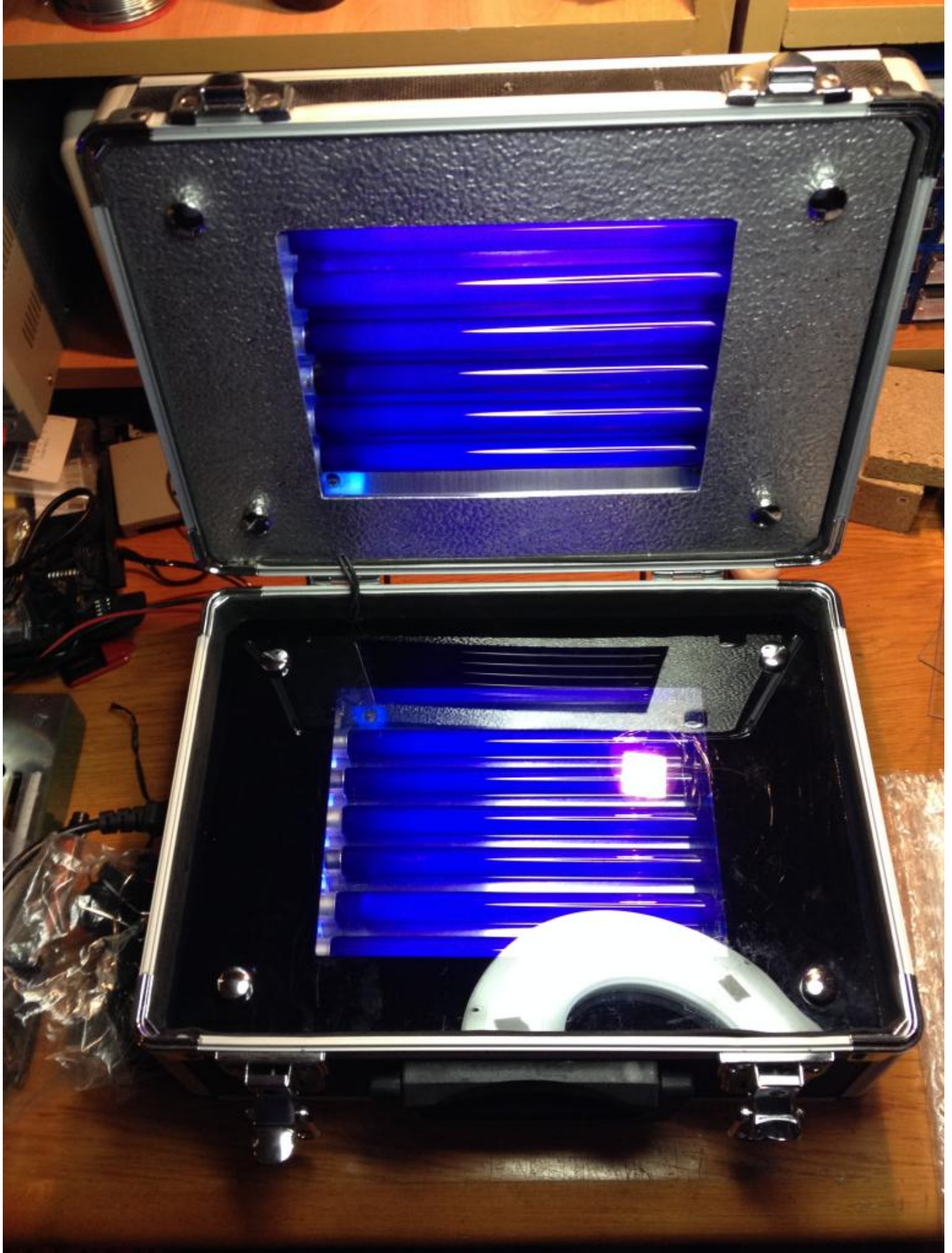
Neyse, önce yine evde çanta şeklinde yaptığım “UV exposure box” yani pozlama kutumu çıkartıyorum.



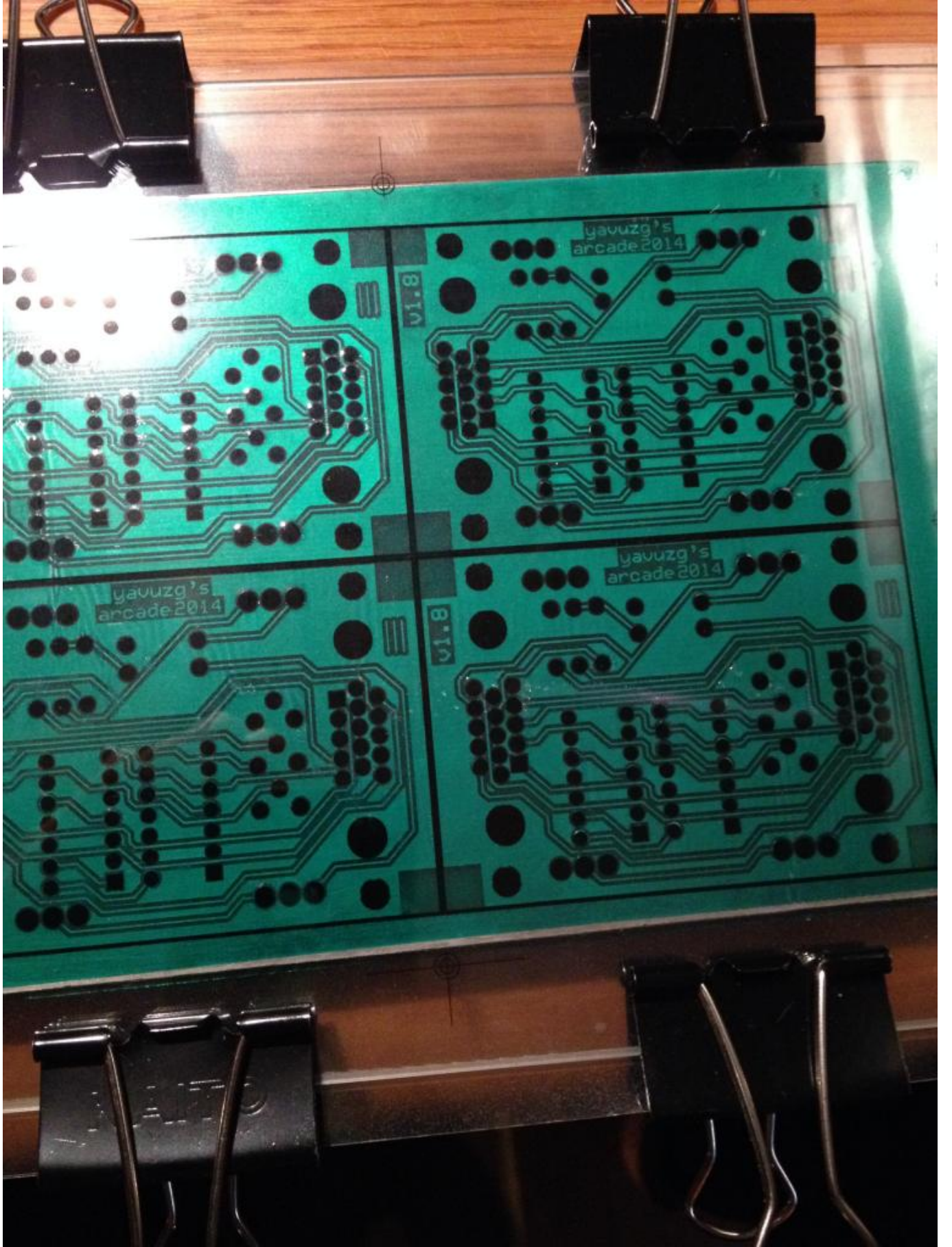
Odamda yer darlığı çektüğimden artık bu tür gereçleri “iş bitince bir yere sokuşturulabilir” şekilde imal etmeye özen gösteriyorum.

UV pozlama kutumuzu çalıştırıp 10-15 dakika ampüllerin bir süre ısınmasını sağlıyorum. Bu sayede

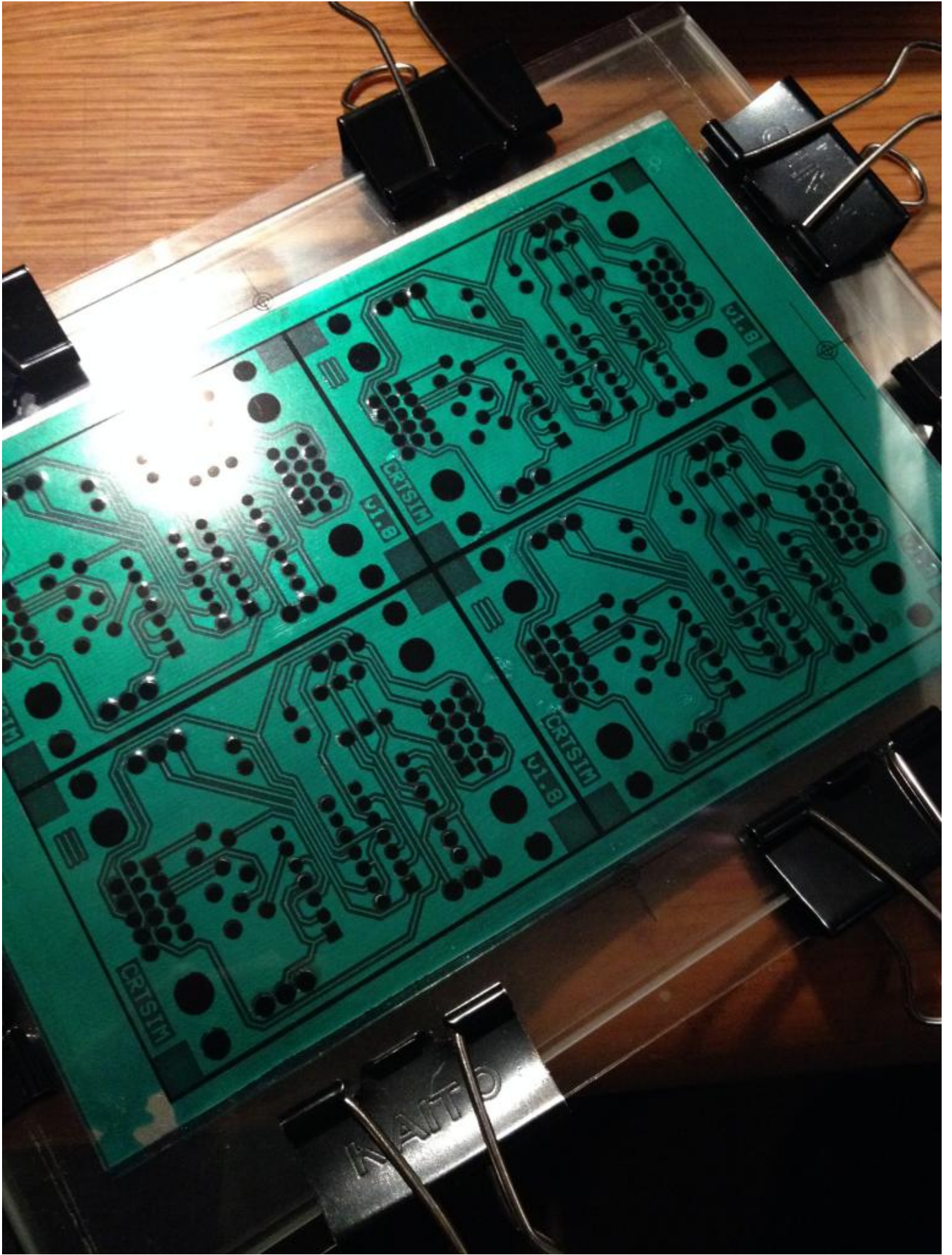
maksimum ışık verme düzeyine erişiyorlar. Pozlama süremiz kısa olduğundan 15-30 sn bile önemli.



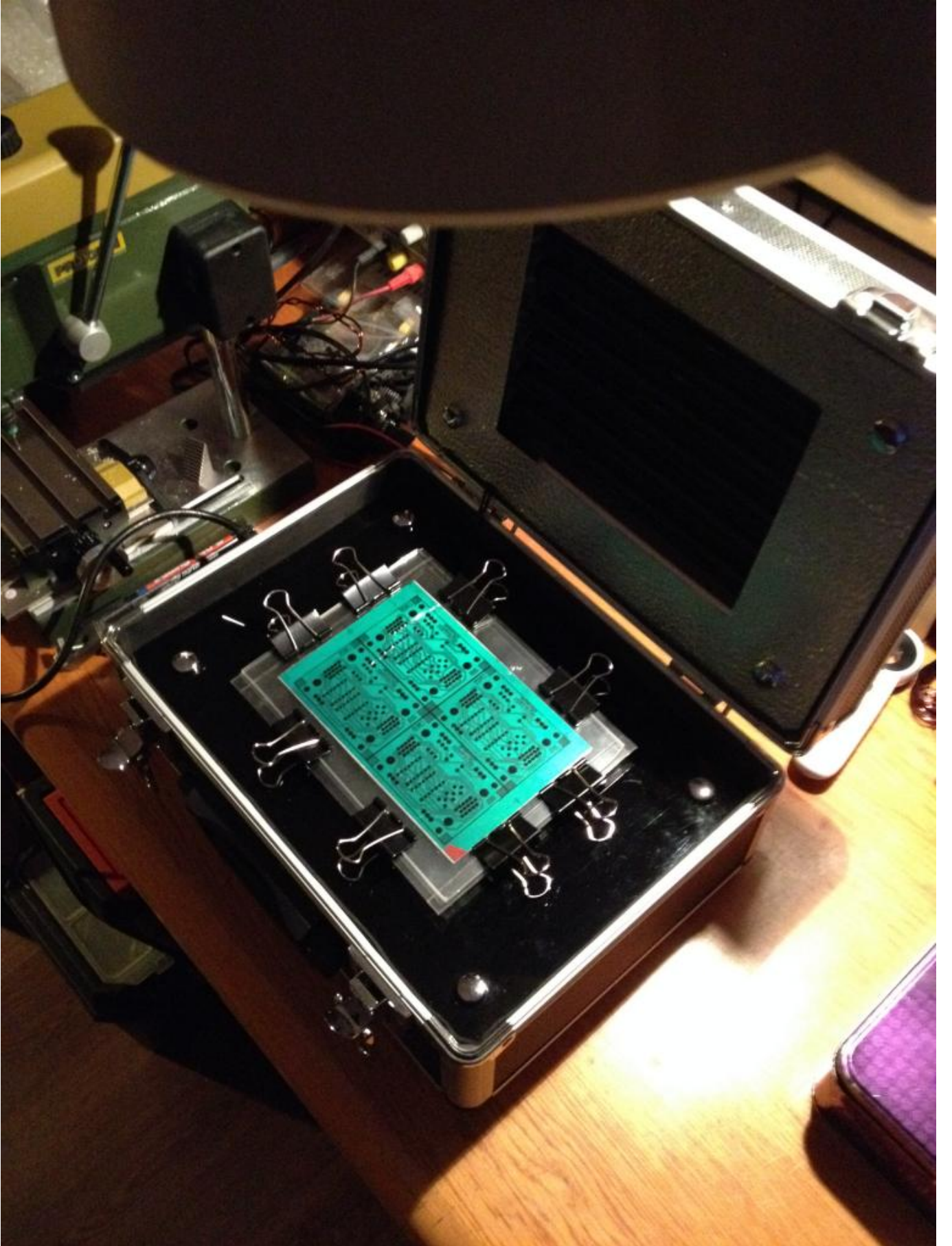
Sonra asetata bastığım soldermask imajını PCB'ye oturtmaya çalışıyorum.



Burada hizalama "muhteşem önemli" değil ancak yine de hizalamayı mm seviyesinde tutmakta fayda var Kahkaha. Kabaca hizalama tamamlandıncaya aynen PCB çıkartırken kullandığımız teknikle asetat ve PCB'yi iki parça cam arasında sıkıştırıyorum.



Ve camlar ile sıkıştırılmış PCB'yi pozlama kutusuna yerleştiriyorum.

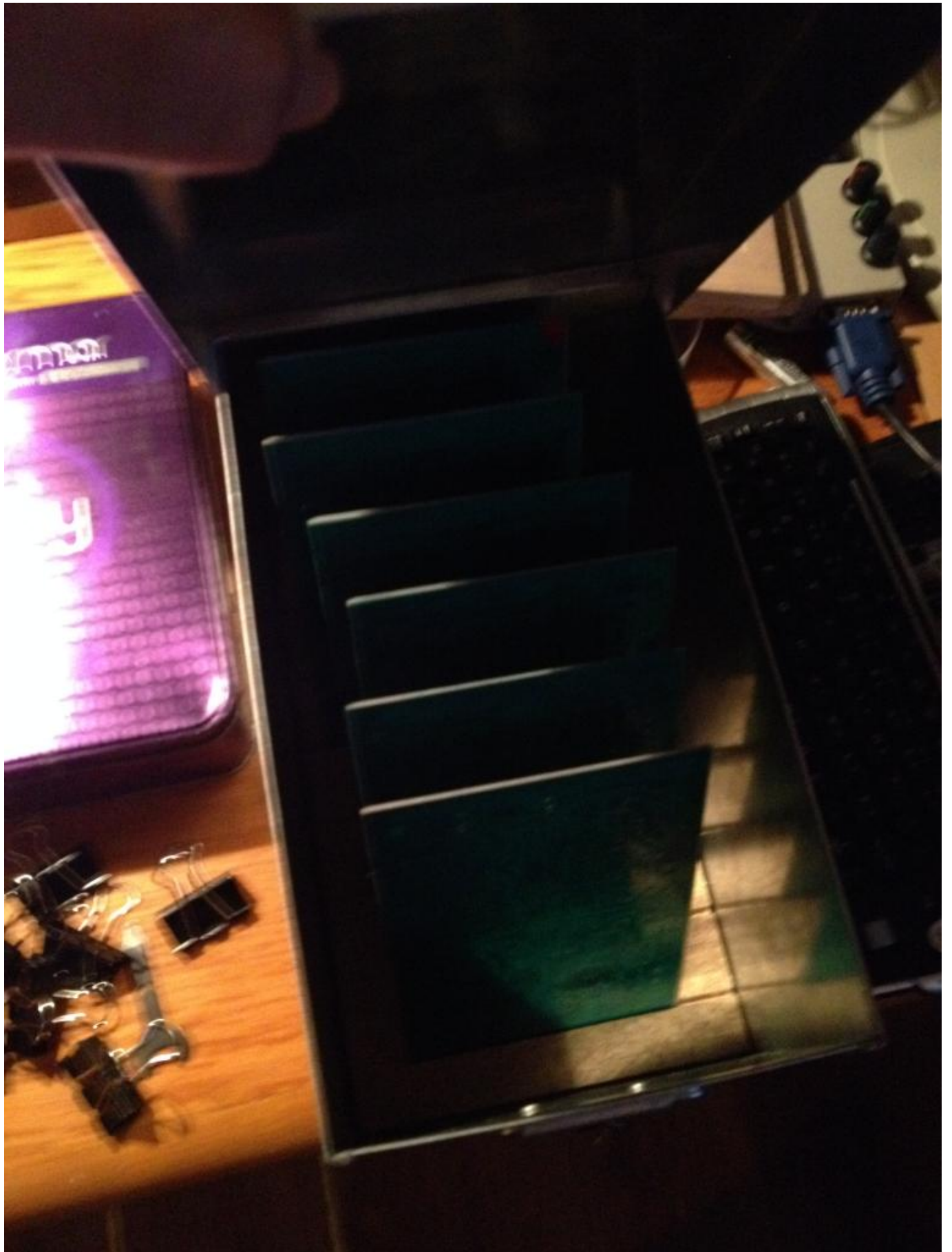


Peki ne kadar süre pozluyoruz? Bu normalde deneme yanılma ile test edilen bir şey. Ancak kullandığım soldermask pek de ucuz bir mazleme değil. O yüzden deneme yapacak metrelerce filmim yok elimde. Ama şükür daha önce PCB çıkartmak için kullandığım kuru film tekniğinde gerçekten metrelerce deneme yaparak elimdeki kutunun performansını ölçmüştüm. Ayrıca rembrantlights

pozlama için “kendi düzeneğini” de detaylı olarak örnek vermiş.

Kendisi “harbi” UV pozlama ampülleri kullanarak (4 x 15w = 60W) sadece 45 saniye pozlama yapıyor. Benim kutuda ise 6 adet 6w'lık black-light var (bir yüzey için). Kabaca 36W. Yanlız, black-light'lar gerçek pozlama lambaları kadar UV ışık vermiyor. Bunu anlamak için adamın pozlama ampüllerinin ve benim black-light'ların “UV gücünü” öğrenebilmek için philips'in web sitesine gittim. Gördüğüm kadarıyla black-light'lar gerçek pozlama ampüllerinin kabaca “yarısı” kadar UV üretebiliyorlarmış. Bu şekilde adamın verdiği 45 saniye örneğinin benim düzeneğimde kabaca 2 dakika olabileceğine kanaat getirdim.

Bu şekilde tüm PCB'leri pozladım ve karanlıkta 1 saat bekletmek için başka bir metal kaba koydum. Soldermask filmin “polimerleşebilmesi” için pozlamadan sonra mutlaka 1 saat karanlıkta bekletmek gerekiyormuş.



Adım 5: Banyo

Bu film de “negatif” özellikli bir film ve diğer negatif filmler gibi banyo çözeltisinde Sodyum Karbonat (Na_2CO_3) kullanıyoruz. Filmle birlikte hediye sodyum karbonat geliyor gerçi ama bende zaten kiloyla var



1 Lt Banyo çözeltisi için 10 gr Na_2CO_3 kullanıyoruz. 45 derece ısıda bir çözelti kullanmamız tavsiye ediliyor. Bunu hazırlayabilmek için kabaca 250ml (1 su bardağı) kaynar su ve 750ml (geri kalanı) musluk suyu kullanabilirsiniz.

Bu ılık suya 10gr Na₂CO₃ döküyoruz ve 1-2 dk karıştırıyoruz. Banyo çözeltimiz ve düzeneğimiz hazır.

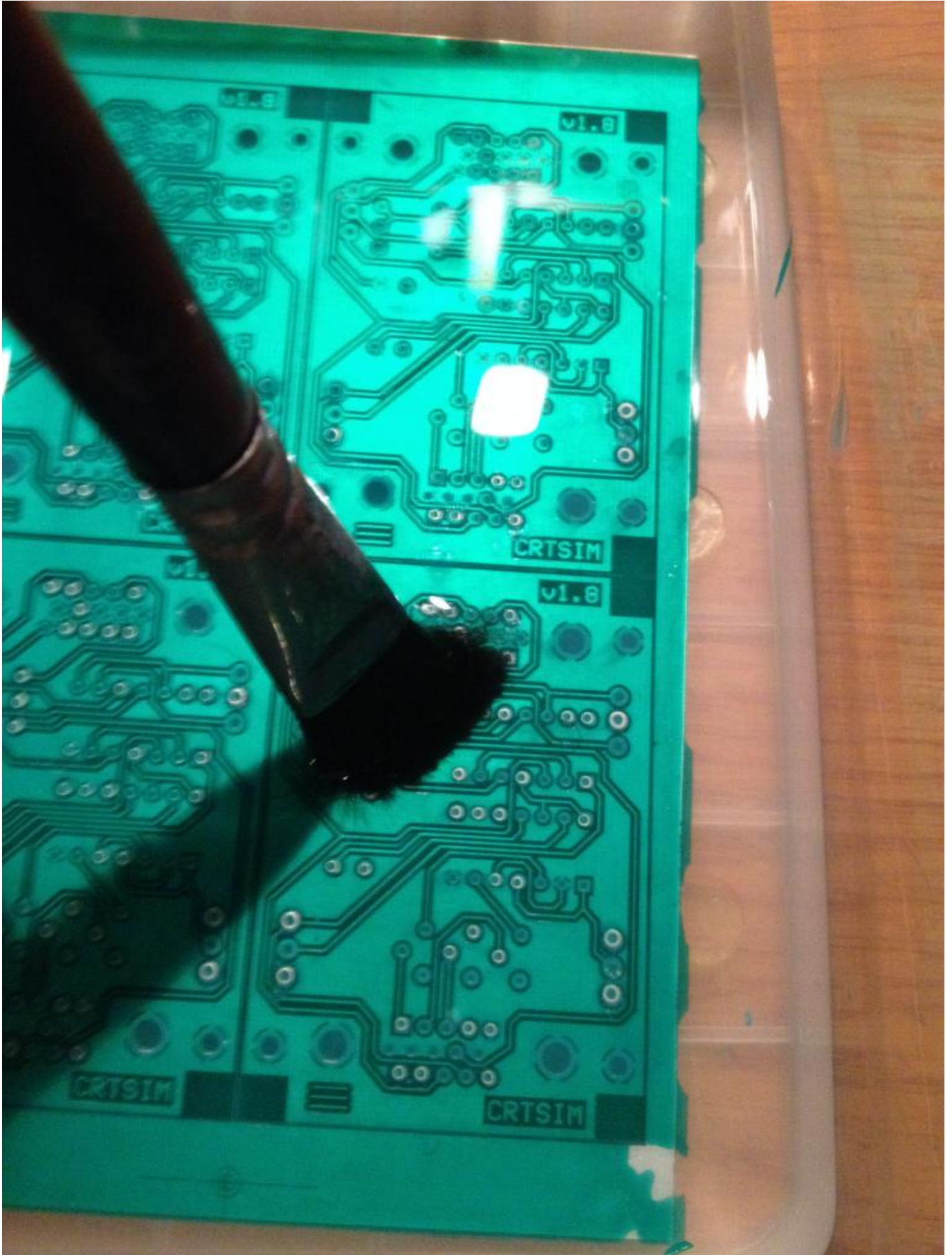


PCB'yi çözeltiliye atmadan önce son koruyucu film tabakasını çıkartmayı unutmuyoruz. Bunun için de

yine bir parça selobant kullanıyoruz. PCB üzerine (bir köşeye yakın) selobantı bir iki defa dokundurup çekince şeffaf koruyucu jelatin hemen çıkıyor. Sonra kaplanan yüzeye eilmizle dokunmadan PCB'yi banyo çözeltisine bırakıyoruz.



Bir süre sonra (1-2 dk) pozlanmamış tarafların “bulutsu” bir şekilde erimeye başladığını görüyoruz. Bir fırça ile PCB yüzeyini devamlı silerek erime sürecine katkıda bulunuyoruz.

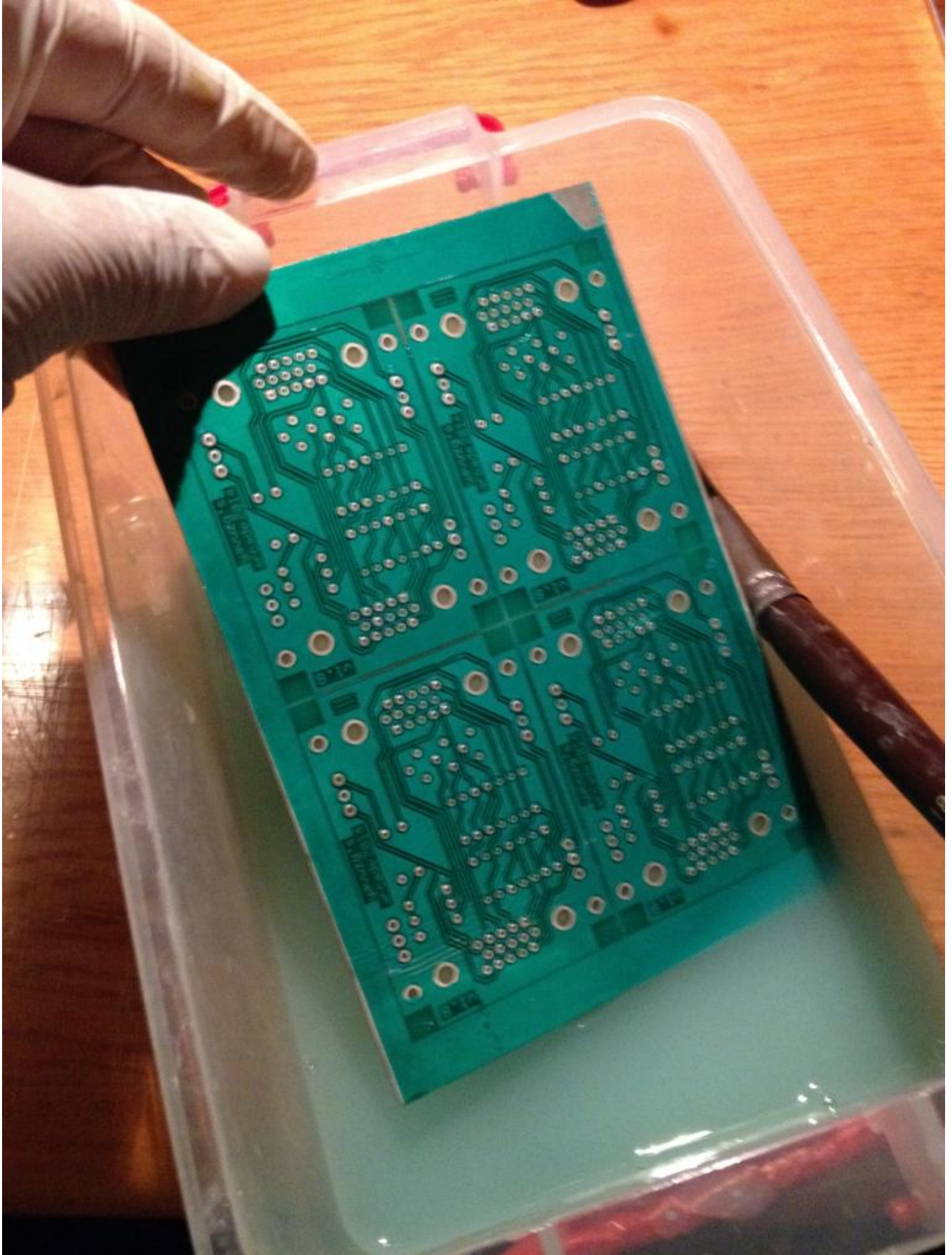


Erime sürecinde zorlandığınız yerlerde bir diş fırçası ile de fırçalamak süreci hızlandırıyor. merak etmeyin, bu soldermask film narin bir şey değil, filme zarar vermeniz pek de mümkün değil...



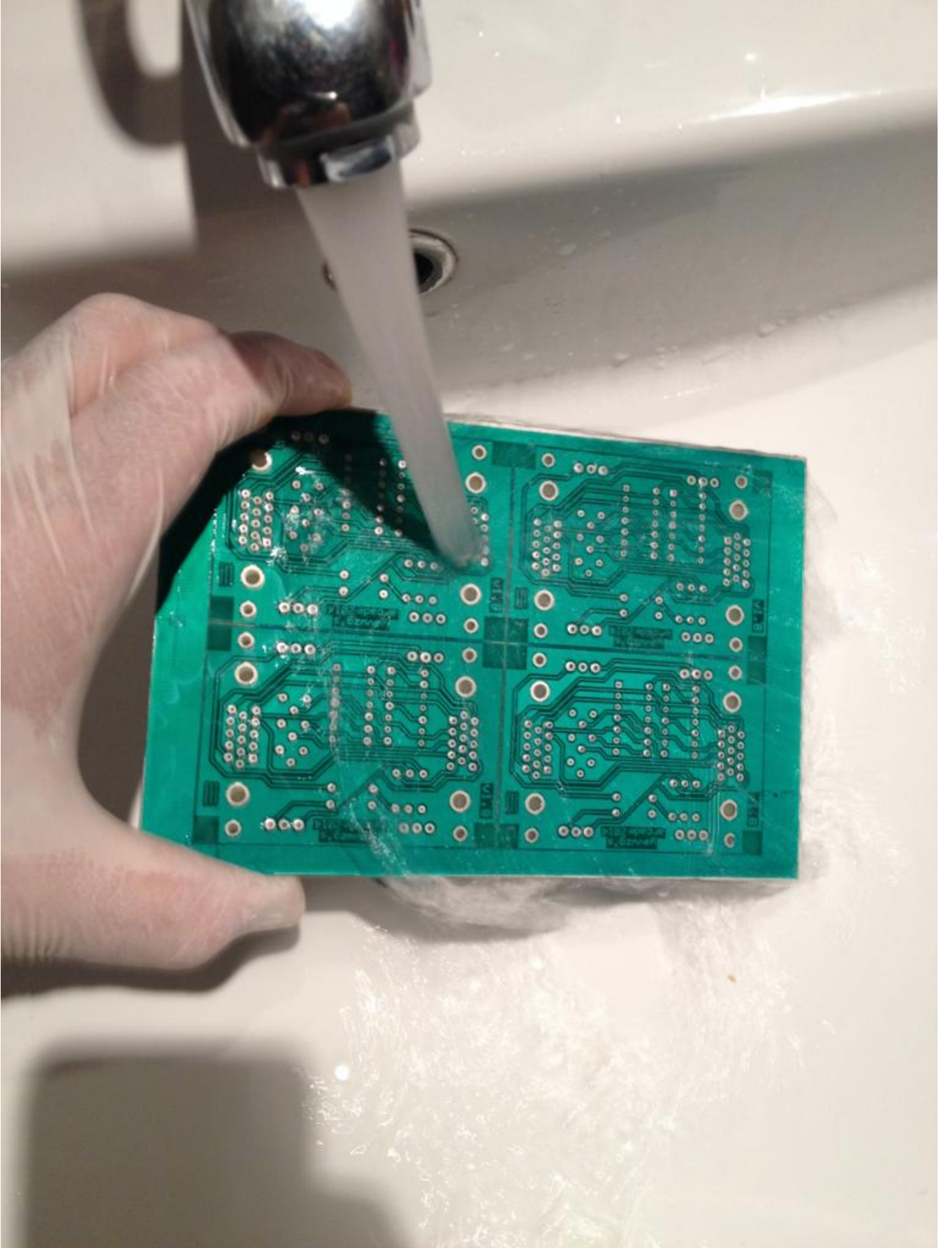
yaklaşık 10-15 dakikada erimesi gereken yerlerin tamamı eriyor ve bize lehim yapacak alanlarımızı

pırl pırl gösteriyor

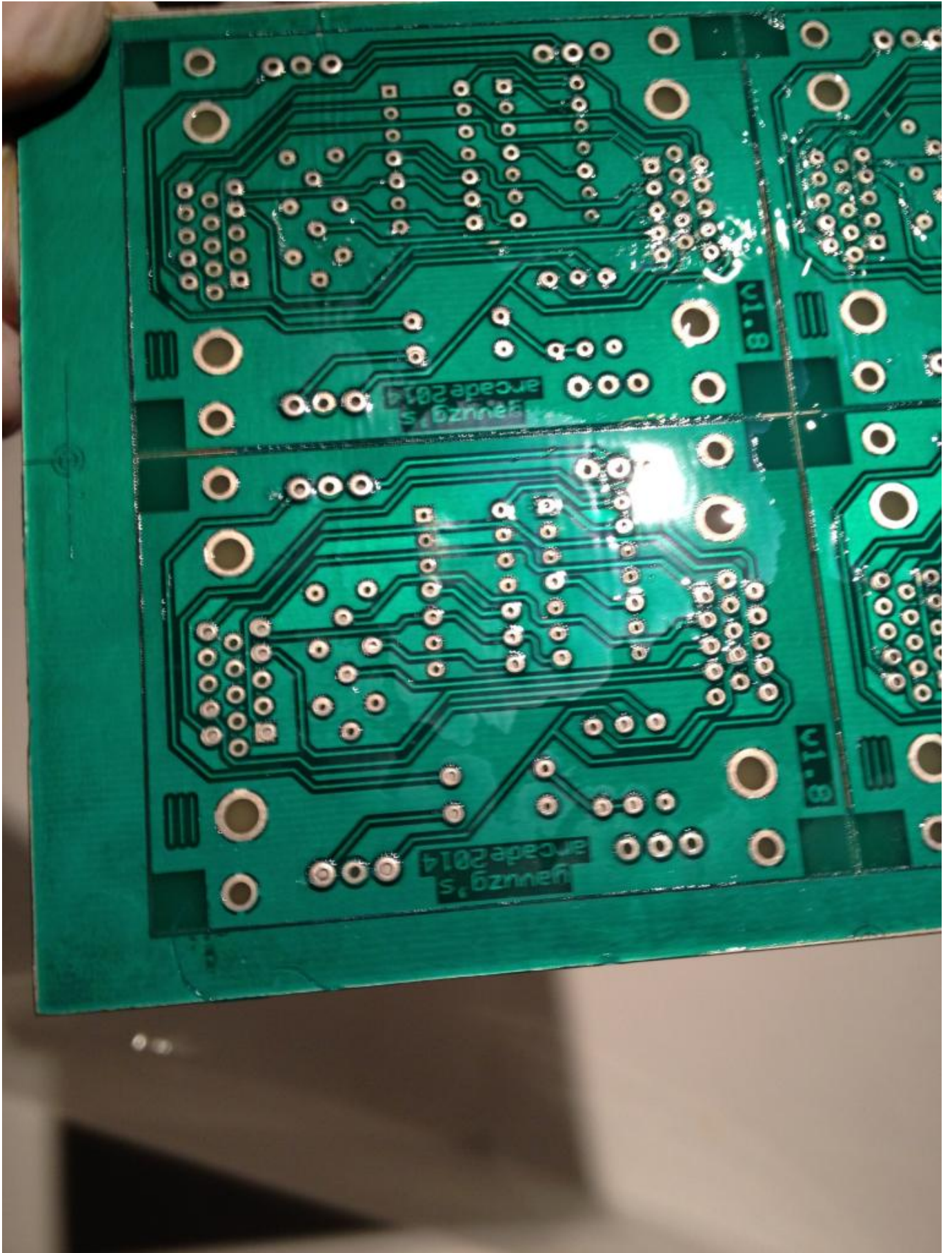


PCB'mizi suyla güzelce yıkıyoruz. Yanliz dikkat, PCB yüzeyine dokunmamaya özen gösteriyoruz. Film

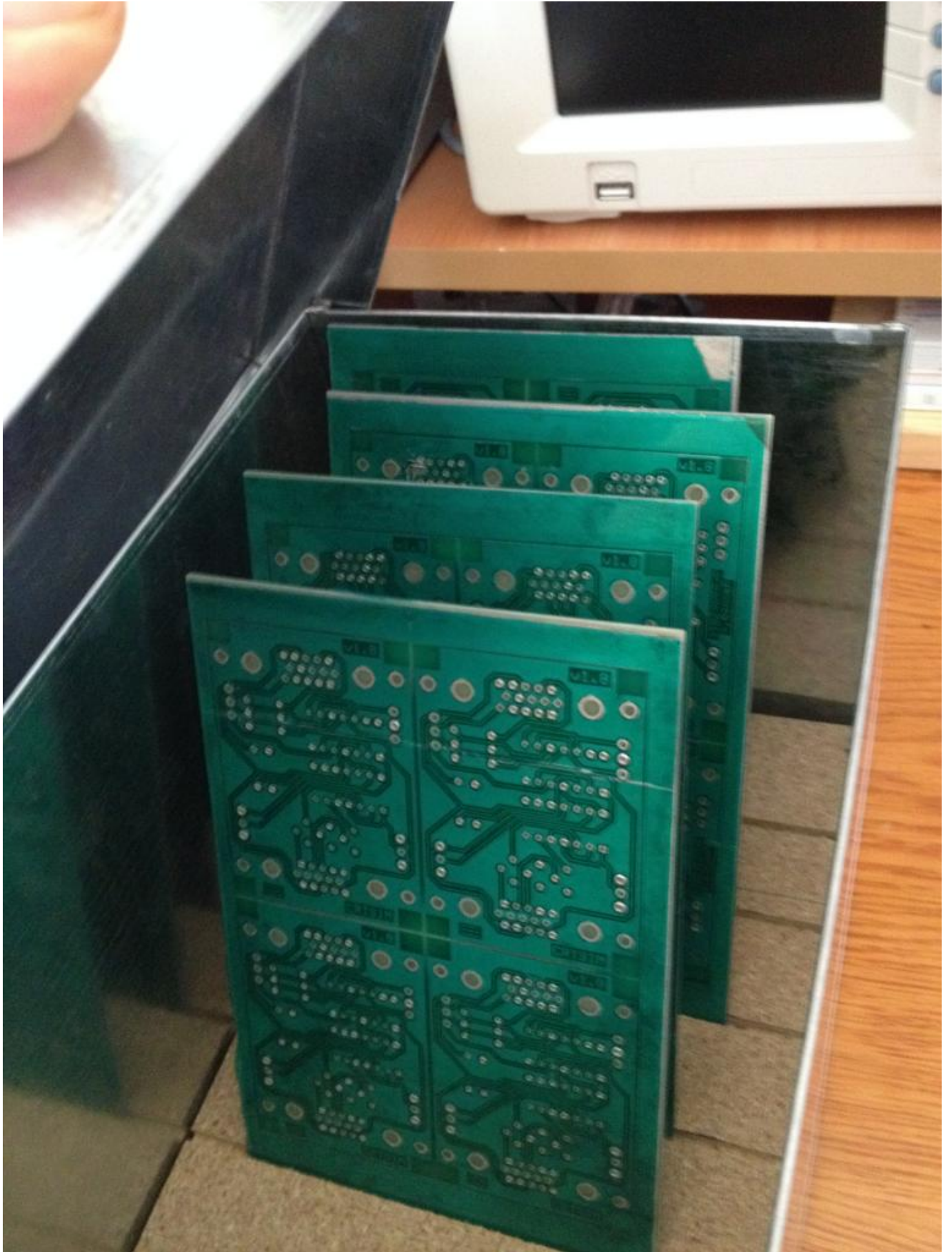
şu aşamada hafif yapışkan ve yumuşak.



PCB'nin ıslak da olsa görünümü beni heyecanlandırdı doğrusu. Ufak tefek özürler dışında yine de güzel gözüküyor...



Bu şekilde banyo yaptırdığımız PCB'leri kurumaları için yine diziyoruz. DİKKAT!!! PCB yüzeyi bu aşamada hafif yapışkan. SAKIN kağıt havlu v.s. ile kurulamaya kalkmayın!!! Ya kendi kendine kurusun ya da 50-60 derece ısıtılmış fırında kurutun.

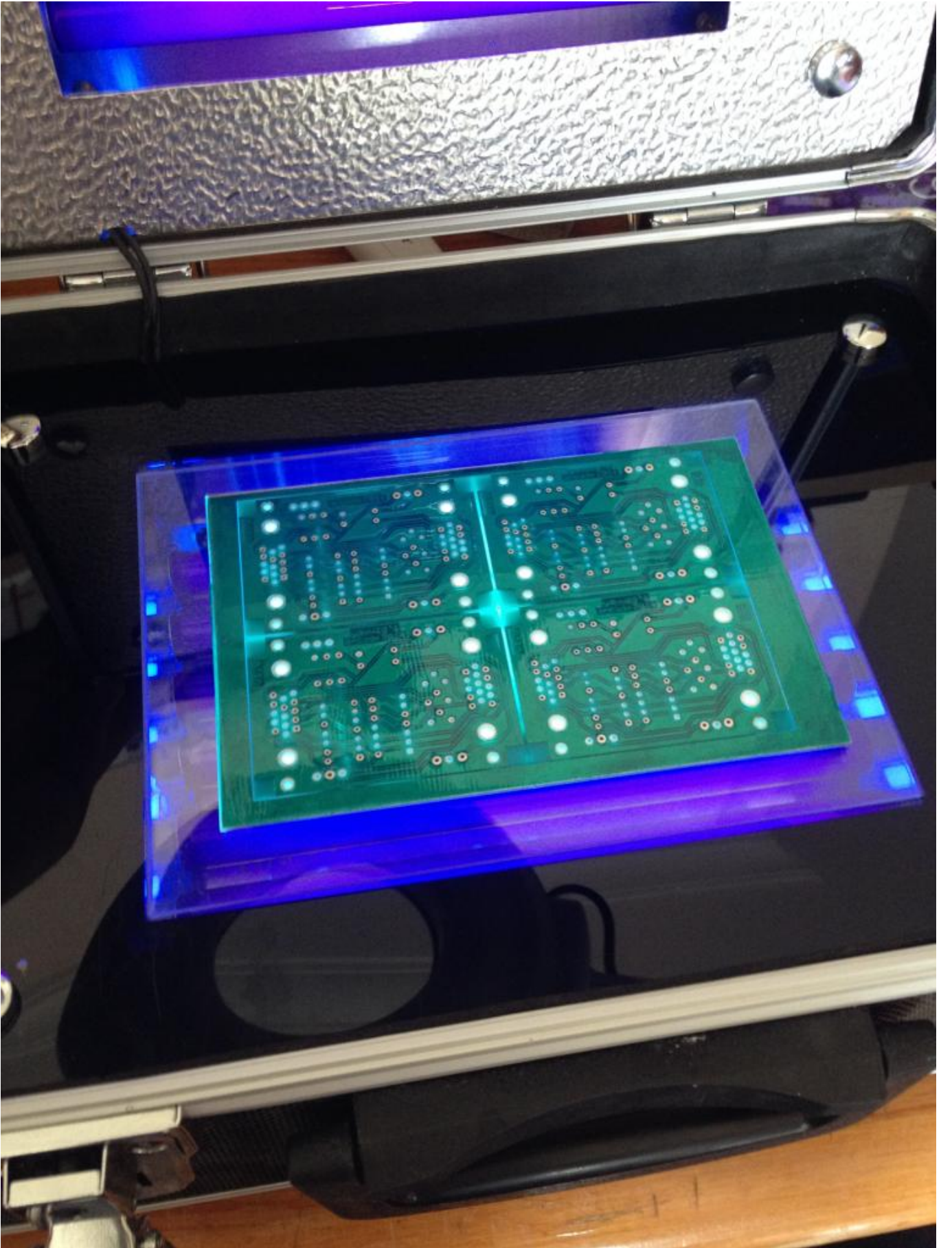


Adım 6: UV Cure (Kemikleştirme mi desek?)

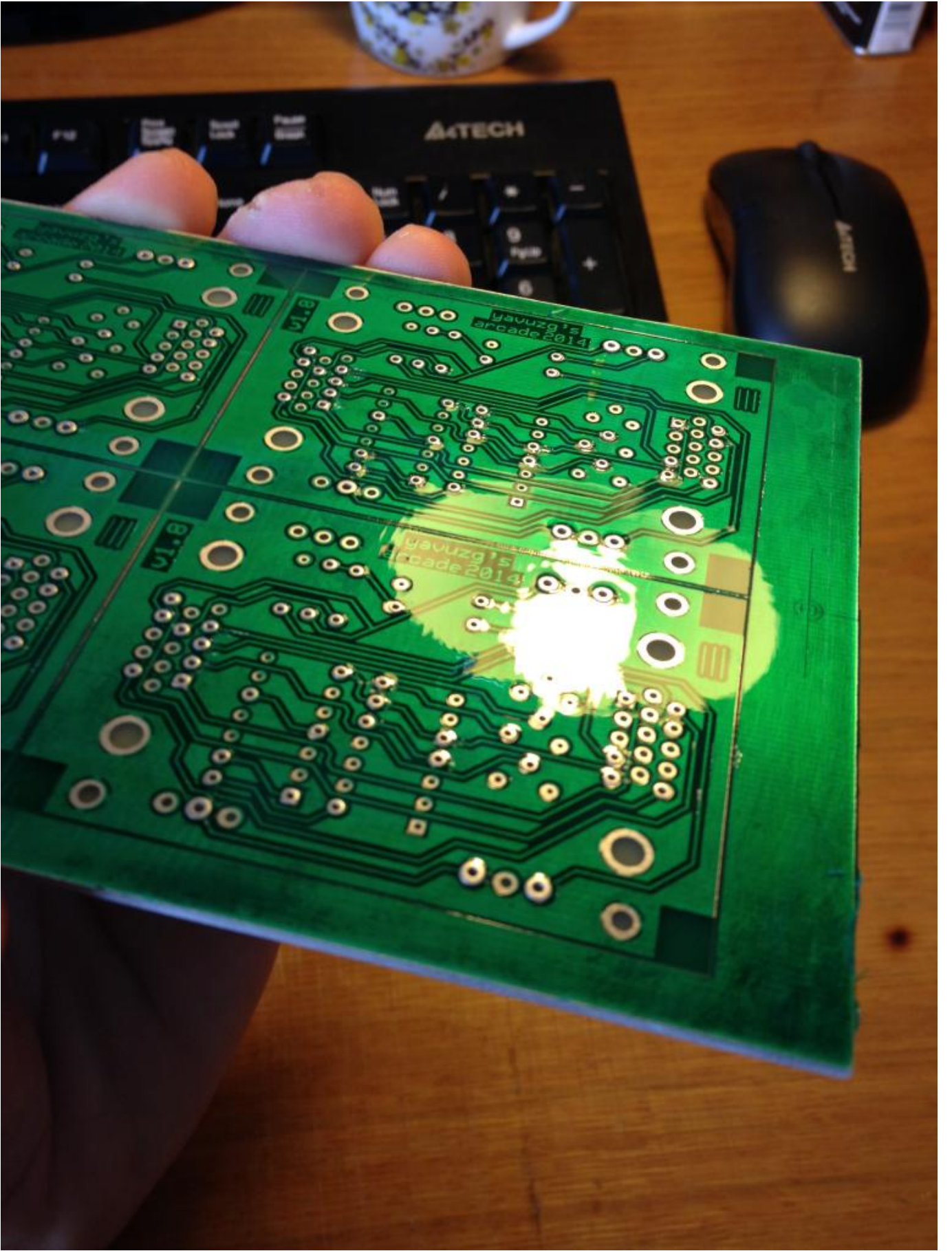
Geldik son işleme. Kuruyan PCB'leri 30 dk UV altında tutmamız gerekiyormuş. Benim düzenekte bu süre 45 dakika oluyor. Bu sayede PCB üzerinde kalan soldermask'a son "katı" sağlam halini vereceğiz.

Benim UV sistemi sadece tek PCB alabildiğinden bu işi tek tek yapıyorum maalesef.

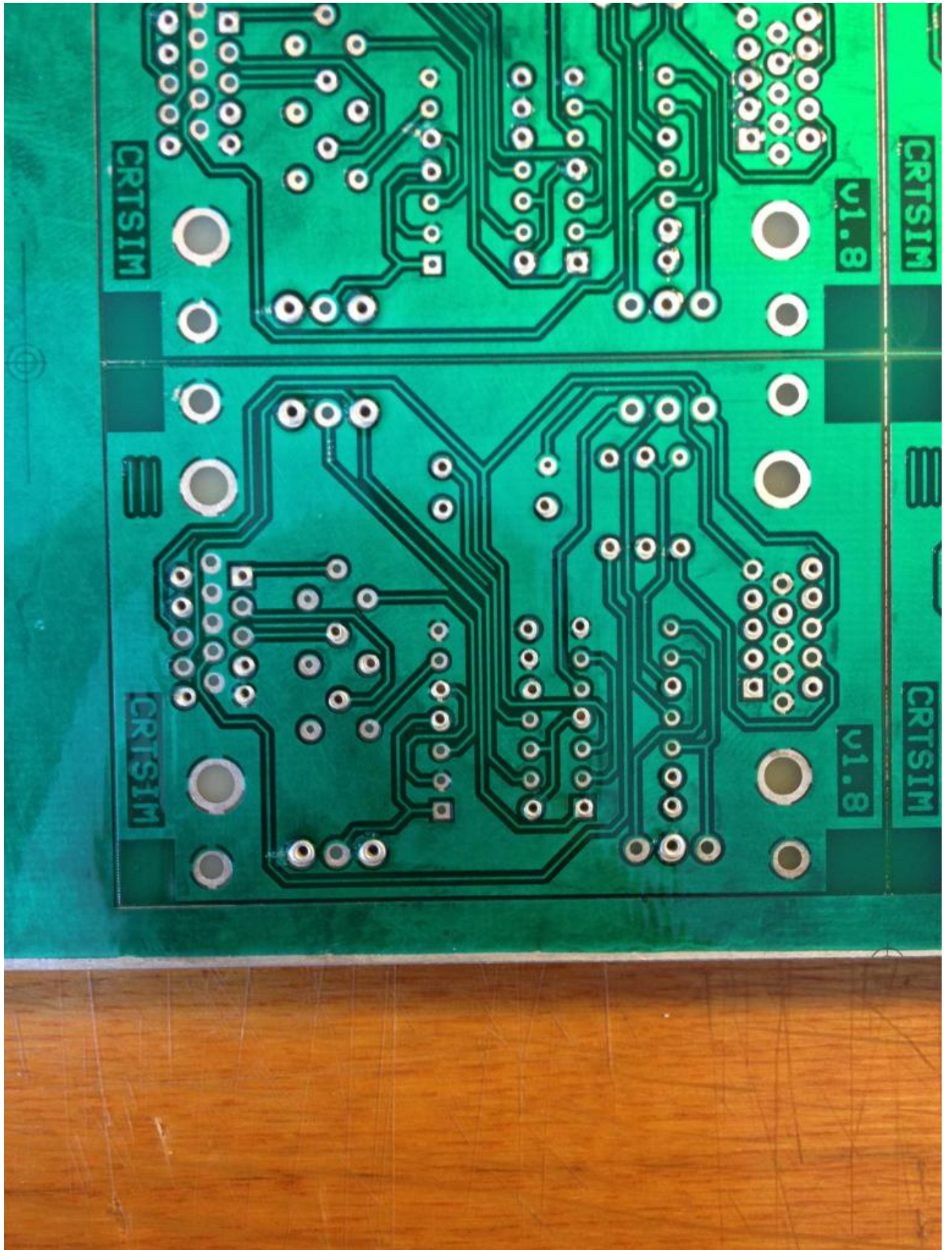
Neyse basitçe PCB'yi UV kutumuza yerleştiriyoruz (yine!)



Ve 45 dakika sonra PCB'miz pişmiş oluyor. Elime aldığımda "vay canına" dedim. Soldermaskımız pırıl pırıl, kalın sağlam bir vernik tabakası gibi olmuş.



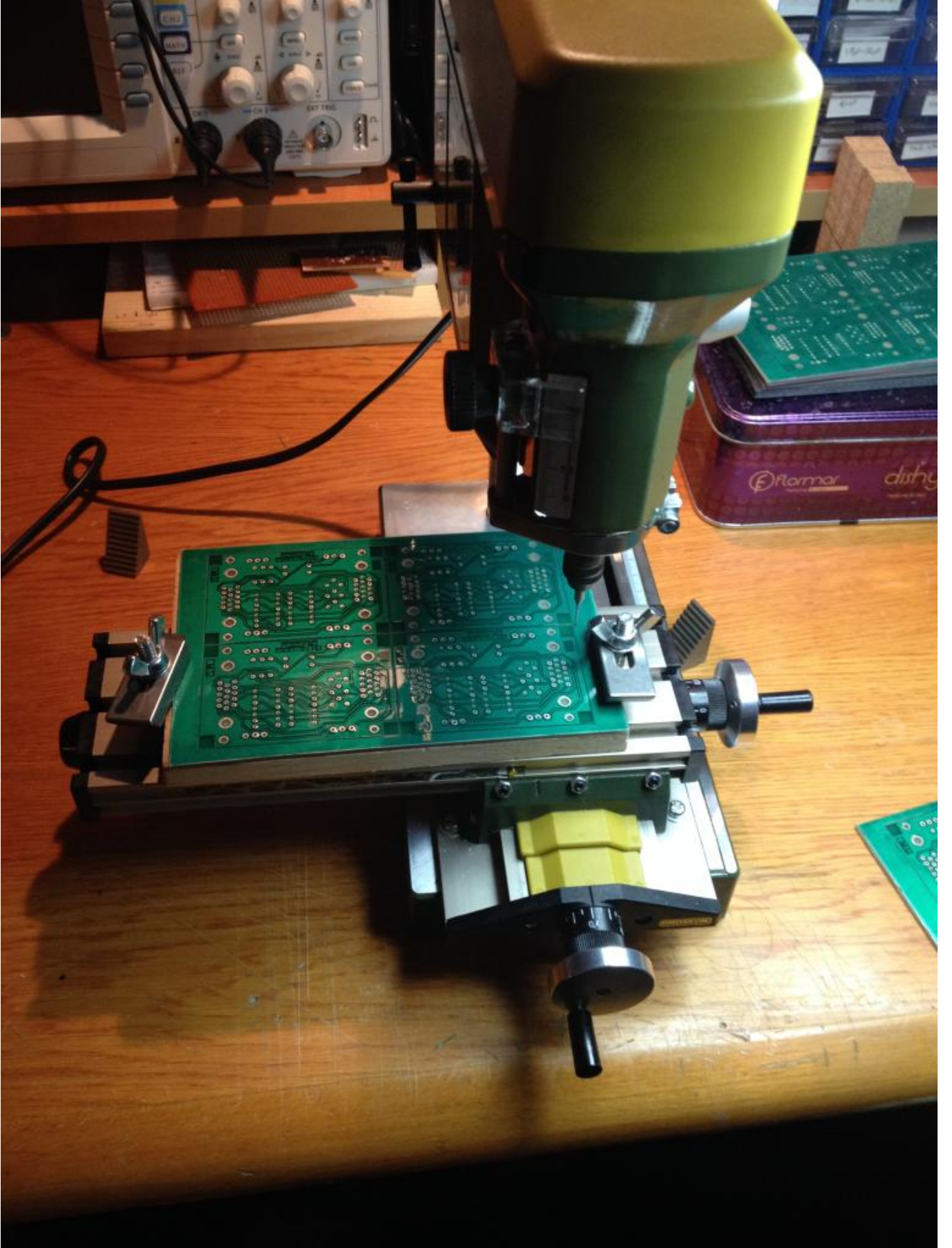
Baktıkça bakasım geliyor Kahkaha evde gayet profesyonel görünümlü bir "prototip" PCb hazırladık işte...



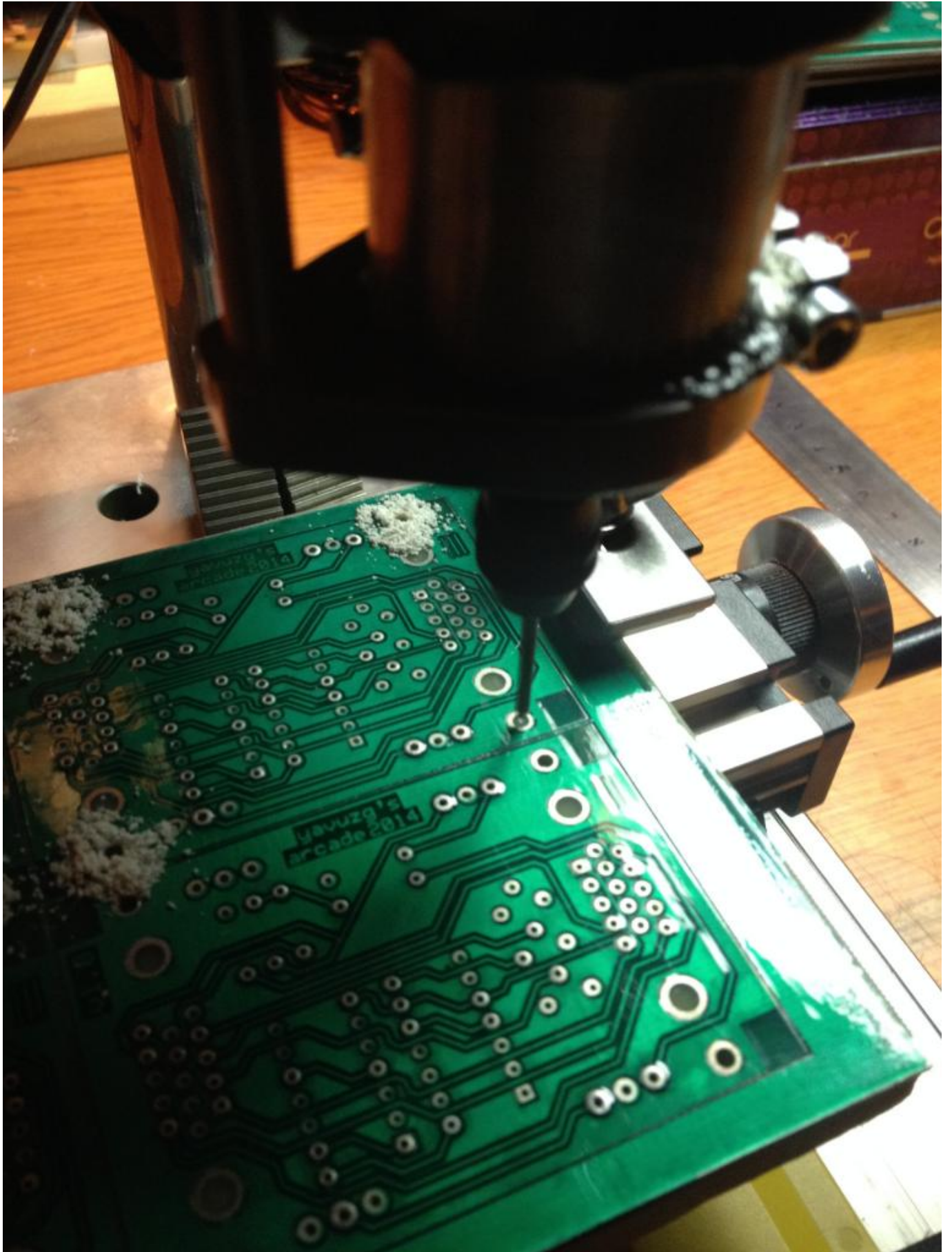


Bir sonraki adım olarak PCB'lerin geri kalan deliklerinin açılması işlemini yapıyoruz...

Önce sayıca çok ince delikler (0.8 mm)

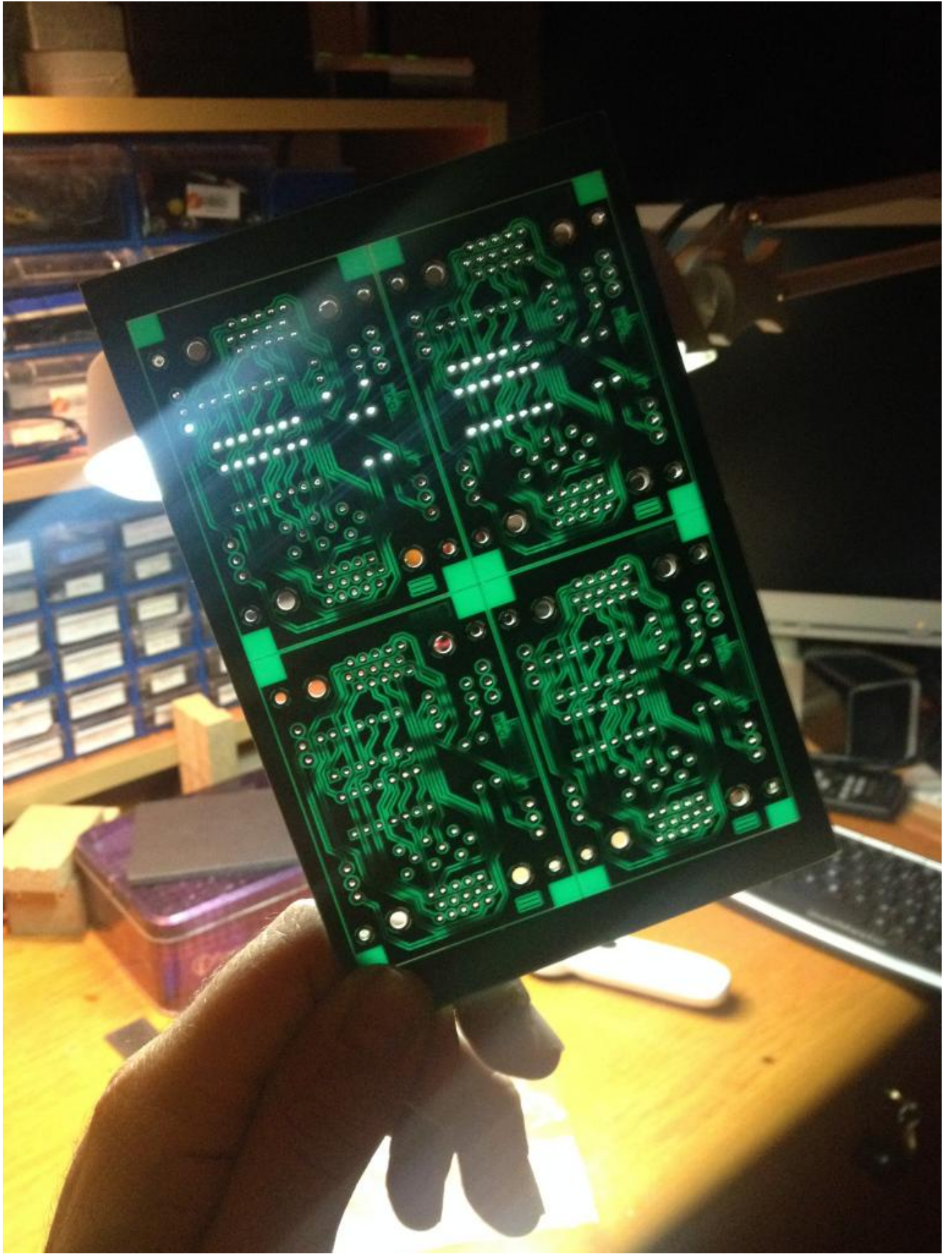


Sonra uç değiştirerek, vida delikleri (sona yaklaşıyoruz)

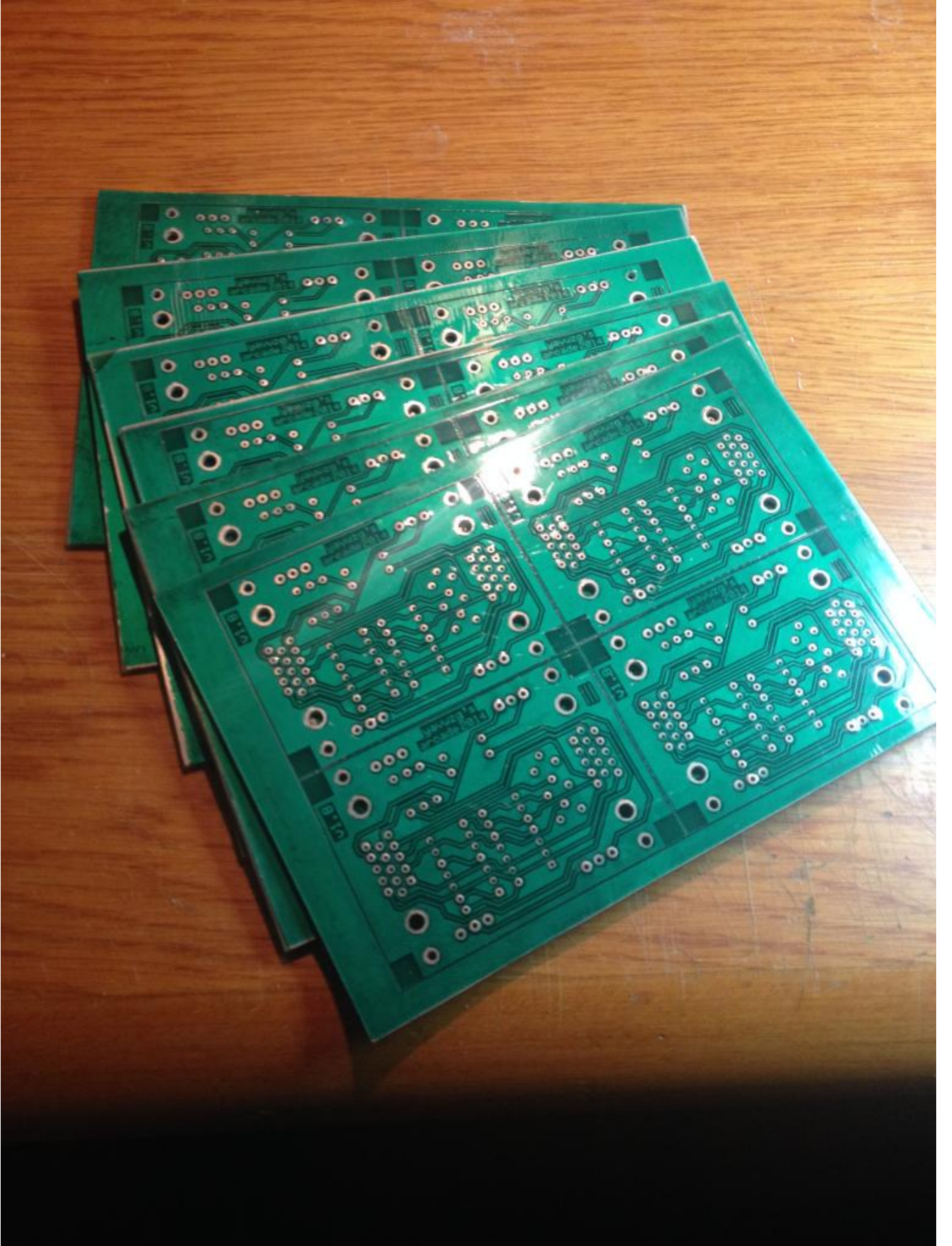




Tünelin sonunda ışık gözüktü

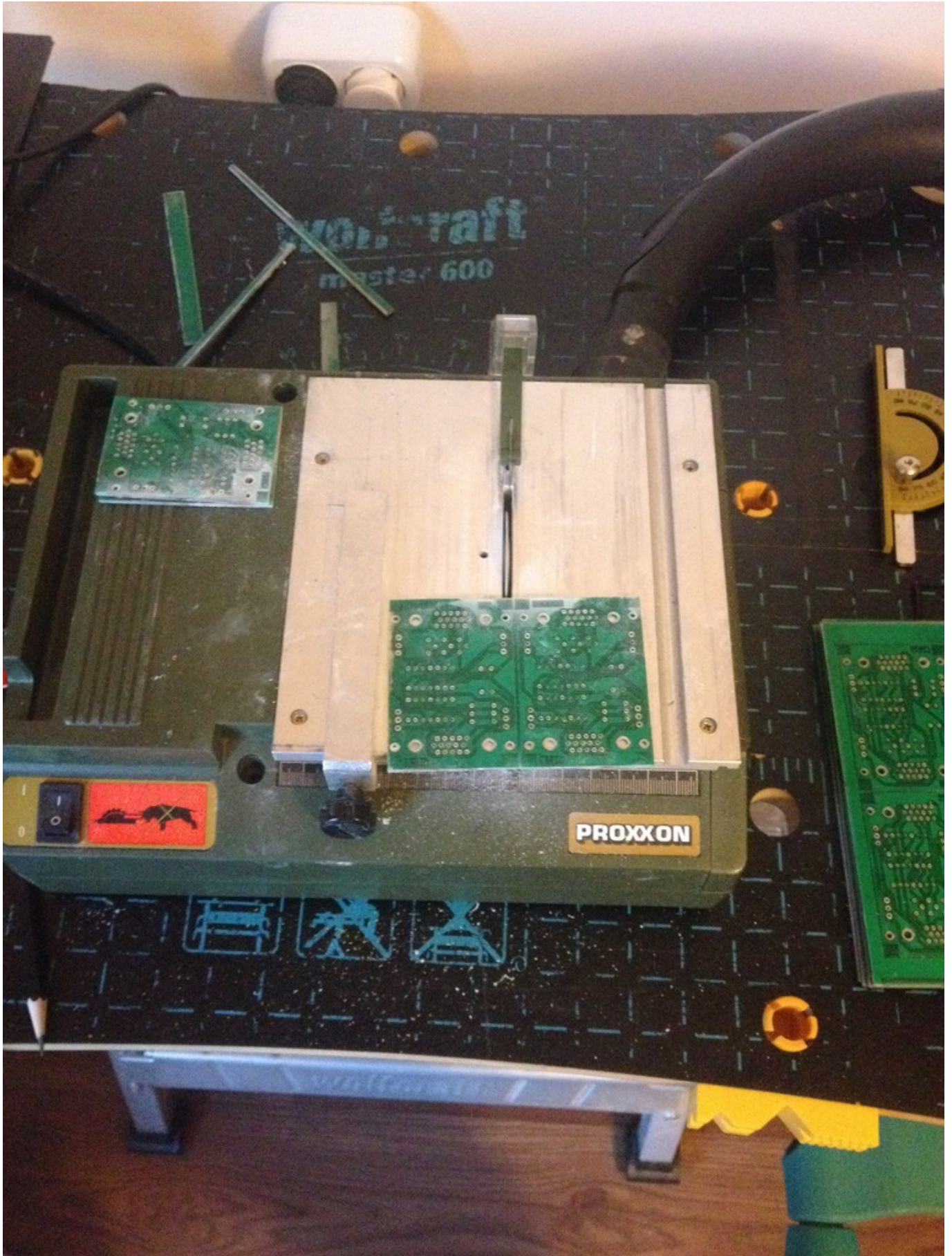


Ve tüm PCB'ler delindi...



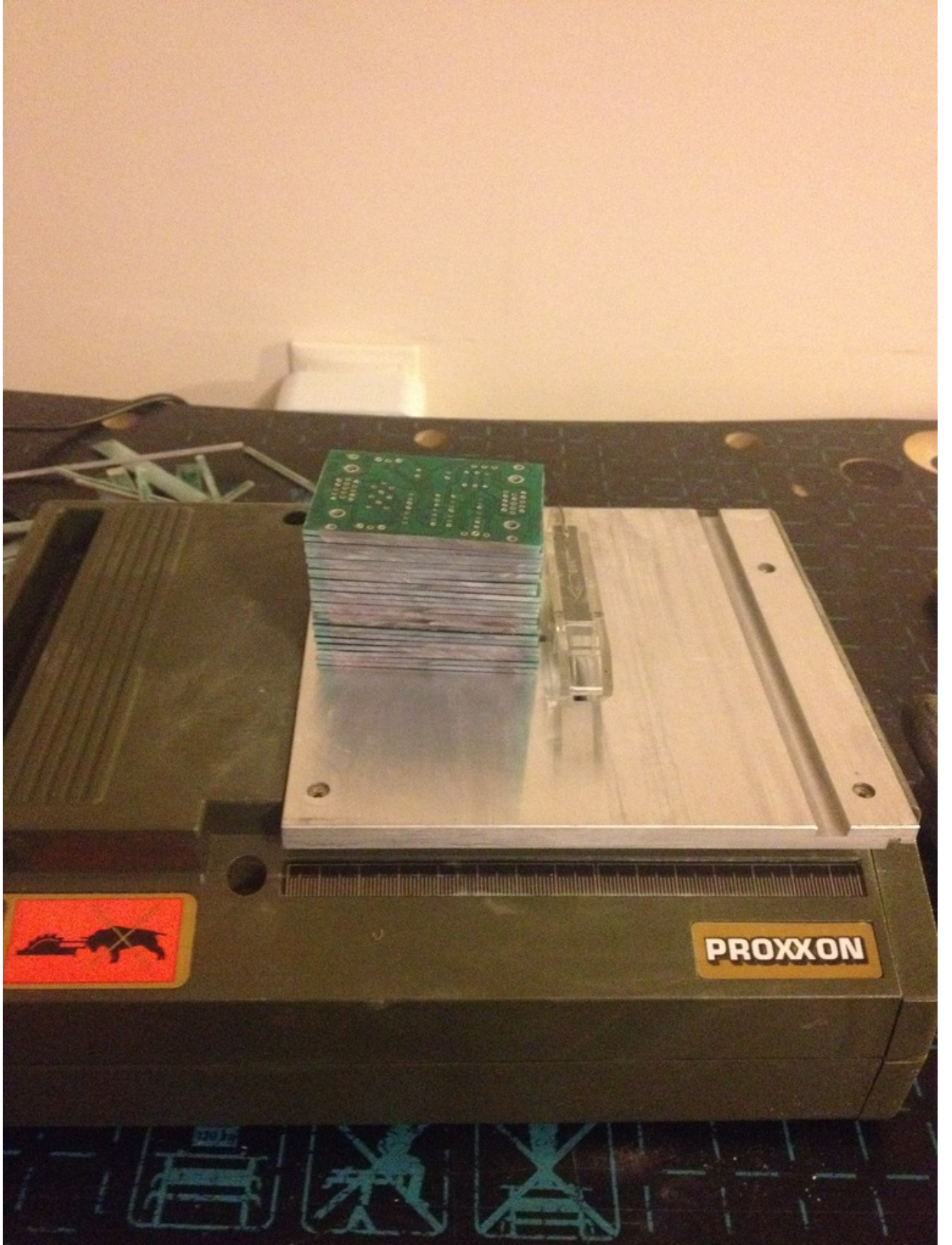
Son adım PCB'lerin kesilerek plaketlerden çıkartılması. Onu da yarın yapacağım artık...

PCB kesmek için bunu kullanıyorum;



Adetli PCB üretiminde çok düzgün ve pratik sonuçlar almak istiyorsan tavsiye ederim. Ayrıca el matkabına takılan disk senaryosunda diskin matkaba olan 90 derecelik açısından ötürü düzgün kesim yapamama gibi sorunlar yaşarsın. Üstelik "elinde" yaptığın kesimlerde bir müddet sonra dikkatin

dağılır ve mutlaka ters bir hareket yapıp 70 k s r lira ödeyip aldığın elmas diski de kırarsın



PCB keserken dişleri olan disk değil elmas uğlu disk kullanmalısın (PCB malzemesi fiberglass'dır. Fiberglass = cam. Dolayısıyla elmas uç dışında kullanacağın herhangi bir disk 1 PCB kestikten sonra

körlenir). Alet ile birlikte gelen diski sök ve bir kenara koy. Onunla balsa falan gibi yumuşak tahtalardan başka bir şey kesilmez.

Elbetteki bunlar benim tercihlerim. Farklı bütçeler farklı senaryolar için senin tercih ettiklerin gibi farklı ürün kombinasyonları da yapılabilir.

Çalışma Sahibi: yavuzg

Yazar Hakkında

[Eşref Kayın](#) 2017/06/04 15:05

From:

<http://www.commodore.gen.tr/doc/> - wiki

Permanent link:

http://www.commodore.gen.tr/doc/doku.php/projeler:evde_pcb_yap%C4%B1m%C4%B1

Last update: **2017/06/04 16:39**

