

# Altium ile Donanım Tasarımı

1 Eylül 2021 Çarşamba 17:32

[Giriş](#)

[01 Kütüphane Oluşturma](#)

[02 Şematik Tasarım](#)

[03 PCB Tasarım](#)

[04 Üretim Dosyalarını Oluşturma](#)

[Kılavuzlar](#)

[Devre Analizi](#)

# Giriş

19 Eylül 2022 Pazartesi 14:37

## Giriş

### Kaynaklar

- Bu belge oluşturulurken <https://www.youtube.com/channel/UCIDcD7dgGpopzNndIT3sLKQ>,  
[https://www.youtube.com/channel/UCg9HPd--Un\\_WszV6r-hk2Pw](https://www.youtube.com/channel/UCg9HPd--Un_WszV6r-hk2Pw),  
<https://www.udemy.com/course/altium-designer-donanim-tasarim> linklerdeki eğitim videoları izleme sırasında alınan notlardan oluşmaktadır.
- [https://www.youtube.com/playlist?list=PLoXLyL71v6I5QhiEx-vwpInu9J\\_50GpGq](https://www.youtube.com/playlist?list=PLoXLyL71v6I5QhiEx-vwpInu9J_50GpGq) linkten üretim çıktıları hakkında bilgi sahibi olabilir, <http://www.lojikprob.com/embedded/stm32/stm32-donanim-tasarim-rehberi-stm32f1/> linkte ST firmasının yayınladığı belge ile donanım geliştirim hakkında detayları öğrenebilir ve <http://www.mehmetalikucuk.com/>,  
<https://www.linkedin.com/in/serhatsogukkuyu/recent-activity/posts/> ve <https://320volt.com/altium-designer-kullanim-notlari/> linklerdeki pcb konusununda yazılmış yazılarından yararlanabiliriz.
- Devreleri simülasyonu için Charles K. Alexander, Matthew N.O. Sadiku'nun yazmış olduğu Fundamentals of Electric Circuits adlı kitap kullanılarak anlatılan [Doğru Akım Devre Analizi](#) ile [Alternatif Akım Devre Analiz](#) kurslarını izleyebiliriz.
- <https://www.udemy.com/course/litspice-ile-devre-analizi-ve-tasarm/> link ile devre simülasyonu programı LtSpice üzerinden nasıl simülasyon yapacağımızı öğrenebiliriz.  
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLqy-5MTQ294UaOx9HKaczIWezIC5FBhaY> ile  
<https://www.youtube.com/playlist?list=PL1ZtCYw43qF0xsWlsdkYPoEXblCcsEzVc> linkteki oynatma listesine göz atabiliriz.

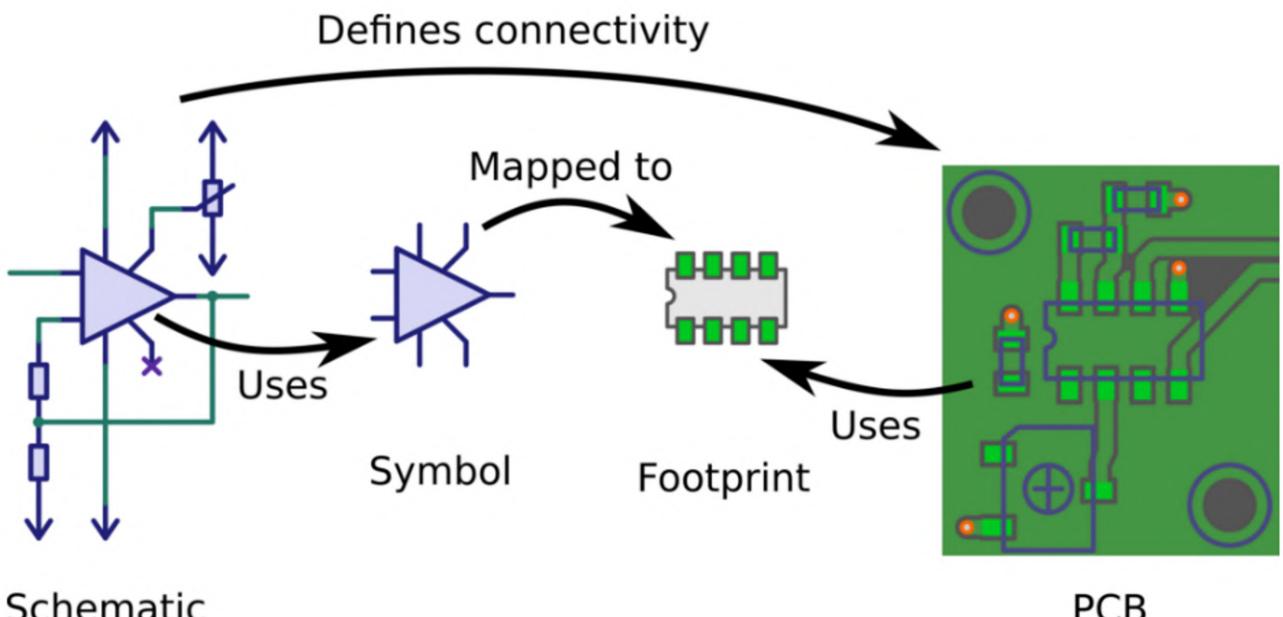
# 01 Kütüphane Oluşturma

19 Eylül 2022 Pazartesi 14:37

## 01 Kütüphane Oluşturma

### Kütüphane Dosyaları Hakkında

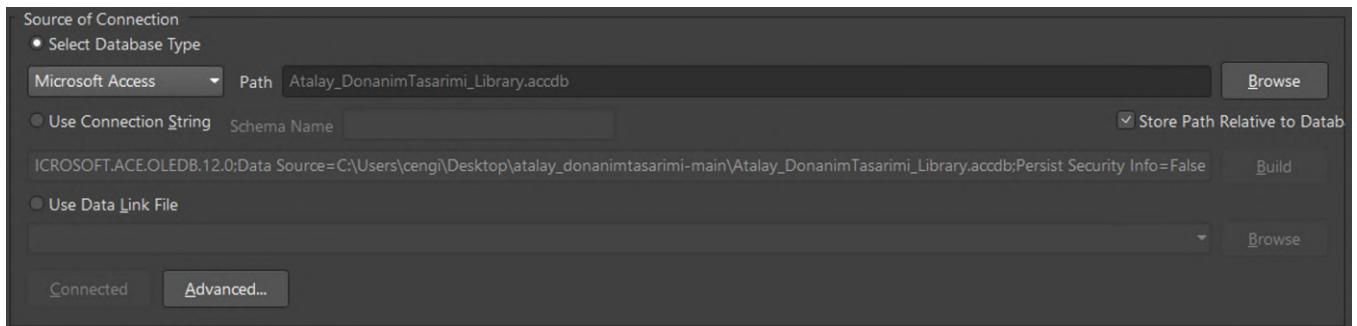
- Linkteki [https://www.youtube.com/watch?v=BJiK4ZT\\_J-4&list=PLzcvOLCbmCU6UfYOfKuKCGvJ4MpUhToa](https://www.youtube.com/watch?v=BJiK4ZT_J-4&list=PLzcvOLCbmCU6UfYOfKuKCGvJ4MpUhToa) bu video ile hazır oluşturulmuş kütüphaneyi programımızda kullanabiliriz. Bunun için <https://altiumlibrary.com/> adresinden indiriyoruz. Linkte kurulumun nasıl yapıldığı anlatılıyor.
- Ayrıca [https://github.com/mehmetalikucuk/Altium\\_Designer\\_Library](https://github.com/mehmetalikucuk/Altium_Designer_Library) linkteki videodan da başka bir kütüphane ekleyebiliriz.



Schematic

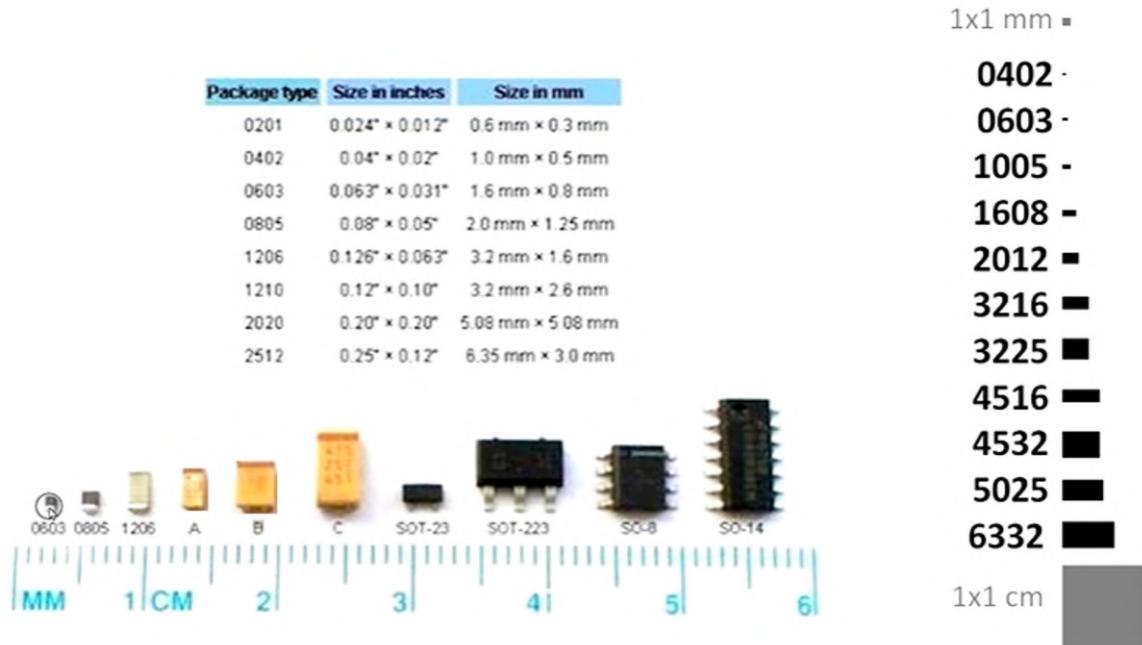
PCB

- Projemizde Schematic ve PCB tarafına geçmeden önce komponentler için Schematic Library ve PCB Library dosyalarını oluşturduk.
- Eğer istersek proje kütüphanesi oluşturabiliriz. Bunun için Integrated Library dosyası oluşturup Schematic ve PCB Library dosyalarını içerisine ekleriz. Böylece Projects kısmında sadece bu dosyayı açmamız yeterlidir fakat dosya konumunda eklediğimiz bu iki dosyayı bulundurması gereklidir. Bu dosyayı Intalled edemeyiz sadece altındaki dosyaları edebiliriz.
- Oluşturduğumuz Integrated Library kütüphanesi üzerine sağ tıklayıp Compile tıklayarak bu üç dosyayı birleştirip tek dosya haline getirir. Böylece Intalled ederken bu dosyayı eklememiz yeterlidir. Bu dosyayı Projects kısmında açamayız direk Intalled etmemiz için bize mesaj yollar evet dersek otomatik ekler.
- Databese ile Install yapmak istersek oluşturduğumuz pcb ve schematik dosya yollarını Access ya da Excel dosyaya ekleriz ardından bu dosyanın yolunu Altium'da oluşturduğumuz Database dosyasına eklememiz gereklidir. Bunun için database dosyasında veritabanı tipini seçtikten sonra veritabanı dosyasını yükleriz ardından Store Path Relative to Database ticki işaretleriz ardından Connected tıklarız. Böylece kütüphaneyi Intalled ederken bu database dosyayı eklememiz yeterlidir.

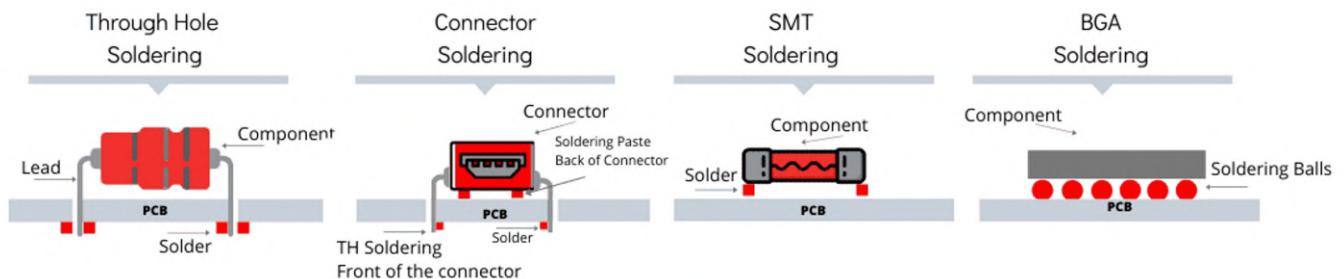


- Böylece intalled ederken bu database dosyayı eklememiz yeterlidir.

## Paket/Kılıf



- TH'nin açılımı Through Hole, SM açılımı Surface Mount'dur.



## Footprint İsimlendirme

- Kılıf kütüphaneleri kılıfın tipi, boyutları, ped yapısı ve parametreleri gibi bilgilerin kılıf isimlerinde belirtildiği bir isimlendirme sisteme sahip olmak isimizi kolaylaştırabilir. Bunun için hazırlanan [https://diptrace.com/books/Pattern\\_names\\_help.pdf](https://diptrace.com/books/Pattern_names_help.pdf) linkteki yapıya göz atabiliz.

## Designator

- <https://baltinkupe.medium.com/ieee-ve-askeri-standartlarda-designatorler-ve-baz%C4%B1-y%C3%BCksek-h%C4%B1z%C4%B1-diferansiyel-sinyal-hatt%C4%B1-84fa7f631568> linkinden komponentlerin Designator standart isimleri hakkında yazı inceleyebiliriz.

## Kütüphane Oluşturma

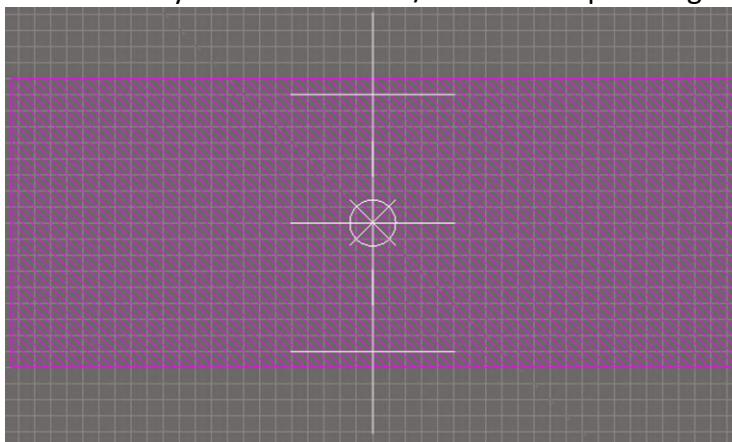
- IPC Compliant Footprint Wizard kısmında Assembly Information'ı kapatıyoruz.
- ON/OFF yazısındaki ON üzerindeki çizgi işaretini bu pine 0 verliğimizde ON aktif oluyor demektir.
- İsmi yazdıktan sonra Designator'de IC? yazıyoruz. Bu soru işaretili ile program otomatik sıralandırıyor.
- Önce pinleri yerleştiriyoruz. Place Pin dedikten sonra Tab'a basıyoruz ve Designator 1, Name kısmına VIN dierek yerleştiriyoruz.

- Space tuşu ile döndürme yani yönünü değiştirme işlemi yapıyoruz.
- Her harfin önüne ters slash eklersek üzerine çizgi çizmiş oluruz.

Designator	5
Name	\O\N\OFF

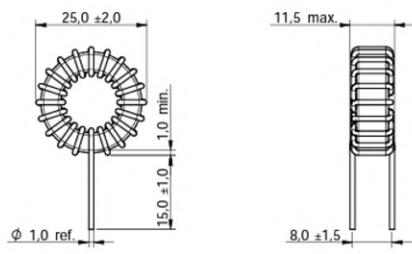
## ON/OFF 5

- Pcb kısmına geçiyoruz. Biz D2PAK tipinde kullanacağımızdan internetten 3 boyutlu görünümü indiriyoruz.
- Place 3D Body kısmından indirdiğimiz dosyayı seçiyoruz.
- G'ye basıp Grid Properties tıklıyoruz burada Coarse kısmından Dots yerine Line seçerek ekrandaki grid nokta yerine çizgi şeklinde gözükecek.
- 3'e bastığımızda 3 boyutlu halini görmüş olacağız.
- Smd olarak kullandığımızdan Layer kısmını Top Layer olarak seçiyoruz.
- Boştayken Q tuşuna basarsak ölçü biriminin mil->mm olarak değiştirir.
- Tools'dan 3D Body Placement kısmından Add Snap Points From Vertices tıklıyoruz. Önce 3 boyutlu modeli seçiyoruz.
- Distribute Horizontalıy iki parça arasında kalan parçaları kendilerine eş ölçüde ayıriyor.
- Top Overley üst katmandaki yazılarla denir. Silkscreen olarak da geçer. Kalınlığı 0.2mm olarak ayarladık.
- View Configuration'da Mechanical Layer kısmına yeni bir layer ekliyoruz. Mechanical 15 isimli ve yeşil renkli olan bu layer ile komponentin etrafına arada boşluk olacak şekilde çiziyoruz. Kalınlığı 0.2mm olarak ayarladık.
- Bu aşamada şematik tarafında Parametres kısmında Add ve Footprint tıklıyoruz. Browse diyoruz PCB tarafında çizdiğimiz açık olduğundan karşımıza çıkıyor ve ekliyoruz.
- Linkte yer alan <https://www.digikey.com/en/products/detail/w%C3%BCrth-elektronik/7447070/1638830> ürünü çizeceğiz. Buradan step dosyasını indiriyoruz.
- Ardından PCB Library kısmında 7447070 adında dosya ekliyoruz. Öncelikle alttan M1 katmanını seçip step dosyasını ekliyoruz.
- 3 boyutlu kısımdayken Tools kısmından 3D Body Placement seçeneğinden Add Snap Points From Vertices tıklıyoruz. Daha sonra 3 boyutlu parça tıkladıktan sonra pad kısımlarına tıklıyoruz ve 2 boyutlu kısma geçiyoruz fakat burada gözükmüyor. Gözükmesi için View Configuration kısmından 3D Body Placement Point / Custom Snap Point görünürlüğünü açıyoruz.

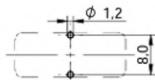


- Padlerin boyutu için datasheetine bakıyoruz.

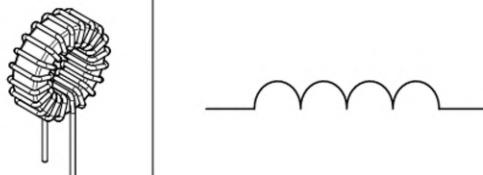
Dimensions: [mm]



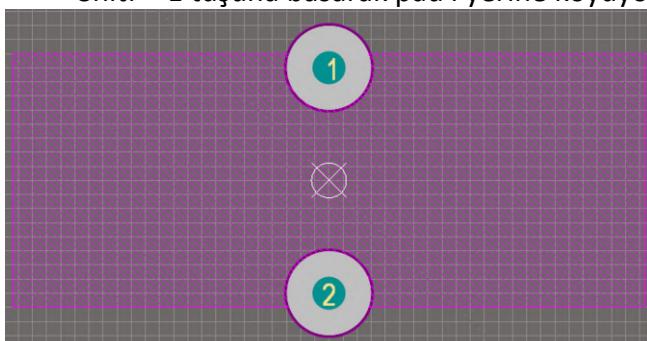
Recommended Hole Pattern: [mm]



Schematic:



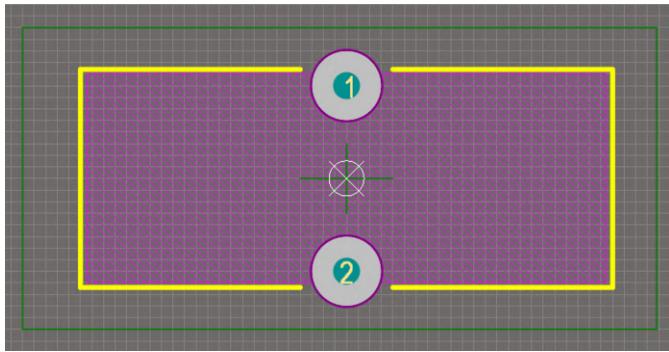
- Designator kısmına 1 vermemiz gerekiyor.
- Pad Stuck kısmından X/Y kısmında her ikisine 3 mm yazıyoruz. Hole Size kısmına 1.2 mm yazıyoruz.
- Plated seçili olması gerekiyor. Deliğin içine kaplama yapılacak gibi anlamına gelir yani alttan yukarıya iletimin olması sağlanır.
- Pad'in tam yerine oturması için Properties kısmından 3D Body Snap Points aktif ediyoruz ardından Shift + E tuşuna basarak pad'i yerine koyuyoruz.



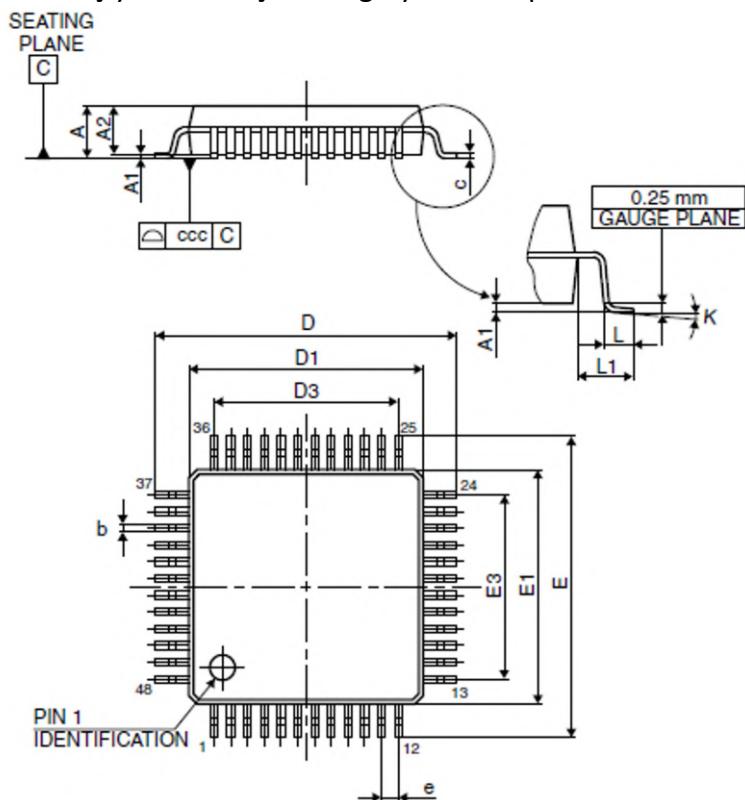
- 3D modeli yükseltmemiz gerekiyor. Bunun için 3D Model Type kısmından Standoff Height kısmını 12mm yapıyoruz.



- Şematik kısımda Top Overlay katmanına tıklayıp Line seçip 0.254mm kalınlığında etrafını çiziyoruz. Bu kısmı pcb de gözükmüyor.
- Dizgi için M15 ile etrafını ve tam ortasını çiziyoruz. Bu kısmı pcb de gözükmez.

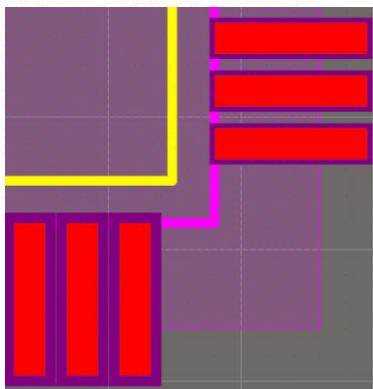


- Tools kısmından IPC Compliant Footprint Wizard tıklıyoruz. Buradan LQFP ile aynı olan PQFP olanı seçiyoruz ve ölçülerini giriyoruz. Step Model'i alttan aktif edebiliriz.

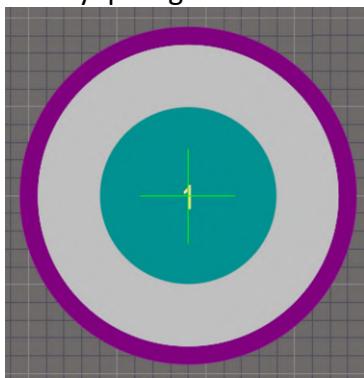


Symbol	millimeters			inches <sup>(1)</sup>		
	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max
A	-	-	1.600	-	-	0.0630
A1	0.050	-	0.150	0.0020	-	0.0059
A2	1.350	1.400	1.450	0.0531	0.0551	0.0571
b	0.170	0.220	0.270	0.0067	0.0087	0.0106
c	0.090	-	0.200	0.0035	-	0.0079
D	8.800	9.000	9.200	0.3465	0.3543	0.3622
D1	6.800	7.000	7.200	0.2677	0.2756	0.2835
D3	-	5.500	-	-	0.2165	-
E	8.800	9.000	9.200	0.3465	0.3543	0.3622
E1	6.800	7.000	7.200	0.2677	0.2756	0.2835
E3	-	5.500	-	-	0.2165	-
e	-	0.500	-	-	0.0197	-
L	0.450	0.600	0.750	0.0177	0.0236	0.0295
L1	-	1.000	-	-	0.0394	-
k	0°	3.5°	7°	0°	3.5°	7°
ccc	-	-	0.080	-	-	0.0031

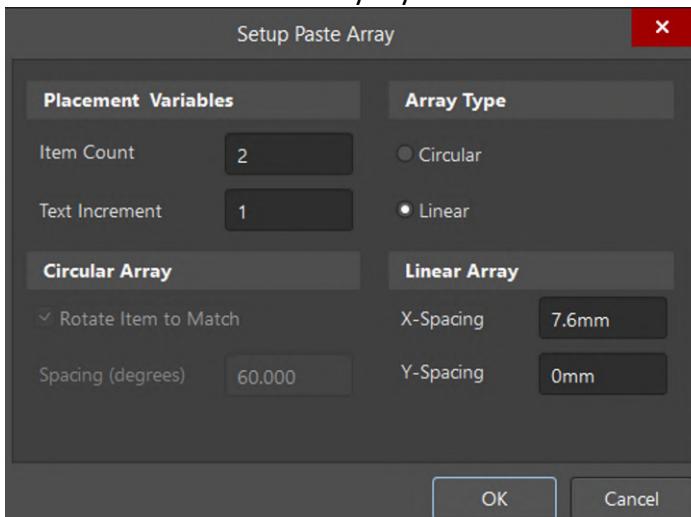
- Pad şeklini Rectangular olarak giriyoruz.
- Silkscreen Line Width 0.1mm olarak giriyoruz.
- Courtyard Information'ın Line Width 0.1mm olarak giriyoruz.
- Component Body Information'ın Mechanical Layer 1 yapıyoruz.



- Padler kalın olduğundan Properties'den Solder Mask Expansion kısmından Top 0.05mm yaptık.
- Designator'de U? yazıyoruz.
- Şematik tarafında isimlendirme bittikten sonra şematik tarafında Properties'in Parametres kısmında Add ve Footprint tıklıyoruz. Browse diyoruz PCB tarafında çizdiğimiz açık olduğundan karşımıza çıkıyor ve ekliyoruz.
- Hole Size mavi renkteki girecek çubuğuın çapıdır. Simple kısmındaki X/Y ölçüsü gri bölgedeki lehim yapacağımız kısmın uzunluğudur.



- Pad'i çizdıktan sonra pad'i kopyalıyoruz ve ortasına tıklıyoruz. Ardından Edit'den Paste Special kısmından Paste Array diyoruz ve özellikleri 2 adet ve x ekseniinde 7.6mm olarak giriyoruz.



- Step dosyasını indirdikten sonra P tuşuna basıp Extruded 3D Body tıklıyoruz ve yandaki ekranın 3D Model Type'dan Generic tıklıyoruz ve alttaki Choose kısmından step dosyasını yükliyoruz.
- Step dosyası için [www.3dcontentcentral.com.tr](http://www.3dcontentcentral.com.tr) adresinden indiriyoruz.
- P tuşuna basıp Extruded 3D Body tıklıyoruz ve yandaki ekranın 3D Model Type'dan Generic tıklıyoruz ve alttaki Choose kısmından step dosyasını yükliyoruz.
- Kendimiz çizmek yerine kütüphane dosyası içerisinde önceden çizilmiş olanı kendi kütüphane dosyamıza ekleyeceğiz.
- Bunun için önce dosyanın pcb tarafına gelip Ctrl+A tıklayıp sonra Ctrl+C tıklıyoruz ardından kendi kütüphanemizin pcb tarafına gelip Add tıklayıp Ctrl+C tıklıyoruz. Aynı işlemi şematik taraf için yapıyoruz. En son şematik tarafında Properties'in Parametres kısmında Add ve Footprint tıklıyoruz.

Browse diyoruz PCB tarafında çizdiğimiz açık olduğundan karşımıza çıkıyor ve ekliyoruz.

- Klemens için başka kütüphane kullanmak yerine Celestial kütüphanesinde Connectors - Terminal Blocks - Wire to Board kısmından kullanılabilir. Fakat bizim çizdiğimiz padler arası 3.5mm iken diğer 2.5mm'dir. Dizgide hangisi kullanılacaksa pcb tarafına o eklenir. Biz kendi çizdiğimiz 3.5 olanı ekliyoruz.
- Header için linkte <https://grabcad.com/michael.graf-16/models> farklı çeşitlerde header bulabiliriz.

# 02 Şematik Tasarım

19 Eylül 2022 Pazartesi 14:37

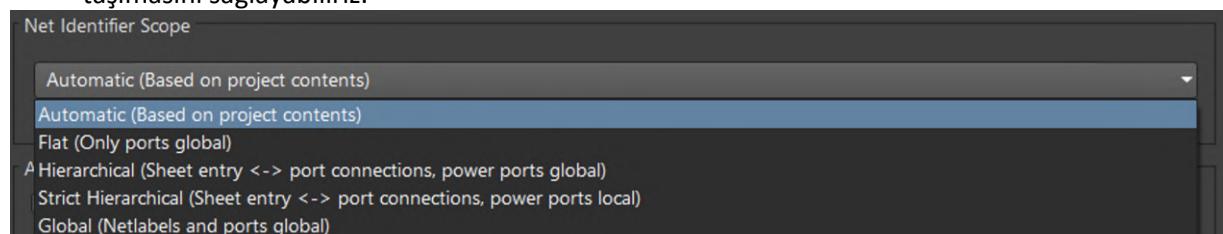
## 02 Şematik Tasarım

### Template

- Schematic dosyası için var olanlardan seçebiliriz ya da yeni Template oluşturabiliriz. Template oluştururken oluşturduğumuz dosyayı kaydederken SchDot türünde kaydetmemiz gerekiyor. Schematic dosyasına eklemek için Design kısmından Templates tıklıyoruz ardından Project Templates seçip dosyamızı seçiyoruz.
- Bir tane daha schematic dosyası oluşturarak kullanıcının kartı daha iyi anaması için blok diyagramı ya da Cover yani kapak sayfası oluşturabiliriz.

### Net Label ve Port Kullanımı

- Güç hatlarımız sayfalar arası bilgiyi taşıyor.
- Net Label sadece olduğu sayfada bilgi taşıır, diğer sayfalar arası bilgi taşımaz. Bilgi taşımamı istiyorsam Port kullanmam gereklidir.
- Bunlar default'ta gelen özellikler olduğu için istersek bu durumu değiştirebiliriz. Bunun için sağ tıklayıp Project Options tıklarız daha sonra Options penceresinden istediğimiz değişikliği yapabiliriz.
- Seçeneklerden Global seçimi yaparsak hem Net Label hem de Port'ları sayfalar arası bilgi taşımamı sağlayabiliriz.



- Hiyerarşik yapıda portlar global değildir lokaldır bu yüzden sonrasında yollarını birleştirmemiz gerekiyor fakat flat yapıda portlar globaldir.

### Bus Kullanımı

- Yolları grüplamak için Bus komutu kullanılır. Bu grüplamanın amacı bir port'a veya Sheet Entry'e çok pin yerine tek pin bağlayarak basit gösterim sağlamaktır. Bus yapısının iki farklı kullanım yöntemi vardır.
- Birinci yöntemdeki amaç Data0, Data1, Data2, Data3 gibi aynı ön isimli hatları grüplayarak, tek hat halinde gideceği yere götürmektir.  
BUS üzerine Net Name ile "Data[8..0]" formatında isim verilerek içinde hangi alt yolların dolaştığı tanımlanmalıdır. Bu tanımlama ile içerisinde Data0, Data1,...,Data8 isimli NET'lerin geçtiğini belirtir.  
BUS çizildiğinde üzerine herhangi bir noktasından wire ile veya Bus Entry ile bağlantılar yapılabilir. Bu tip Bus kullandığında içerisinde başka kablo grubu eklenmez ve genelde başka sayfaya taşımak için avantaj sağlar ama aynı sayfa içerisinde de kullanılacaksa BUS ucuna PORT ekleme şartı yoktur.
- İkinci yöntemde amaç aynı şema sayfası içerisinde gezen yolları grüplayarak kalabalık görüntüyü azaltmaktadır. Bu yöntemde içerisinde farklı tip ve sayıda yol geçebilir ve içerisinde hedef hatların geçtiğini tanımlamaya gerek yoktur. Fakat giren ve çıkan pinler fiziksel olarak Bus üzerine temas etmelidir.

### Harness Kullanımı

- Yolları grüplamak için bir diğer yöntemdir. Bus yapısında farklı türde yolları birleştirip şema dışına taşınamıyorken, Harness yapısı buna izin verir.
- Harness connector ana gövdeyi oluşturur. Harness entry bağlantı noktaları eklemeyi sağlar.
- Signal Harness ise harness ucunu portlara bağlamak için kullanılır. Harness ucuna signal harness dışında bağlantı yapılamaz.
- Harness bir kez tanımlandıktan sonra artık Place penceresinden Harness kısmından Predefined Harness Connector komutu ile istenilen yerde kullanılabilir.

### Multi Sheet Kullanımı

- Büyük projelerde tek sayfaya sığılmadığından veya yolların bağlantı sayısı arttıkça şema üzerinde karmaşık görüntü oluşmaya başladığından, çok sayfalı yapıya geçiş zorunlu hale gelir. Bu aşamada hangi elemanların kimlere bağlandığını takip etmek, anlaşılır şekilde tanımlamak zorlaşır. Bu amaçla iki yöntem kullanılır, birincisi basit olan yöntemlerle net isimleri vermek ve portlar çıkartmaktadır. Bu isim ve portları diğer şemalarda da kullanarak bağlantılar tamamlanmış olur. Fakat devre karmaşıklığı yüksekte bu yöntem de yeterli olmamaya baþar. İkinci yöntem ise hiyerarşik yapı kurmak ve Sheet Symbol kullanmaktadır. Bu sayede en üst katmanda bir genel proje görüntüsü oluşur ve devrenin ne gibi alt devrelerden oluþtuðu görülebilir ve kimlerle baþlantılı olduğunu takip etmek kolaylaşır.
- Hiyerarşik yapıyda proje oluþturmanın iki farklı ilerleme yöntemi vardır. Temel farkları sheet symbol oluþturma yönteminin şeklidir.
- Birincisi önce master şemayı belirleyerek onun içine bir sheet symbol eklenir, ismi verilir, gerekli giriş çıkış portları üzerine çizilir ve Create sheet from symbol komutu ile bu sheet symbolun şema sayfasını kendisi oluşturur ve sheet symbol üzerine çizdiðimiz portları otomatik olarak içerisinde çizer.
- İkincisi bu yöntemde şema parçaları bilinen yöntemlerle oluşturulur ve projeye eklenir. Ardından Design kısmından Create Sheet Symbol From Sheet komutu ile şemanın sheet symbolü otomatik olarak oluşturulur. İçerisine çizdiðimiz giriş çıkış portları, sheet symbol üzerine otomatik olarak eklenir.
- Sheetler arası Control + çift sol tık ile gezebiliriz.

# 03 PCB Tasarım

19 Eylül 2022 Pazartesi 14:37

## 03 PCB Tasarım

### **Şematik Tasarımı PCB'ye Aktarma**

- Tools kısmından Annotation'dan Annotate Schematics tıklıyoruz. Sol taraftaki numaralandırmayı nasıl bir sıralamada yapmasını istiyorsak listeden seçiyoruz ve güncelleyip onaylıyoruz. Böylece numaralandırmış olduk.
- Eğer hızlı bir şekilde yapmak istiyorsak Annotation'dan Annotate Schemetics Quietly tıklıyoruz.
- Eğer birden fazla schematic dosyası var ise ve bunları numaralandırmak istersek Tools kısmından Annotation'dan Number Schematics Sheet tıklarız ve buradan ayarlamaları yaparız.
- Şematik kısımda hata olup olmadığını öğrenmek için projeye sağ tıklayıp Validate tıklarız ve Messages kısmında bize olan hata ya da uyarıları gösterir böylece pcb'ye aktarmadan önce problemleri çözeriz.
- Şematik tarafında Design penceresinden Update yapıyoruz ve bize Componenets, Nets, Component Classes, Differential Pair, Rooms gibi başlıklar altında pcb tarafa eklenecek malzemeler geliyor. Validate tıklıyoruz ardından Execute tıklayıp pcb tarafına aktarma işlemini tamamlamış oluruz.
- Room, her bir şematik dosyasını pcb kısmında ayrı kutu içerisinde alır bu işlem pcb kısmında birden fazla kart var ise işe yarayabilir fakat bir arada kullanımda olacak şematik dosyaları için room kısmındaki ticki kaldırımız gerekiyor.

### **Katmanları Ayarlama**

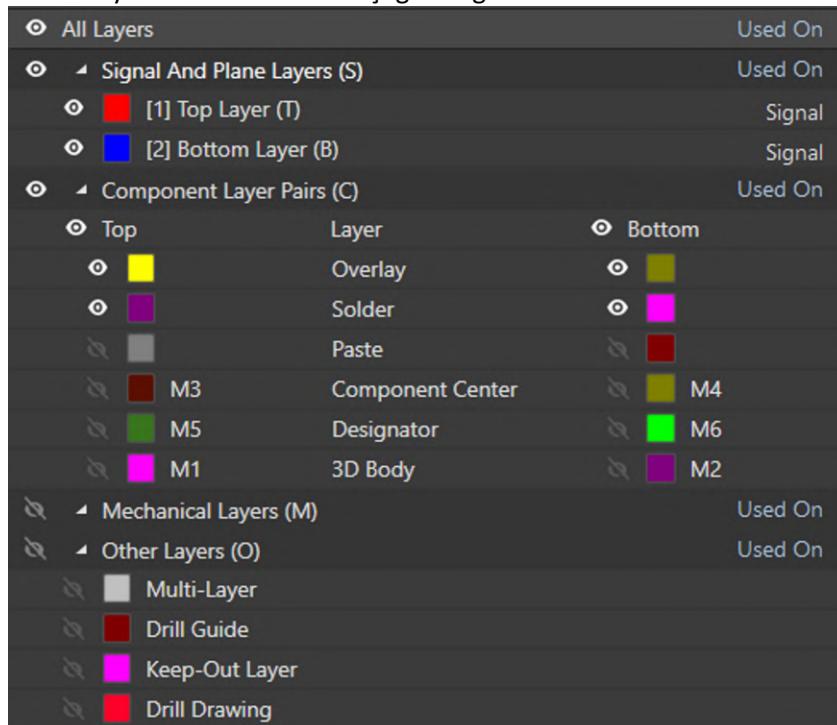
- PCB kartın kalınlığını değiştirmek için Design'dan Layer Stack Manager tıklıyoruz. Bu kısımda mm çalışacağımızdan Tools penceresinden Measurement Units kısmından mm seçeneğini seçiyoruz.
- Kartın tam ortasında FR-4 Dielectric malzemesi var. Bu malzemenin kalınlığını 1.5 mm yapıyoruz. Properties'de total kalınlık yani PCB'nin kalınlığını yazar. Bu da 1.591mm'dir.
- Overley kısmı pcb'deki yazıların olduğu yerler, Solder kısmı pcb'nin rengi olan yerlerdir.
- Top Layer ile Bottom Layer sinyal yollarımızın olduğu yerlerdir.

#	Name	Material	Type	Thickness	Dk	Weight
	Top Overlay		Overlay			
	Top Solder	Solder Resist	Solder Mask	0.01mm	3.5	
1	Top Layer		Signal	0.036mm		1oz
	Dielectric 1	FR-4	Dielectric	1.5mm	4.8	
2	Bottom Layer		Signal	0.036mm		1oz
	Bottom Solder	Solder Resist	Solder Mask	0.01mm	3.5	
	Bottom Overlay		Overlay			

- Katman sayısında değişiklik yapmak için Tools penceresinden Presets tıklanır ve katman sayısı seçilir.
- PCB üreticilerinden PCBWAY ile JLCPCB'nin katmanlar hakkındaki yazıları <https://www.pcbway.com/multi-layer-laminated-structure.html> ile [https://cart.jlcpcb.com/impedance?\\_ga=2.263564300.1800643189.1661725222-1789881637.1661725222](https://cart.jlcpcb.com/impedance?_ga=2.263564300.1800643189.1661725222-1789881637.1661725222) linkten inceleyebiliriz.
- Surface kısmı aslında SMD komponentleri lehimlediğim yer oluyor.
- Biz dört katman seçenek ağidak gibi olur. Burada 2. ve 3.katmanları güç hattı olarak kullanacağımızdan plane yaptık istersek üzerine tıklayıp signal yapabiliyoruz.

#	Name	Material	Type	Thickness	Dk	Weight	Df
	Top Overlay		Overlay				
	Top Solder	SM-001	Solder Mask	0.025mm	4		0.03
	Top Surface Finish	PbSn	Surface Finish	0.02mm			
1	Top Layer	CF-004	Signal	0.035mm		1oz	
	Dielectric 1	PP-017	Prepreg	0.13mm	4.3		0.02
	Dielectric 2	PP-017	Prepreg	0.13mm	4.3		0.02
2	Int1 (GND)	CF-004	Plane	0.035mm		1oz	
	Dielectric 3	Core-039	Core	0.711mm	4.8		0.02
3	Int2 (PWR)	CF-004	Plane	0.035mm		1oz	
	Dielectric 4	PP-017	Prepreg	0.13mm	4.3		0.02
	Dielectric 5	PP-017	Prepreg	0.13mm	4.3		0.02
4	Bottom Layer	CF-004	Signal	0.035mm		1oz	
	Bottom Surface...	PbSn	Surface Finish	0.02mm			
	Bottom Solder	SM-001	Solder Mask	0.025mm	4		0.03
	Bottom Overlay		Overlay				

- PCB kütüphanesindeki komponentlerin 3D görünümlerinin hepsinin aynı katman olması gereklidir. Biz Mechanical Layers'da Mechanical 1 olarak yaptık.
- İstersek bunları Componenet katmanına alıp var olan 3D Body olarak yapabiliriz. Bunun için 3D Body katmanı silinir eğer 3D katmanında komponent var ise hata verir. o yüzden katmanları önce Mechanical 1 yaparız ve 3D Body kısmını sileriz. Ardından sağ tıklayıp Add Componenet Layars Pairs tıklarız. Burada Number kısmında Top için 1 , Bottom için 2 yapılır. Tip olarak 3D Body seçilir.
- Böylece katmanlarımız aşağıdaki gibi olur.



- Daha sonra Pcb yaptığımız işlemi kütüphanedeki komponentlere tanımlamak için PCB Library kısmına gelip komponentlerin olduğu yere sağ tıklayıp Update PCB With All tıklar OK deriz. Böylece arka planda açık PCB kartımız için kütüphaneden çekerek güncellenir. Ardından projeye gelip kütüphanede yaptığımız katman ayarlamaların aynısını burada da yaparız.
- View Options kısmında kartın rengini değiştirebiliriz.  
Kartın içinden gözükmemesi için aynı yerde Core'un Transparency kısmını düşürüyoruz.
- 3 boyutlu kısmında 8, 9 ve 0 tuşlarına basarak farklı görünüler elde edebiliriz.

### Devre Kartı Boyutlandırması

- Önce grid kısmını ayarlıyoruz. Breadboard ile aynı olacak şekilde 100mil yani 2.54mm ölçüsünde kullanıyoruz. Çizime göre bunu ayarlayabiliriz.
- G tuşuna iki kere basarak manuel olarak girebiliriz.

- Q tuşu ile mil ile mm arasında geçiş yapabiliriz.
- Çevresini belirliyoruz. Bunun için Track kullanıyoruz. Eğer track gözükmüyorsa View Configuration kısmından Keep-Out Layer eklememiz gerekiyor. Eklediğimizde kartın ölçüsü olacak şekilde etrafını çiziyoruz. Çızdikten sonra tamamını seçip Design'dan Board Shape kısmından Define from selected objects tıklıyoruz ve Yes diyoruz. Böylece kart çizdiğimiz ölçüde olmuş oldu.
- Kartın boyutlandırmasını istersem dışardan DXF/DWG uzantılı dosya ile yapabiliyim. <https://dwgmodels.com/> link üzerinden çeşitli çizimler bulabilir ya da kendimiz çizerek projemize ekleyebiliriz.
- Kartımızın bir kısmı eğer kırılabilir olması gerekiyorsa bunun için Mechanical Layers olan Routh Tool Path katmanı kullanılır.



- Katmayı ekledikten sonra bu katmayı kullanarak PCB kartımızda Line komutu ile istediğimiz kesme işlemini uygulayabiliriz. Önce 1mm ile kalın çizgi çizeriz ardından kırılacak kısımlara birkaç tane 0.3 mm kalınlıkta çizgi çizeriz.
- Bunu üreticiye belirtmemiz lazım yani M7 boşalt dememiz gerekiyor fakat eğer bunu söyleyemiyorsak Keep-Out Layer olarak çizeriz.

### Devreye Komponentlerin Dizilimi

- Kart dizilimi yapaken komponent üzerindeki hataları, çalışma yapıyorken rahatsız etmesini istemiyorsak Tools penceresinden Reset Error Makers tıklarız böylece hatalar geçici süreliğine gider.
- Edit penceresinden Orijin kısmından Set dedikten sonra pcb tarafta tıkladığımız nokta kartın orijin noktası oluyor.
- Schematic tarafında seçtiğimiz komponentin pcb tarafta gözükmesi için Tools kısmından Cross Select Mod'un seçili olması gereklidir.
- Pcb kısmında komponentleri birbiri ile en kısa yoldan birleştirebilmek için şematikte düzenleme yapabiliriz. Şematikte Ctrl + C işlemi ile komponenti devreyi bozmadan ayıralım.
- Cross Probe ile şematik tarafta tıkladığımız komponenti, pcb tarafta ön tarafa çıkartır.
- Komponentleri hizalarken eğer padların aynı hizada olmasını istersek konumlandırmak istediğimiz komponentin padine getirip fare ile basılı tutmaya devam edip Shift ile ok tuşları ile hareket ettiririz.
- Delik için pad kullanıyoruz. Pad'lerin Pad Stack kısmındaki X/Y kısımları 0 girdik. Çapını Hole Size kısmından 3mm girdik.
- Osilatör işlemciye yakın yere koymaya çalışıyoruz.
- Önce komponentleri yerleştiriyoruz ardından kondansatör ile dirençleri hangi komponente geliyorsa onun yakınına yerleştiriyoruz.
- Faremiz pin üzerindeyken klavyeden Shift tuşuna bastığımızda gidecek yolları gösteriyor.
- Komponentleri konumları düzeltmek için yan yana olan komponentleri için Ctrl + Shift + T bastığımızda seçilen komponentleri üst tarafa doğru hizalar, Ctrl + Shift + B bastığımızda alt tarafa doğru hizalar. Üst üste olan komponentleri Ctrl + Shift + R bastığımızda seçilen komponentleri sağ tarafa doğru hizalar.
- Osilatör işlemciye yakın koymaya çalışıyoruz.
- Hangi katmandaysak seçim işleminde o katmana öncelik verir.
- Komponenti alt tarafa almak için L tuşuna basarak alt katmana geçiririz.
- Pcb seçilen komponentin şematikte gözükmesi için Tools sekmesinde Cross Select Modu aktif etmemiz gerekiyor.

### Rules

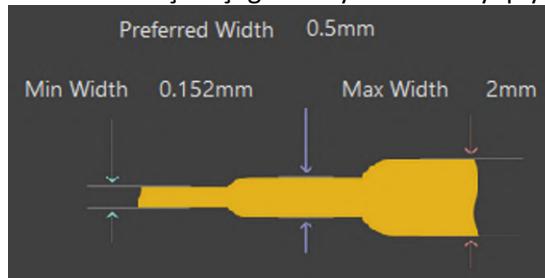
- Öncelikle çizime başlamadan önce ayarlamalar yapıyoruz. Design penceresinden Rules kısmına tıklıyoruz.
- Clerence, iki obje arası mesafeyi belirliyor. Minimum olarak 0.152 mm belirliyoruz. Yani 6 mil oluyor.



- Her bir için 0.152mm arası mesafe yaptık fakat istediğimiz gibi değiştirebiliriz. Advanced diyerek daha fazlası için ayarlama yapabiliriz.
- Test kısımların bir önemi olmadığından 0 diyebiliriz.

	Track	SMD Pad	TH Pad	Via	Copper	Text
Track	0.152					
SMD Pad	0.152	0.152				
TH Pad	0.152	0.152	0.152			
Via	0.152	0.152	0.152	0.152		
Copper	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	
Text	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152
Hole	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152

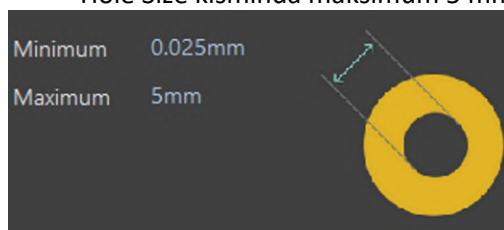
- Bazı komponentlerde kendi içinde padler yakın olduğu için hata veriyor fakat bunları biz kütüphane çiziminde datasheet'e göre çizdiğimiz için aslında hata olmaması gerekiyor. Bu yüzden bu hataları yok sayması için Ignore Pad to Pad clearances within a footprint kısmını işaretliyoruz böylece hatalar gitmiş olacak.
- Biz iki mesafe arasını ölçmek istersek Ctrl + M tuşlayarak fare ile iki nokta arası mesafeyi ölçebiliriz. Eğer bu gösterilen ölçü değerlerini kaldırırmak istersek Shift + C yapılır.
- Width için aşağıdaki ayarlamaları yapıyoruz.



Aşağıda min ve max için verilen kalınlıklar her iki katman için geçerli oluyor. Preferred ise tercih edilen kalınlık oluyor. En çok kullandığımız kalınlık 0.3mm olacağından bu değeri yazıyoruz.

Min Width	Preferred Width	Max Width	Layer Name
0.152mm	0.3mm	2mm	1 - Top Layer
0.152mm	0.3mm	2mm	2 - Bottom Layer

- Biz bu ayarlamaları yaparken All seçeneği ile her şey için geçerli olacak şekilde ölçü veriyoruz. İstersek her bir Net, Layer için farklı kurallarda ölçüler oluşturabiliriz.
- Hole Size kısmında maksimum 5 mm olarak değiştirdik.



- Routing Via için aşağıdaki ayarlamaları yapıyoruz.

Via Diameter		Via Hole Size	
Minimum	0.5mm	Minimum	0.3mm
Maximum	2mm	Maximum	1mm
Preferred	0.8mm	Preferred	0.5mm
Via Diameter		Via Hole Size	

- Via hakkında daha fazla bilgi için <https://www.aydinlatma.org/via-nedir.html> linkteki yazımı okuyabiliriz.
- Viyanın Kullanımı:
  - Sinyal İletimi:** PCB'lerde, sinyallerin farklı katmanlar arasında传递ması gerekiği durumlarda viyalar kullanılır.
  - Güç Dağılımı:** Güç ve toprak planları arasında bağlantı sağlamak amacıyla viyalar kullanılır. Bu, güç bölgesinin homojen bir şekilde beslenmesini sağlar.
  - Bileşen Montajı:** Bileşenlerin farklı katmanlara monte edilmesi gerekiği durumlarda viyalar kullanılır. Özellikle BGA tipi bileşenler için viyalar önemlidir.
- Gürültü Oluşturan Durumlar:
  - Yakınlık Etkisi:** Viyaların birbirine çok yakın olması veya yakınlık etkisi yaratır. Bu, bir via üzerinden传递en sinyalin diğer viyalar üzerindeki sinyalleri etkileyebileceği anlamına gelir. Bu nedenle, sinyal viyaları ile güç

veya toprak viyaları arasında yeterli mesafe bırakılmalıdır.

**Harmonik Gürültü:** Hızlı geçişli sinyaller veya yüksek frekansta çalışan devrelerde harmonik gürültü oluşabilir. Bu, viyaların boyutu ve konumlarına dikkat edilmesi gerektiği anlamına gelir.

**Toprak Dönüş Yolları:** Toprak vialarının yolu, döngü alanlarına izin vermemek ve düzgün bir topraklama yapmak için dikkatlice tasarlanamalıdır.

- Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar:

**Viya Boyutları:** Viya boyutları, taşıması gereken akım ve iletim hızına bağlı olarak seçilmelidir. İdeal boyutlar tasarım gereksinimlerine bağlı olarak değişebilir.

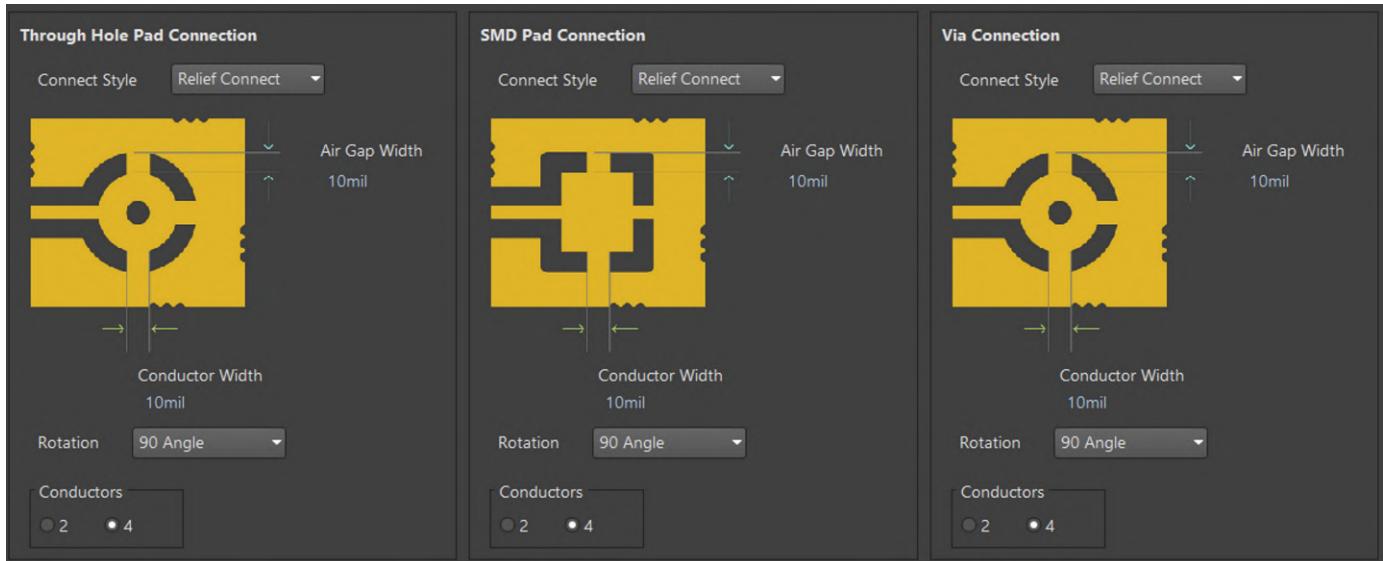
**İzolasyon:** İzole vialar, iki katman arasında elektriksel izolasyon sağlar. Bu, sinyal karışımını önlemek için önemlidir.

**Via Dizilimi:** Viyaların düzgün bir şekilde dizilmesi ve sinyal yollarının kısa ve doğrudan olması, gürültüyü minimize etmek için önemlidir.

- Via çeşitleri Through Via, Tended Via, Blind Via, Buried Via ve Stacked Via

Cost	Standard	Standard	+\$	+\$	+\$\$\$	+\$\$\$\$
Duration	Standard	Standard	+	+	+	+
Type	Through Via	Tented Via	Blind Via	Buried Via	Stacked Via	Via in Pad

- 2 katmanlı pcb için Through Via ile Tended Via kullanabilirken 4 ve daha fazla katmanda diğer Via türlerini de kullanabiliyoruz.
  - Through Via ile Tended Via arasındaki fark pcb yüzeyinde **görünüp görünmemesidir**. Through Via'yi Tended Via'ya çevirmek için Properties kısmında Solder Mask Expansion altında Tented yazılı Top ve Bottom işaretlenir.
  - Blind Via ile Buried Via arasındaki fark hangi **katmandan başladıklarıdır**. Blind Via Top ya da Bottom katmanında başlamak zorundayken Buried Via Top ile Bottom katmanları arasında olmak zorundadır. Bu Via'ları katmanlarda belirtebilmek için Layer Stack Manager kısmına gelip Via Types kısmını tıklayarak istediğimiz Via'yı ekleyebiliriz.
  - Bu ayarlamaları yaptıktan sonra hata olarak gözükenler gitmiş olacak.
  - Polygone için kurallardan düzenleme yapıyoruz. Bunun için Plane kısmından Polygon'a geliyoruz. Her bir komponent için farklı ayar yapabiliyoruz. Bunun için Advanced diyoruz.
  - Relief ile Direct Connect bağlantı şekillerinden istediğimizi yapabiliyoruz.
  - Toplamba 10 mil kalınlığında 4 yol gidiyor yani yoldan sebep akım bölüneceğinden bu sebeple ona göre yol kalınlığını değiştirebiliriz. Örnek verirsek normalde taşıyacağı akım 60mil ile taşınabiliyorsa her bir yol kalınlığı en az 15 mil olmalıdır.
- Bu sebeple 10 mil yerine 15 mil yaparız fakat her bir pad için kuraldan değişiklik yapabiliyoruz, pad'e özel kural tanımlayabiliyoruz ya da pad'in Properties kısmına gelip Pad Stack kısmında Thermal Relief'de tıkka tıkla ve üç nokta aktif olur ve ona tıkla ve burada olması gereken kalınlık girilir.



- Standart mekanik matkapların çapı genellikle 0,3 mm'nin üzerindedir. Bu nedenle devre tasarımda çizilen via, **en az 0,3 mm** çapında bir **delige** sahip ise **Via pedi** ise **deligin iki katı büyülüklükte** olmalıdır.

### PCB Yol Çizimi

- Ctrl + W kısayolu ile yolunu çağırıyoruz. Öncelikle Sinyal yollarının yol genişliğini 0.3mm olarak yani 11.81mil ile çiziyoruz.
- Via kullanmak durumunda kalırsak yolumuz normal çizerken + tuşuna basıyoruz. Via çapını 0.6mm, Hole Size 0.3mm yaptık. Hole size çapı üreticiye bağlıdır. Üreticinin yapabileceği sınıra dikkat etmemiz gerekiyor. Via çapını 1mm, Hole Size 0.5mm'de yapabiliriz.
- Ana güç hatları olan besleme kaynaklarını 1mm yani 39.37mil ile çiziyoruz.
- Saturn PCB Toolkit programı ile yol üzerinden ne kadar akım cektiğini öğrenebiliriz.

PDN Calculator Planar Inductors PPM-XTAL Calculator Thermal Management Via Properties Wavelength Calculator XL-XC Reactance  
 Embedded Resistors Er Effective Fusing Current Mechanical Information Min Conductor Spacing Ohm's Law Padstack Calculator  
 Bandwidth & Max Conductor Length Conductor Impedance Conductor Properties Conversion Calculator Crosstalk Calculator Differential Pairs

**Conductor Characteristics**

Solve For: Amperage (Help) Plane Present? No  
 Parallel Conductors? No  
 Conductor Width: 39,37 mils  
 Conductor Length: 1000 mils  
 PCB Thickness: 62 mils  
 Frequency: DC  
 DC

**Options**

Base Copper Weight: 0.25oz, 0.5oz, 1oz, 1.5oz, 2oz, 2.5oz, 3oz, 4oz, 5oz  
 Units: Imperial, Metric  
 Substrate Options: Material Selection FR-4 STD, Er: 4.6, Tg (°C): 130  
 Plating Thickness: Bare PCB, 0.5oz, 1oz, 1.5oz, 2oz, 2.5oz, 3oz  
 Temp Rise (°C): 20, Temp in (°F) = 36.0  
 Ambient Temp (°C): 22, Temp in (°F) = 71.6  
 Plane Thickness: 0.5oz / 1oz, 2oz  
 Conductor Layer: Internal Layer, External Layer  
 Information: Total Copper Thickness: 2.10 mils, Via Thermal Resistance: N/A, Via Count: 10, Conductor Temperature: Temp in (°C) = 42.0, Temp in (°F) = 107.6, Via Voltage Drop: N/A

IPC-2152 with modifiers mode Etch Factor: 1:1

Power Dissipation: 0.11010 Watts	Conductor DC Resistance: 0.01090 Ohms
Power Dissipation in dBm: 20.4180 dBm	Conductor Cross Section: 78.27 Sq.mils
Voltage Drop: 0.0346 Volts	Conductor Current: 3.1787 Amps

**SATURN PCB DESIGN, INC**  
 Turnkey Electronic Engineering Solutions

Follow Us:

- DC ile çalıştığımızdan frekans yoktur.

Burada Conductor Width kısmına kalınlığı girdik ve Solve dedikten sonra bize Conductor Current sonucu

3.1787A akım çekerini söylüyor.

- 3.3V ile 5V için yol genişliği 0.5mm yani 19.685mil ile çiziyoruz. Komponentlere çizerken 0.3mm olarak çiziyoruz çünkü genişlik fazla olunca fazla yer kapladığından hata veriyor.
- 3.3V bağlantısı olanlar birbirleriyle bağlantısı olması gerekiyor. Özellikle gelen güç bağlantısı her bir noktaya ulaşabiliyor olması gerekiyor.
- Shift + Space ile yolu kıvrımlı şekilde döndürebiliriz.
- GND'leri en son yapacağımızdan bunları saklayabiliriz. Bunun için View penceresinden Connections kısmından Hide Net tıklarız ve saklayacağımız net'e tıklarsak onu saklar.
- Belirli bir net için giden yolların hangi komponentlere ulaştığını rahat bir şekilde görebilmek için CTRL tuşu ile net'e tıklarız ve ardından Ĝ tuşu ile parlaklığını azaltırız, artırmak için Ü tuşuna basarız.
- Yolları renklendirmek istersek şematik tarafta özellikle GND veya VCC yollarını renklendirmek isteyebiliriz. Bunun için şematik tarafta View sekmesinden Set Net Colors kısmından istediğimiz renk seçilir ve şematik tarafta renklendirilecek yola tıklarız.
- Signal katmanında yol çizimini Wire komutunu ile kullanıyoruz fakat Plane katmanında kullanırken Signal katmanına atıyor. Bu yüzden Wire komutunu kullanamıyorum onun yerine Line komutunu kullanıyorum.
- CTRL+S ile tek katmanda çalışmamızı sağlar istersek bir daha tuşlayarak kalan kısımları da kaldırır.
- Layer isimlerini kısaltmak için alt taraftaki layer üzerine sağ tıklayıp Use Short Layer Names tıklanır.
- Çizilmemiş bağlantıları kaldırmak için View sekmesinde Connections kısmında Hide All tıklarız.
- Default ayarları değiştirmek istersek ayarlar kısmından istediğimiz özelliği buradan değiştirerek default olarak istediğimiz ayarlamada gelir.
- Active Route yani yarı otomatik çizim ile çizdirme yaparak işimizi kolaylaştırabiliriz. Bunu için ALT basılı tutup sağdan sola doğu sinyal yolları seçiyorum sonrasında PCB ActiveRoute penceresinden Route Guide seçip Top Layer tıklıyorum sinyal bağlantıyı çizmek için aktif oluyor ve yönünü belirtmek için biraz çiziyorum ve Active Route tıklıyorum ve otomatik çiziyor. Başka yol olarak Shift ile padları seçiyorum ve üst tabtan Interactive Multi-Routing tıklıyorum böylece yolları çizebiliyorum.
- Montaj deliği oluştururken eğer içinde bakır olmasını istiyorsak Plated tick yapıyoruz.
- Net Tie ile iki yere aynı net bağlantı varsa araya kullanıyoruz bunun için tanımlı bir yol ekliyoruz.
- Storage Manager ile kaydedilen projenin önceki versiyonlarını görüntüleyebiliyoruz.

### Poligon Çizimi

- Her iki katmanı toprak ile kaplayacağımız onun öncesinde GND adıyla birkaç tane via atıyoruz. Via'ları iki farklı GND katmanı yan yana olanlara yakın atıyoruz. Via çapını ve Hole Size 0.3mm yaptık.
- Gnd için polygone atayacağız. Bunun için kartın etrafını çiziyoruz ve net'e GND atıyoruz. Daha sonra Pour Over All Same Net Object seçiyoruz. Yani Polygona GND ile aynı isimde olanları ata demektir.
- Polygone, shelved yapılmışsa yani rafa kaldırılmışsa Tools kısmından Polygone Pours tıklarız ve kaldırılan polygon'un shelved ticki kaldırılır. Ardından aplly dedikten sonra pcb tarafta polygone katmana tıklayıp repour deriz.
- Üst katmana attığımız poligonu alt katmana aynı şekilde atmak için Top Layer katmanında çizdiğimiz poligonu kopyalarız ve referans alacağımız herhangi pad'e işaretleriz sonra var olan polygonun tersini alırız sonra Top Layer'a gelip işaretlediğimiz pad'e tıklarız ve Repour yapılır.
- Poligon yaptığımız alanda oluşan ölü alanları kaldırmak için poligon özelliklerinde Remove Dead Copper ticki işaretleriz.
- Shift + S ile tek layer moduna geçerek kalan katmanları karartır.

### Design Rules Check

- Tools penceresinden Design Rule Check tıklıyoruz ardından Run Design Rule Check tıklıyoruz ve karşımıza hatalar çıkıyor. Ardından Design penceresinden Rules tıklıyoruz ve hataya göre burada düzeltme yaparak hataları önliyoruz.
- Minimum Solder Mask Sliver hatası için 0.05mm yaptık. Silk Solder Mask hatası için 0mm yaptık. Silk to Silk hatası için 0mm yaptık.

### Logo/Icon Ekleme

- Linkteki [https://youtu.be/EaUS\\_LBrr8?si=OE8vQ8RTTaQwh6gY](https://youtu.be/EaUS_LBrr8?si=OE8vQ8RTTaQwh6gY) video ile pcb kartımıza logo veya icon ekleyebiliriz.
- Ekleme istedigimiz logo ya da icon BMP formatında olması gerekiyor. Var olan format JPG ya da PNG format ise Paint programında formatını Tek renkli Bit Eşlem yani siyah beyaz olacak şekilde BMP'ye çeviriyoruz ardından Word programına Insert ediyoruz ve bunu kopyalayıp Altium programına yapıştırıyoruz. Hepsi içerisinde ayrı ayrı çizgi olduğundan birleştirmemiz gerekiyor. Bunun için hepsini seçip sağ tıklarız ve Unions kısmından Create Union from selected objects tıklayarak tek objeye dönüştürüyoruz. Şimdi küçültmek için logoyu seçim sağ tıklayıp Unions kısmından Resize Union deriz ve objemize sağ tıklarız böylece köşelerde

oluşan noktalar ile küçültüp büyütебiliriz.

- Metnin üzerine sağ tıklayıp Find Similar Object diyoruz. Buradan Designator kısmındaki Any yerine Same olarak değiştiriyoruz ve Ok tıklıyoruz. Böylece hepsini seçmiş oluyoruz. Daha sonra Properties kısmından True Type, Calibre ve 1.7mm yapıyoruz.

#### Tasarımda Dikkat Edilmesi Gerekenler

- <https://www.elektrobot.net/pcb-tasarim-kurallari-ugulama-notlari/> ,  
<https://www.ahmetturanalgin.com/pcb-yerlesim-ve-duzeni-1>, <https://www.ahmetturanalgin.com/pcb-katman-secimi-ve-stackup-tasarimi> linklerdeki makaleleri okuyabiliriz.

# 04 Üretim Dosyalarını Oluşturma

19 Eylül 2022 Pazartesi 14:37

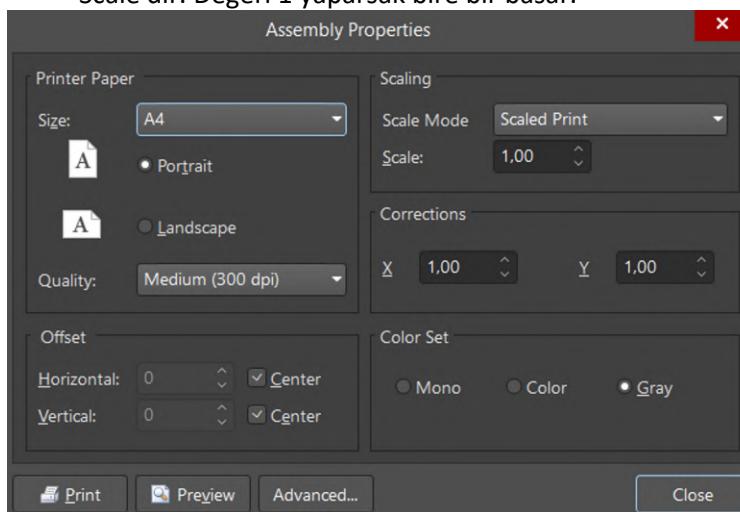
## 04 Üretim Dosyalarını Oluşturma

### PDF Çıktısı Alma

- Projemize sağ tıklayıp Add New to Project sekmesinden Output Job Files tıklıyoruz.
- Önce sağ taraftan PDF oluşturup ismini yazıyoruz. Ardından Assembly Output kısmında Assembly Drawings sağ tıklayıp pcb kartımızı seçiyoruz. Daha sonra çift tıklayıp PDF'te olmasını istediğimiz katmanları seçiyoruz. Önce tüm katmanları çağrırmamız gerekiyor. Bunun için sağ tıklayıp Create Final tıklıyoruz. Ok deyip kapatıyoruz.



- Aynı şekilde sağ tıklayıp Page Setup tıklıyoruz. Aşağıdaki gibi değiştirip Close tıklıyoruz. Burada en önemlisi Scale'dir. Değeri 1 yaparsak bire bir basar.



- Enabled tıklıyoruz. PDF kısmında Change tıklıyoruz ve yeni sekmeden Advanced deyip sol alttakileri Page Setup Dialog seçiyoruz.
- Böylece PDF çıktısını elde ediyoruz. Bunu baskı devre yapmak için kullanabiliriz.

### Gerber Çıktısı Alma

- <https://electronics.stackexchange.com/questions/135051/export-gerbers-from-altium-to-cam350>
- PDF ile aynı yerden Fabrication Outputs kısmından Gerber Files ekliyoruz. Ardından tekrar tıklayıp NC Drill Files tıklıyoruz.  
Drill dosyası deliklerin konumunu gösteriyor.
- Gerber Files çift tıklıyoruz. Layers kısmından All Layers seçimi için Plot tick yapıyoruz.  
Drill Drawing kısmında Plot all used drill pairs seçimi yapıyoruz.
- NC Drill Files çift tıklıyoruz. Buradan iki yere tıklıyoruz.  
Supress leading zeros ile Generate separate NC Drill files plated & non-plated holes tıklıyoruz.
- Her ikisinin formatlarının aynı olması gerekiyor.
- Sağdan yeni dosya oluşturuyoruz. Ardından Enabled tıklayıp bağlıyoruz.

### BOM Çıktısı Alma

- Projenin sayfasına gelip Reports kısmından Bill of Materials tıklanır ve Excel olarak çıktı alırız.
- BOM ile ilgili yazılmış yazıyı <https://tr.linkedin.com/pulse/ürün-mühendisleri-bom-bill-material-listesini-nasıl-hüseyin-azar> ile <https://www.elektrikde.com/malzeme-listesi-bom-nedir-turleri-nelerdir-malzeme-listesinin-bom-avantajları/> linkten okuyabiliriz

### Multi Board Tasarımı

- Yaptığımız pcb kartları bir araya getirerek montajını yapabiliyoruz. Bu konuda bilgi edinmek için [https://www.youtube.com/playlist?list=PL3aaAq2OJU5H2-3xK\\_xuwiWzNsGo1yGmW](https://www.youtube.com/playlist?list=PL3aaAq2OJU5H2-3xK_xuwiWzNsGo1yGmW) linkteki oynatma listesindeki videolara bakabiliyoruz.

### PCB Üretim ve Dizgi Süreci

- ODAK PCB'nin hazırlamış olduğu <https://odakpcb.com/production-process> linkten pcb'nin üretim süreci yazısı ve <https://odakpcb.com/pcb-design-guidelines> linkten pcb tasarım rehberi kitabı okuyabiliriz.

### Elektronik Cihaz Kutuları

- Yaptığımız pcb için kutu yapmak istersek dışarıdan Altınlıkaya üzerinden <https://www.altinkaya.com.tr/cnc-kesim#CNC-Kesim-i%C3%A7in-Talimatlar-ve-Dosya-Formatlar%C4%B1> link üzerinden talimatları inceleyerek üretime yapabiliyoruz. <https://3dbaskial.com/pcb-kutusu-tasarimi-ve-uretimi/> link ile standartlar hakkında bilgi edinebiliriz.
- İstersek CAD programları üzerinden SolidWorks gibi araçları kullanarak kendimiz çizip 3D yazıcı ile çıktı alabiliyoruz. SolidWorks ile örnek çizim yapmak için <https://www.youtube.com/playlist?list=PLQ1PT2LD9uQuapRFO2t4eDbNrLPOZT3Mw> linkteki Makine Tekerleği örneğiniz yapabiliyoruz.
- Kitap ile SolidWorks ile Katı Modelleme hakkında Taslak Modelleme, Katı Oluşturma, Sac Metal, Montaj Modelleme, Katı Modeli Teknik Resme Aktarma, Animasyon konularında yazılmış yazıları okuyarak çalışmalar yapabiliyoruz.

# Devre Analizi

11 Kasım 2023 Cumartesi 11:52

## Devre Analizi

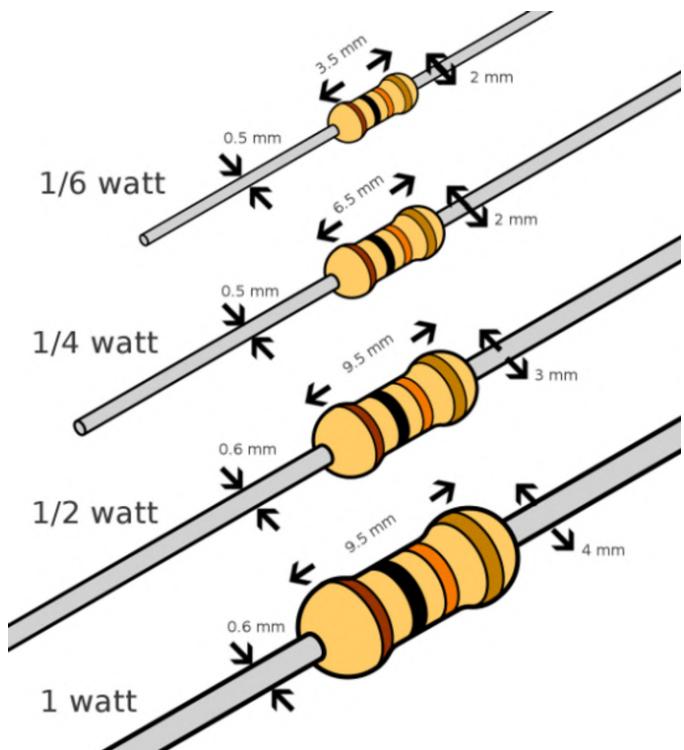
### Devre Elemanları

- <https://maker.robotistan.com/kategori/temel-elektronik/elektronik-devreler/> linkten devre elemanları hakkında bilgilere ulaşabiliriz.
- Komponentler pasif ve aktif olmak üzere ikiye ayrılırlar.
- Pasif olanlar; kapasitör, direnç ve bobinlerdir. Bunlar enerji kaynağı ya da etkin elektromotor kuvvetleri olmayan, ancak gerilim uygulandığında geçen akımın sonucu olarak, enerji harcayan ya da depolayan elemanlardır.  
Kondansatörler elektrik enerjisini elektrik yükü şeklinde, bobinler ise manyetik alan olarak depolarlar.
- Aktif olanlar; diyotlar, transistörler, tristörler, entegre devrelerdir. Bunlar kendileri enerji üreten ya da enerji seviyesini yükselten elemanlardır.

### Resistor

- Elektriksel akımı sınırlamak veya belli bir değerde tutmak için kullanılan pasif elektronik bileşenlerdir. Ohm ( $\Omega$ ) birimiyle ölçülürler.
- Direnç, elektrik devrelerinde direnç, bir iletken üzerinden geçen elektrik akımının karşılaştığı zorlanmadır.
- Akım sınırlaması yaparken “ısı” ve “ışık” şeklinde enerji harcarlar.

1.0	10	100	1.0 k	10 k	100 k	1.0 M
1.1	11	110	1.1 k	11 k	110 k	1.1 M
1.2	12	120	1.2 k	12 k	120 k	1.2 M
1.3	13	130	1.3 k	13 k	130 k	1.3 M
1.5	15	150	1.5 k	15 k	150 k	1.5 M
1.6	16	160	1.6 k	16 k	160 k	1.6 M
1.8	18	180	1.8 k	18 k	180 k	1.8 M
2.0	20	200	2.0 k	20 k	200 k	2.0 M
2.2	22	220	2.2 k	22 k	220 k	2.2 M
2.4	24	240	2.4 k	24 k	240 k	2.4 M
2.7	27	270	2.7 k	27 k	270 k	2.7 M
3.0	30	300	3.0 k	30 k	300 k	3.0 M
3.3	33	330	3.3 k	33 k	330 k	3.3 M
3.6	36	360	3.6 k	36 k	360 k	3.6 M
3.9	39	390	3.9 k	39 k	390 k	3.9 M
4.3	43	430	4.3 k	43 k	430 k	4.3 M
4.7	47	470	4.7 k	47 k	470 k	4.7 M
5.1	51	510	5.1 k	51 k	510 k	5.1 M
5.6	56	560	5.6 k	56 k	560 k	5.6 M
6.2	62	620	6.2 k	62 k	620 k	6.2 M
6.8	68	680	6.8 k	68 k	680 k	6.8 M
7.5	75	750	7.5 k	75 k	750 k	7.5 M
8.2	82	820	8.2 k	82 k	820 k	8.2 M
9.1	91	910	9.1 k	91 k	910 k	9.1 M



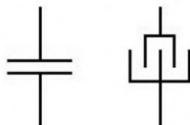
Code		Length ( <i>l</i> )		Width ( <i>w</i> )		Height ( <i>h</i> )		Power
Imperial	Metric	inch	mm	inch	mm	inch	mm	W
0201	0603	0.024	0.6	0.012	0.3	0.01	0.25	1/20
0402	1005	0.04	1.0	0.02	0.5	0.014	0.35	1/16
0603	1608	0.06	1.55	0.03	0.85	0.018	0.45	1/10
0805	2012	0.08	2.0	0.05	1.2	0.018	0.45	1/8
1206	3216	0.12	3.2	0.06	1.6	0.022	0.55	1/4
1210	3225	0.12	3.2	0.10	2.5	0.022	0.55	1/2
1812	3246	0.12	3.2	0.18	4.6	0.022	0.55	1
2010	5025	0.20	5.0	0.10	2.5	0.024	0.6	3/4
2512	6332	0.25	6.3	0.12	3.2	0.024	0.6	1

### Capacitor

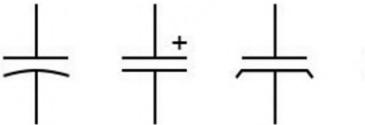
- Elektrik yükünü depolayan ve daha sonra serbest bırakılan bileşenlerdir. Elektriksel enerjiyi geçici olarak saklamak için kullanılırlar.
- Elektronik devrelerde sinyal işleme, filtreleme, güç depolama ve zaman gecikmesi gibi birçok uygulamada kullanılır. Kondansatörler, geçici elektrik enerjisi depolamak, gerilim dalgalanmalarını düzeltmek ve sinyal geçişlerini yumusatmak gibi görevlerde önemli bir rol oynarlar.
- Kondansatör, elektrik enerjisini elektrik alan olarak depolayan iki uçlu bir devre elemanıdır.

Kutuplu ve kutupsuz olarak ikiye ayrılır.

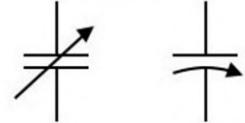
Kutupsuz Kondansatör  
Sabit Kondansatör



Kutuplu Kondansatör  
Elektrolitik Kondansatör



Değişken Kondansatör



- Kondansatör seçerken voltajı olduğundan %20-30 seçmek daha doğrudur.

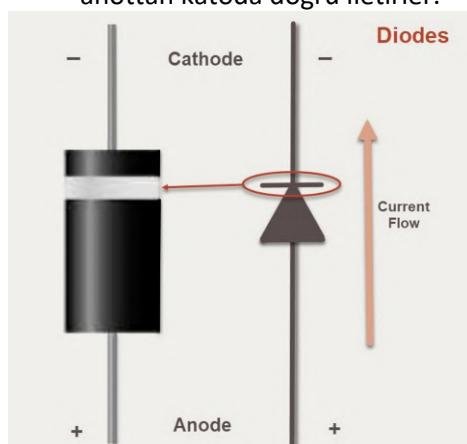
Capacitance Conversion							
picofarad	nanofarad	microfarad	Code	picofarad	nanofarad	microfarad	Code
pF	nF	μF		pF	nF	μF	
10	0.01	0.00001	100	4700	4.7	0.0047	472
15	0.015	0.000015	150	5000	5	0.005	502
22	0.022	0.000022	220	5600	5.6	0.0056	562
33	0.033	0.000033	330	6800	6.8	0.0068	682
47	0.047	0.000047	470	10000	10	0.01	103
100	0.1	0.0001	101	15000	15	0.015	153
120	0.12	0.00012	121	22000	22	0.022	223
130	0.13	0.00013	131	33000	33	0.033	333
150	0.15	0.00015	151	47000	47	0.047	473
180	0.18	0.00018	181	68000	68	0.068	683
220	0.22	0.00022	221	100000	100	0.1	104
330	0.33	0.00033	331	150000	150	0.15	154
470	0.47	0.00047	471	200000	200	0.2	204
560	0.56	0.00056	561	220000	220	0.22	224
680	0.68	0.00068	681	330000	330	0.33	334
750	0.75	0.00075	571	470000	470	0.47	474
820	0.82	0.00082	821	680000	680	0.68	684
1000	1	0.001	102	1000000	1000	1	105
1500	1.5	0.0015	152	1500000	1500	1.5	155
2000	2	0.002	202	2000000	2000	2	205
2200	2.2	0.0022	222	2200000	2200	2.2	225
3300	3.3	0.0033	332	3300000	3300	3.3	335

## Inductor

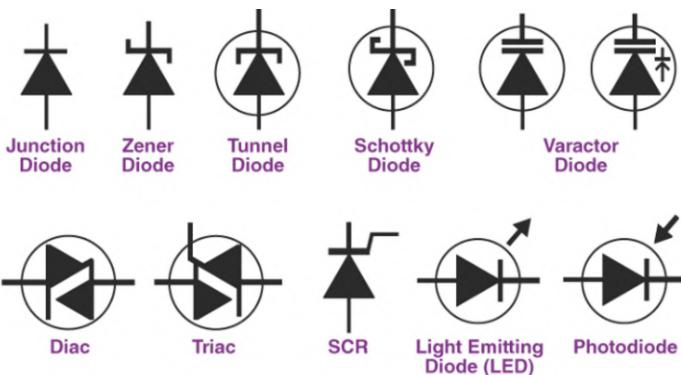
- Elektrik enerjisini manyetik alana dönüştüren ve manyetik alandaki enerjiyi elektrik enerjisine geri dönüştüren bileşenlerdir. İletken bir tel sargası etrafında manyetik alan oluştururlar.
- Bobin, iletken bir telin sarılarak bobin halini alması ile oluşturulan bir devre elemanıdır. Üzerinden akım geçen her iletken tel manyetik alan oluşturur.
- Bobin seçerken devre 3A çekiyorsa bunun üzerinde değer olan 3.5A olanı seçmek gerekir.

## Diode

- Elektrik akımını yalnızca bir yönde geçiren yarı iletke dir. Doğrultma, anahtarlama ve sinyal iletimi gibi birçok uygulamada kullanılırlar.
- Diyotun + ucu, kaynağın + terminaline; diyotun – ucu, kaynağın – terminaline bağlantısı yapılmışsa bu doğru polarma halidir. Farklı bir durum ters polarma olarak yorumlanır. Burada önemli olan bir diğer nokta, diyotlar doğru polarma altında yeterli gerilim (eşik gerilimi) uygulanırsa iletme geçecektirler.
- Diyot, elektrik akımının yalnızca bir yönde geçişine izin veren, yarı iletken maddelerden yapılmış iki uçlu bir devre elemanıdır.
- Diyotun anot ve katot olmak üzere iki bacağı bulunur. Diyotlar, akımı üzerlerinden yalnızca anottan katoda doğru iletirler.



- Farklı amaçlar için üretilmiş farklı tipte diyotlar mevcuttur. Bunlardan bazıları LED, zener diyot ve schottky diyottur.



- Zener Diyot, belirli bir zener gerilimine ulaşıldığında ters yönde zenerleme modunda çalışarak belirli bir voltajı sabit bir şekilde tutar. TL431, bir referans voltajı ile karşılaştırılan bir gerilim geribesleme devresine sahip bir shunt regülatördür. Belirli bir referans gerilimi ile bir gerilim karşılaştırıcısını içerir. Bu entegre devre, çıkış gerilimini belirli bir referans voltajına karşı düzenleyerek çalışır. Bir direnç bölücü kullanılarak çıkış gerilimi ayarlanabilir.
- Detaylı bilgi için <https://devreyakan.com/divot-nedir/> linkten bilgi alabiliriz.

### Transistor

- Elektrik sinyallerini kontrol etmek ve amplifikasyon yapmak için kullanılan aktif yarı iletken bileşenlerdir. NPN ve PNP gibi farklı tipleri vardır.

### Mosfet

- Transistörlerin bir türüdür ve genellikle yüksek hızlı anahtarlama uygulamalarında kullanılır. İletkenliklerini bir kapasitansla kontrol ederler.

### Opamp

- Genellikle sinyal işleme ve amplifikasyon için kullanılan yüksek kazançlı elektronik devrelerdir. Birçok uygulama, gerilim farklarını yükseltmek veya sinyal işlemek için op-amp'leri kullanır.

### Triac

- Yüksek güç anahtarlama uygulamalarında kullanılan yarı iletken anahtarlar olarak görev yaparlar. Özellikle alternatif akım (AC) devrelerinde kullanılırlar ve anahtarlama yapısını sürdürürler.

### Transformer

- Transformatörler, elektrik enerjisini bir devreden diğerine manyetik induksiyon yoluyla iletirler. Özellikle gerilim ve akım seviyelerini dönüştürmek, yükseltmek veya düşürmek için kullanılırlar. Temel olarak iki veya daha fazla sargıdan oluşurlar. Bunlardan biri, giriş sargası (primer), diğeri ise çıkış sargası (sekonder) olarak adlandırılır.

### Varistor

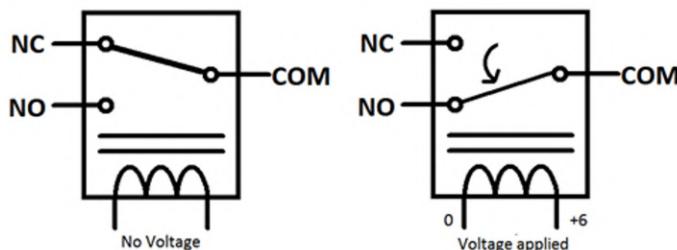
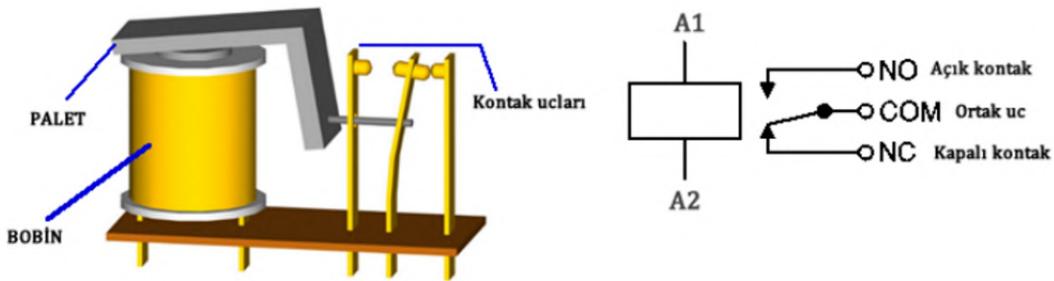
- Varistörler, voltaj yükseldiğinde direnci azaltarak veya voltaj düştüğünde direnci artırarak voltaj dalgalanmalarını söndürebilmektedir. Genellikle devreyi geçici aşırı gerilimlere karşı korumak (yani gerilim dalgalanmalarını söndürmek), böylece devrenin aşırı voltaj değişimlerinden dolayı zarar görmesini engellemek için kullanılmaktadır.

<https://www.elektrikport.com/universite/varistor-nedir/12276#ad-image-0>,

<https://devreyakan.com/varistor-nedir/> link üzerinden konu hakkında detaylı bilgi edinebiliriz.

### Relay

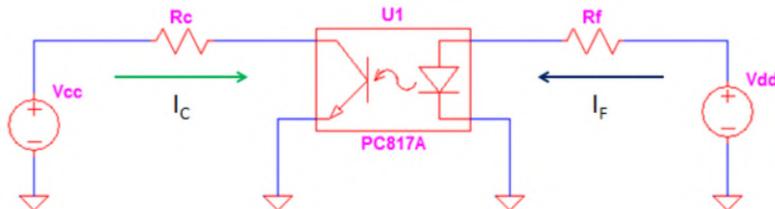
- <https://elektrikinfo.com/rolenin-calisma-prensibi/> ile <https://devreyakan.com/role-nedir-cesitleri-nedir-nerelerde-kullanilir/> linkte konu hakkında bilgi alabiliriz.
- Elektrik kumanda devrelerinde kullanılan ve düşük akımları anahtarlama kabiliyetine sahip elektromekanik bir devre elemanıdır. Rölenin bobinine çok düşük bir enerji uygulanarak kontakları vasıtasiyla daha büyük akımlar anahtarlanabilir
- Bobin enerjilendiğinde oluşan elektromekanik alan röle kontaklarını harekete geçirir ve konum değiştirmesini sağlar. Enerji kesildiğinde ise kontaklar tekrar ilk konumuna döner.



### Optocoupler

- Optocoupler, bir tarafında bir ışık kaynağı (LED) ve diğer tarafında bir ışık algılayıcı fotodiyot veya fototransistör bulundurur. Opto-coupler, elektriksel sinyalleri optik sinyallere dönüştüren ve bu sinyali izole eden bir bileşen olarak kullanılır.
- LED, elektriksel akım uygulandığında ışık yayarak çalışır. LED'in ışığı, opto-izolatörün içinde bulunan fotodiyot veya foto-transistöre yönlendirilir. Fotodiyot veya Fototransistör, LED'in ışığına yanıt verir. ışık algılayıcı, gelen optik sinyali elektriksel bir sinyale dönüştürür. Fotodiyotlar, ışığın yoğunluğuna bağlı olarak bir fotodiyot voltajı üretirken, fototransistörler akımı kontrol edebilir.
- Optocoupler'in ana işlevi, bir elektrik sinyalini bir cihazdan (örneğin, bir mikrodenetleyici veya bir sensör) alıp bu sinyali izole ederek diğer bir cihaza (örneğin, bir röle veya bir başka entegre devre) iletmektir. İzolasyon, iki cihaz arasında elektriksel olarak ayrılmasını sağlar ve bu, birçok avantaj sağlar. Elektriksel gürültüyü önler ve bir cihazın diğerine zarar vermesini engeller. İki cihazın farklı toprak seviyelerine sahip olduğu durumlarda kullanışlıdır. Bu, toprak dengesizliklerinden kaynaklanan sorunları önler. Yüksek gerilimli veya tehlikeli uygulamalarda güvenlik sağlar. İzole edilmiş devreler, operatörleri elektriksel tehlikelerden korur.
- Birçok farklı uygulamada kullanılırlar, örneğin röle sürme, sensörlerden gelen verilerin okunması, motor hız kontrolü, güç kaynakları ve daha birçok alanda kullanılır.
- [https://toshiba.semicon-storage.com/info/application\\_note\\_en\\_20180201\\_AKX00788.pdf?did=13438](https://toshiba.semicon-storage.com/info/application_note_en_20180201_AKX00788.pdf?did=13438) belgesi ve <https://electronicsbeliever.com/optocoupler-circuit-design-and-detailed-analysis/> makaleyi okuyabiliriz.
- [https://www.linkedin.com/posts/erolbalaban\\_argedeivme-argedeivme-teknoloji-activity-7121872835861446656-92s/?utm\\_source=share&utm\\_medium=member\\_desktop](https://www.linkedin.com/posts/erolbalaban_argedeivme-argedeivme-teknoloji-activity-7121872835861446656-92s/?utm_source=share&utm_medium=member_desktop)

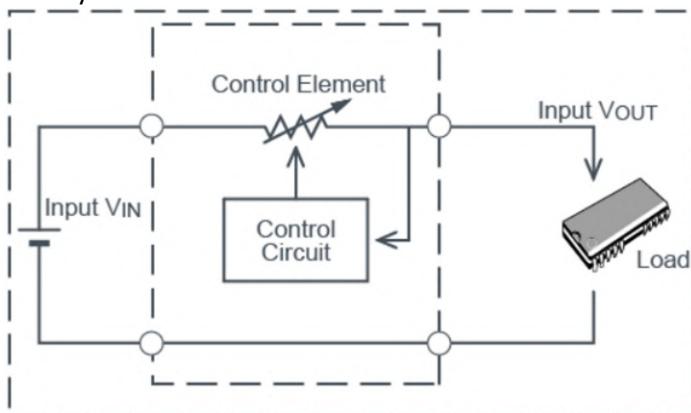
Opto-coupler ile P channel bir mosfet tetikleme devresini inceleyebiliriz.



### Voltage Regulator

- Gerilimi sabitleyen bir DC/DC dönüştürücü genellikle gerilim regülatörü olarak adlandırılır.
- Regülatörler genellikle **çalışma prensiplerine** göre iki ana kategoriye ayrılr. Bunlar **Switching** ve **Linear** regülatörlerdir.
- Linkten <https://www.rohm.com/electronics-basics/dc-dc-converters/linear-vs-switching-regulators> detaylı bilgi edinebiliriz.
- Linear Regulator**, çıkıştı düzenlemek için lineer bir bileşen (örneğin, bir direnç yükü) kullanılır.
- Lineer regülatörler giriş gerilimindeki değişikliklere karşı çıkararak belirli bir çıkış gerilimini sürdürmeye çalışan devre elemanlarıdır. Genellikle düşük güçlü uygulamalarda kullanılır.

Basit tasarıma sahiptir ve genellikle düşük maliyetlidir. Giriş gerilimindeki değişikliklere karşı kararlıdır. Enerji verimliliği genellikle daha düşüktür, çünkü gereksiz enerjiyi ısı olarak dağıtır. Giriş-çıkış farkı (dropout voltage) yüksek olabilir. Sadece gerilim düşürülr, yükseltilmez.

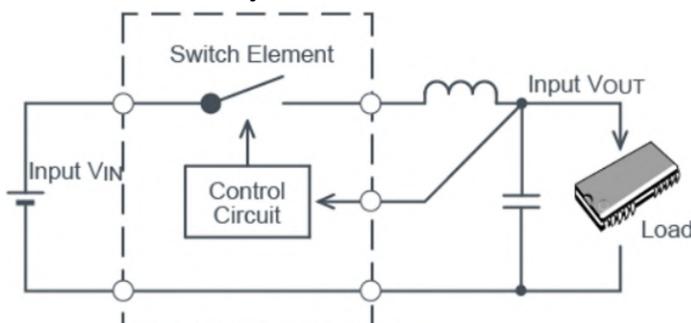


Avantajlar;

- Basit devre konfigürasyonu
- Az sayıda dış parça
- Düşük gürültü

Dezavantajlar;

- Nispeten zayıf verimlilik
- Önemli miktarda ısı üretimi
- Yalnızca buck işlemi



- **Switching Regulator**, gelen güç kaynağını darbeli bir gerilime dönüştürmek için bir anahtarlama elemanı kullanan bir gerilim regülatörüdür; ardından bu darbeli gerilim, kapasitörler, bobinler ve diğer elemanlar kullanılarak düzeltılır. Girişten çıkışa güç, Mosfet **açık** konuma getirerek sağlanır, istenen gerilime ulaşılana kadar devam eder. Çıkış gerilimi belirlenen değere ulaştığında anahtarlama elemanı **kapalı** konuma getirilir ve giriş gücü tüketilmez. Bu işlemi yüksek hızlarda tekrarlamak, gerilimi etkili bir şekilde sağlamayı ve daha az ısı üretmeyi mümkün kılar. Giriş-çıkış dropout voltage genellikle düşüktür. Daha karmaşık tasarım ve kontrol gerektirebilir. Elektronik gürültü üretebilirler.

Avantajlar;

- Yüksek verim
- Düşük ısı üretimi
- Boost/buck/negatif voltaj işlemi mümkün

Dezavantajlar;

- Daha fazla harici parça gereklidir
- Karmaşık tasarım
- Artan gürültü

	Linear Regulator	Switching Regulator
Buck Boost Buck/Boost Inverting	Possible Impossible Impossible Impossible	Possible Possible Possible Possible
Efficiency	$V_O/V_{IN}$ Mostly low	Approx. 95% Usually high
Output Power	Generally several watts Depending on thermal design	Large power possible
Noise	Low	Switching noise exists
Design	Simple	Complicated
BOM	Low count	High count
Cost	Low	Relatively high

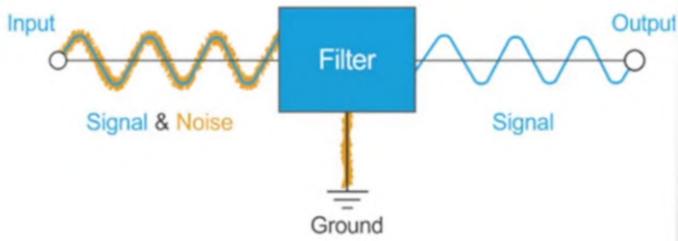
- Voltaj regülatörü **seçerken** dikkate almanız gereken bazı önemli parametreler vardır. Bu parametreler, tasarımınızın istikrarlı ve güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlamak için oldukça kritiktir.
- Sececeğiniz voltaj regülatörünün **çalışma aralığı gerilimi**, **çıkış gerilimi**, **çıkış akımı**, **sıcaklık aralığı**, **fiziksel boyutu** kapasitesi karşılayabilen bir voltaj regülatörü seçmelisiniz.
- **Verimliliği**, kararlı olması ve **düşük gürültü seviyelerine** sahip olması önemlidir.
- Kısa devre, aşırı ısınma, aşırı gerilim, ve ters polarite gibi koruma devreleri, regülatörün daha güvenilir olmasına yardımcı olabilir.
- Regülatörün düzgün çalışabilmesi için giriş ve çıkış kapasitörleri seçimi ve bağlantısı da önemlidir.

## Devre Tasarımları

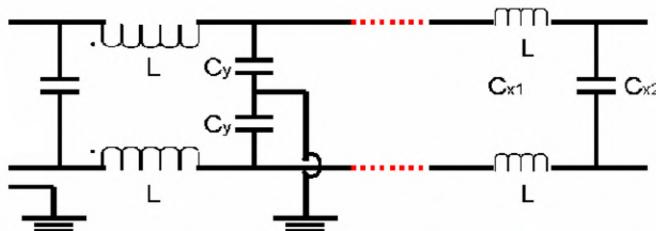
### Power

- <https://www.ahmetturanalgin.com/gu%C3%A7kaynagitasarimindatemelilkeler> linkten güç kaynaklarının tasarımları hakkında yazılmış makaleyi okuyarak detaylı bilgi edinebiliriz.
- Elektronikte güç devreleri, elektrik enerjisini bir formdan diğerine dönüştüren devrelerdir. Dönüştürücü devreleri, elektrik enerjisini bir formdan diğerine çeviren veya dönüştüren elektronik devreleri ifade eder. Bu devreler, genellikle **DC-DC** dönüştürücüler, **AC-DC** dönüştürücüler, **DC-AC** dönüştürücüler ve **AC-AC** dönüştürücüler olarak sınıflandırılabilir.
- Bu tür dönüştürücülerin güvenli ve verimli bir şekilde çalışabilmesi için **filtreleme** ve **koruma** önlemleri oldukça önemlidir. Bu filtreleme ve koruma önlemleri, dönüştürücülerin dayanıklılığını artırarak, istikrarlı bir şekilde çalışmalarını ve uzun ömürlü olmalarını sağlar. Ayrıca, bu önlemler, dönüştürücülerin diğer elektronik cihazlarla uyumlu bir şekilde çalışmasını da sağlar, çünkü elektromanyetik girişim ve diğer gürültülerin diğer cihazlara yayılması engellenir.
- **Buck**, **Boost**, **Buck-Boost**, **Inverting** ve **Flyback** dönüştürücü topolojileri, bir enerji depolama elemanı genellikle bir endüktör veya transformatör ve anahtarlamalı bir bileşen genellikle bir MOSFET kullanarak enerji transferini kontrol ederler.  
Buck Converter, giriş gerilimini düşürerek çıkış gerilimini sağlar.  
Boost Converter, giriş gerilimini artırarak çıkış gerilimini sağlar.  
Buck-Boost Converter, giriş gerilimini hem düşürüp hem de artırarak çıkış gerilimini sağlar.  
Inverting Converter, giriş gerilimini tersine çevirerek bir çıkış gerilimi üreten bir dönüştürücüdür.  
Flyback Converter, enerjiyi bir transformatör kullanarak depolar ve daha sonra çıkışa iletken izoleli bir dönüştürücüdür. İzolasyon, geniş giriş gerilim aralığı, çıkış gerilimi düzenleme yetenekleri ve taşınabilir uygulamalarda kullanım kolaylığı gibi özellikleri nedeniyle birçok farklı uygulama alanında tercih edilirler.

### Filter



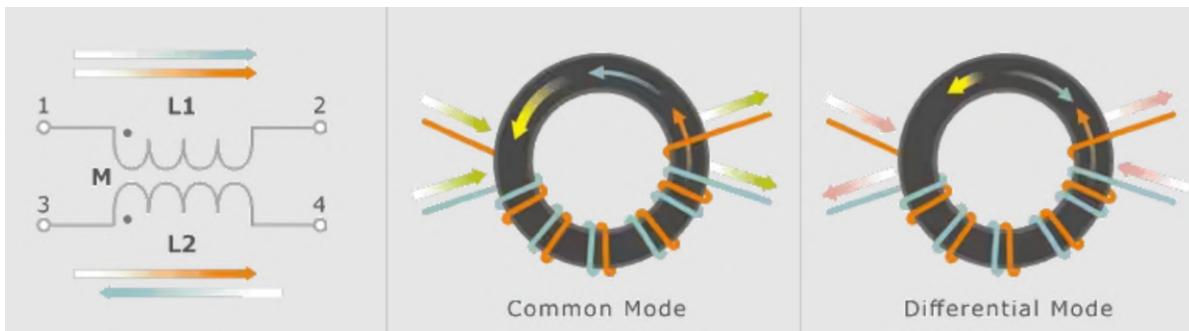
- **Elektromanyetik girişim (EMI)** filtreler, elektrik devrelerindeki elektromanyetik gürültüyü bastırmak veya istenmeyen elektromanyetik frekansta parazit sinyalleri önlemek için kullanılan bileşenlerdir.
- EMI filtresinin temel işlevi, istenmeyen elektromanyetik girişimlerin elektronik devreye girmesini önlemek veya çıkışmasını engellemektir. Bu sayede elektronik cihazların daha güvenilir çalışmasını ve elektromanyetik uyumluluğun (EMC) sağlanması sağlanır.
- <https://www.electronicproducts.com/all-about-emi-filters/>, <https://www.utmel.com/blog/categories/filters/emi-filter-introduction-functions-and-applications>, <https://www.emea.lambda.tdk.com/dk/faq/question/99> linklerden detaylı bilgi alabiliriz.
- EMI iki farklı yol ile oluşabilir. Bunlar, daha düşük frekanslarda (150 kHz – 80 MHz) **iletimden**; daha yüksek frekanslarda (80MHz – 1GHz) **radyasyondan** kaynaklanır.
- EMI Filter devresi iki temel bileşen tipinden oluşur: Endüktans ve Kapasitör. **Endüktans**, elektromanyetik gürültü, giriş bobini üzerinden geçerken, bobin endüktansına karşı dirençle karşılaşır ve bu, yüksek frekansta sinyallerin girişe geçişini sınırlar.
- **Kapasitör**, yüksek frekansta gelen gürültü sinyallerini toplayarak düşük frekansta engeller. Bu kapasitörler, yüksek frekansta gelen elektromanyetik girişimi toplar ve sonra bu enerjiyi topraklama hattına veya enerji kaynağına geri yönlendirir. X tipi kapasitörler genellikle daha yüksek gerilimlere dayanıklıdır ve şebeke voltajına yakın uygulamalar için uygundur. Daha büyük kapasite değerlerine sahiptir. Y tipi kapasitörler ise daha düşük gerilimlerde kullanılır ve özelliklefiltreleme için tercih edilir. Güç hattı (faz ve nötr) ile toprak hattı arasında yer alır. Daha küçük kapasitelerde kullanılırlar.
- **Varistör**, bufiltreleme devresine eklenecek, aşırı voltajlara karşı bir katman ekler ve bu da sistemdeki diğer bileşenlere karşı koruma sağlar.



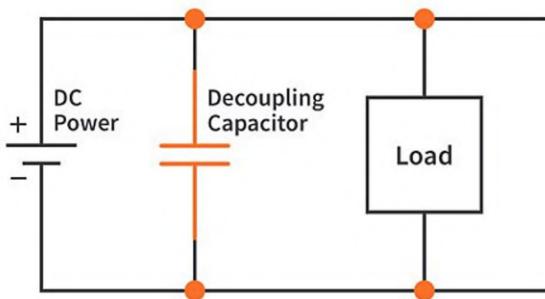
**Common  
mode noise  
filter**

**Differential  
mode noise  
filter**

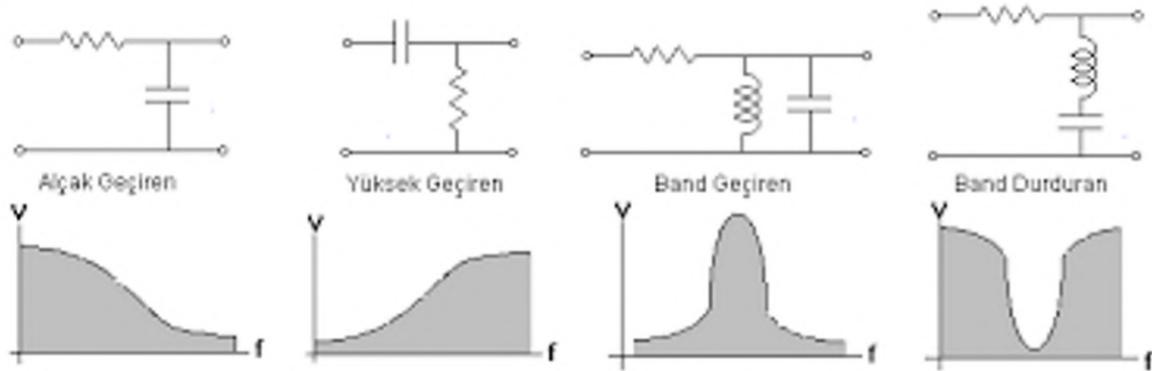
- Common mode filter ve diferansiyel mod filter, elektromanyetik uyumluluk (EMC) ve sinyal bütünlüğü sağlamak amacıyla elektrik devrelerinde kullanılan iki farklı filter tipidir.
- **Common Mode Filter**, devrelerde oluşan ortak mod sinyallerini (iki iletken üzerinde aynı anda meydana gelen eşit ve ters yönlü sinyaller) engellemek veya azaltmak için kullanılır. Genellikle bir endüktör ve bir kondansatör kombinasyonundan oluşur. Bu devre, ortak mod sinyallerini baskılayarak, sadece diferansiyel mod sinyallerinin geçmesine izin verir.
- **Diferansiyel Mod Filter**, devrelerdeki diferansiyel mod sinyallerini (iki iletken arasındaki gerilim farkı) korumak için kullanılır. Bu tür filtreler genellikle sinyal bütünlüğünü artırmak ve dış girişimlere karşı direnç sağlamak için tercih edilir. Genellikle bir çift tel arasına yerleştirilen bir endüktör veya bir transformator ile gerçekleştirilir. Analog ve dijital sinyal hatlarında, iletişim sistemlerinde ve diğer hassas uygulamalarda diferansiyel mod filtreleri kullanılarak sinyal bütünlüğü sağlanabilir.



- Ortak mod filtreleri, parazitlerin ve elektromanyetik girişimlerin azaltılmasına yardımcı olurken, diferansiyel mod filtreleri sinyal bütünlüğünü korumaya odaklanır.
- <https://youtu.be/rAigRlcXyrg?si=zs8vwUd2D52h7JK> linkteki videodan detaylı bilgi edinebiliriz.
- Coupling, Decoupling ve Bypass üç farklı türde kapasitelerdir ve her birinin belirli bir amacı vardır.
- **Decoupling Capacitor** genellikle devrenizin güç kaynaklarında ve güç bölmelerinde kullanılır. Güç kaynağına ve yükle paralel olarak yerleştirilir. Bir devrede iki işlev sahiptir. İlk işlevi yerel elektrik enerjisi deposu gibi davranışır, ikinci işlev olarak AC gürültüsünü filtreler.

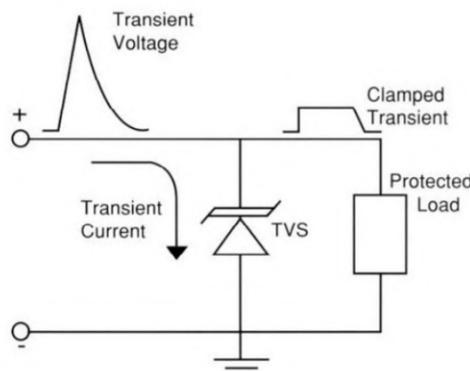


- Devrelerde genellikle düşük frekansta enerji depolama için büyük elektrolitik kapasitörler, yüksek frekansta gürültüfiltrelemesi için ise küçük seramik kapasitörler tercih edilir. Bu şekilde olmasının birkaç nedeni vardır.
- Bunlardan biri kapasitörlerin reaktansı frekansa bağlıdır. Yüksek frekansta, kapasitörün reaktansı düşer ve daha düşük kapasitörler, bu yüksek frekansta etkili bir şekilde çalışır. Düşük frekansta ise tam tersi durum olur.
- Kapasitörün reaktansını hesaplamak için <https://chemandy.com/calculators/ac-networks/capacitor-inductor-and-resistor-in-series-calculator.htm> linki kullanabiliriz.
- Bir diğer nedeni düşük kapasitörler, daha hızlı bir şekilde yüklenebilir ve boşaltılabilir. Yüksek kapasitanslı kapasitörler daha fazla zaman alır ve bu tür hızlı değişimlere uygun değildir.
- **Bypass capacitors**, yüksek frekansta gürültüyü düşürmek ve devre üzerinde istenmeyen etkileri önlemek girişi gelen gürültüyü toplar ve bu gürültünün bileşenlere zarar vermesini veya istenmeyen etkilere neden olmasını önerler.
- **Coupling capacitor**, iki devre veya bileşen arasında sinyal iletimini sağlar. Bunlar, istenmeyen DC bileşenlerini engellerken AC sinyallerin iletimine izin verir. Bunlar AC sinyalleri kısa devreler ve yüksek frekansta enerjiyi toplar. Genellikle aktif bileşenlerin (örneğin transistörler) güç beslemesi yakınında yerleştirilirler. Bu kapasitörler, yüksek frekansta bir amplifikatör veya sinyal işleme devresinin girişine veya çıkışına yerleştirilirler. Giriş tarafında, DC seviyesini ortadan kaldırırken sinyali aktarır; çıkış tarafında da aynı şeyi yapar.
- Detaylı bilgi için <https://www.circuitbread.com/ee-faq/what-is-the-difference-between-coupling-decoupling-and-bypass-capacitors> makaleyi okuyabilir ve <https://www.youtube.com/watch?v=KKjHZpNMeik> ile <https://www.youtube.com/watch?v=u40kX1DYKdA> videoları izleyebilirsiniz.
- Belirlenen freksin altındaki frekansları geçip üstündekileri zayıflatıyorsa **alçak geçiren filtre**, üstündekileri geçip altındaki frekansları zayıflatıyorsa **yüksek geçiren filtre** denir. Belirli bir frekans aralığındaki frekansları geçriyorsa **bant geçiren filtre**, frekans aralığını zayıflatıyorsa **bant durdurucu filtre** adı verilir
- <https://diyot.net/filtreler/> ile <https://www.ceyrekmuendis.com/elektronik-filtre-devreleri/> linkten konu hakkında detaylı bilgi alabiliriz.
- <https://www.youtube.com/watch?v=RoZjN6CTFNQ> linkteki videoyu izleyebilirsiniz.



## Protection

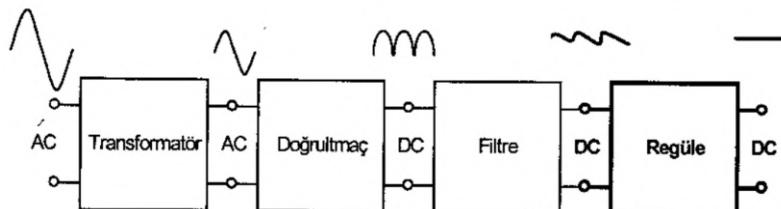
- **Ters polarite koruması** güç kaynağının ters bağlanması, kısa devre olması gibi durumlarda devrenin zarar görmemesi için kullanılır.
  - Bu koruma için hazır devreler kullanabileceğiniz gibi basit yöntemler ile bu korumayı sağlayabilirsiniz, bu yazımızda; diyot, röle, sigorta gibi devre elemanlarını kullanarak bir koruma sağlayacağınız.
  - <https://devreyakan.com/ters-polarite-koruması-nedir/> ile <https://blog.turkiyelektronik.com/2019/10/25/elektronik-devreler-ters-voltajdan-nasıl-korunur/> link üzerinden konu hakkında detaylı bilgi edinebiliriz.
  - **ESD koruma** devreleri bir elektronik devrenin veya PCB'nin ESD olaylarına karşı dayanıklı hale getirilmesi amacıyla tasarılanır. ESD olayları, statik elektriğin biriktirilmesi ve ani bir deşarj sonucunda elektronik bileşenlere zarar verebilecek yüksek voltajlı darbelerin oluşmasına neden olabilir. ESD koruma devreleri, bu tür zararları önlemek veya en aza indirmek için kullanılır.
  - ESD koruma devrelerinin temel yapı taşıları, ESD bastırma cihazlarıdır. Bu cihazlar, aniden yüksek voltajlı ESD deşarjlarını emerek veya dağıtarak devrenin zarar görmesini engeller. ESD bastırma cihazları arasında TVS diyonlar, çift yönlü TVS diyonlar, çekirdekli endüktörler ve ESD dirençleri bulunur.
  - TVS diyon hakkında detaylı bilgi almak için <https://diyot.net/tvs-diyot/> ile <https://www.lentark.com/haber/46/tvs-diyotlar> linklerdeki makaleyi okuyabiliriz.
  - Devrelerin enerji beslemesi katına paralel bağlanarak kullanılan, koruma amaçlı bir diyon'dur.
  - Devreye çalışma geriliminin üzerinde bir voltaj geldiğinde kısa devre konumuna geçerek voltajı üzerine düşürür ve geçen akımı kendi üzerinde absorbe etmeye çalışır. Böylece yüksek voltajdan devrenin zarar görmesi engellenir.
  - Doğru polarma altında normal bir diyon gibi davranışırken, ters polarma altında farklı davranışır. Ters polarma altındayken belli bir voltaja kadar akım geçirmez.
  - Devreye çalışma geriliminin üzerinde bir voltaj geldiğinde kısa devre konumuna geçerek voltajı üzerine düşürür ve geçen akımı kendi üzerinde absorbe etmeye çalışır. Böylece yüksek voltajdan devrenin zarar görmesi engellenir.
  - Örneğin 12V'luk bir TVS diyonu, 13V'luk bir ters polarma altında akım geçirmeye başlar, kısa devre etkisi yaratır. Bu etki uzun süre devam ederse Sigorta'nın atması beklenir.
  - TVS diyonlar ters polarma altında görev yaparlar. Normal koşullarda TVS diyon'un anodu devrenin şasesine (-) bağlıdır.
  - TVS diyonları tek veya çift yönlü olarak bulunmaktadır.
- Genellikle DC uygulamalarda, kısa mesafeli veri hatlarında tek yönlü, AC uygulamalarda, uzun mesafeli veri hatlarında çift yönlü kullanılır.



- [https://www.linkedin.com/posts/mustafaberkaydogan\\_argedeivme-argedeivme-teknoloji-activity-7123021259512107008-nM7Z/?utm\\_source=share&utm\\_medium=member\\_desktop](https://www.linkedin.com/posts/mustafaberkaydogan_argedeivme-argedeivme-teknoloji-activity-7123021259512107008-nM7Z/?utm_source=share&utm_medium=member_desktop) linkten P Mosfet ile Test Polarite Koruma devresini inceleyebiliriz.

## Converter

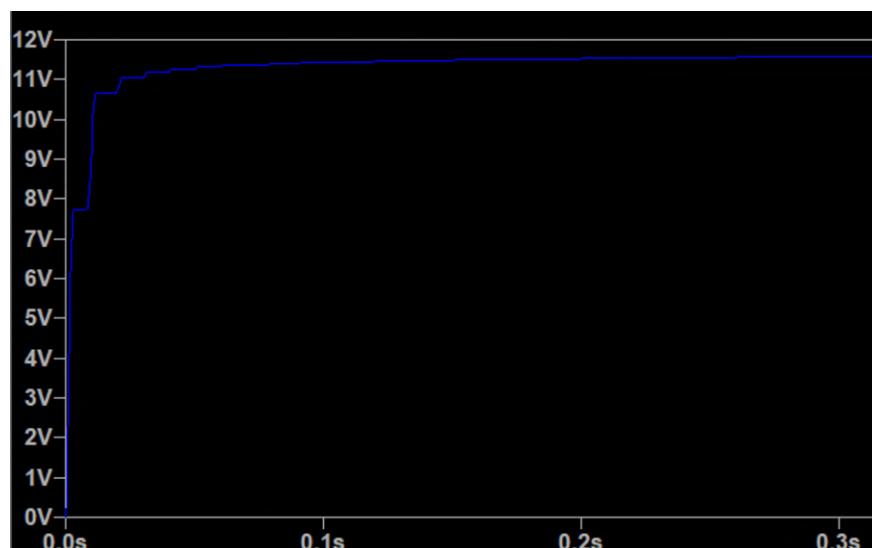
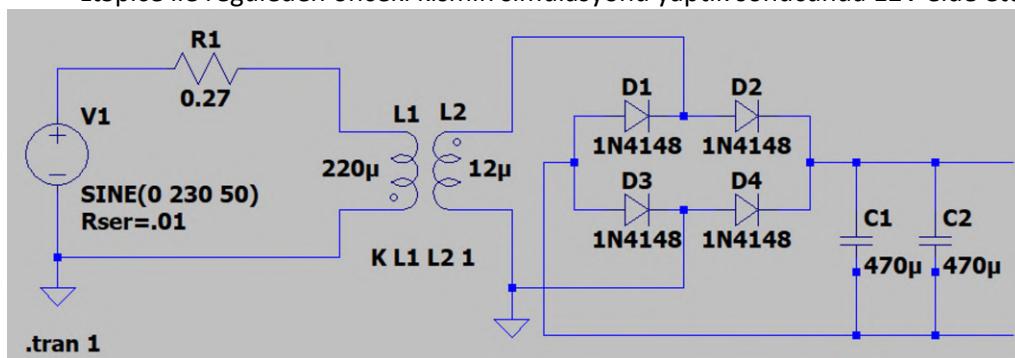
- <https://320volt.com/guc-kaynaklari/>, <https://diyot.net/guc-kaynagi/> ile [https://www.aguven.com/depo/dersnot/bahar22/TemelElektronik/TelektronikDersnotu/05-guc\\_kaynaklari.pdf](https://www.aguven.com/depo/dersnot/bahar22/TemelElektronik/TelektronikDersnotu/05-guc_kaynaklari.pdf) linkten konu hakkında yazılmış makalelerden göz atabiliriz.
- Güç kaynakları temelde Transformatör, Doğrultma, Filtre ve Regüle olmak üzere dört bölümden oluşur.



- **Transformatör**, AC giriş voltajını farklı bir AC gerilim seviyesine dönüştürmek için kullanılır. Genellikle gerilimi yükseltmek veya düşürmek için kullanılır. Ayrıca, izolasyon sağlayarak elektriksel güvenliği artırır.
- **Doğrultma Devresi**, transformatörden gelen AC voltajı DC voltaja dönüştürmek için kullanılır. Bu, yarıiletken diyonlar veya köprü doğrultucular kullanılarak gerçekleştirilir. Doğrultma, negatif yarı dalgaların ortadan kaldırılmasını ve DC çıkış elde edilmesini sağlar.
- **Filtre Devresi**, DC çıkış voltajındaki dalgalanmaları azaltmak veya ortadan kaldırmak için kullanılır. Bu devrede kondansatörler kullanılır ve DC voltajın daha pürüzsüz hale gelmesini sağlar. Böylece elektronik cihazlara istikrarlı bir güç sağlanır.
- **Regüle Devresi**, DC çıkış voltajını belirli bir düzeyde sabit tutmak için kullanılır. Bu, yük değişikliklerine veya giriş gerilimi dalgalanmalarına karşı koruma sağlar. Regüle edici devreler, Zener diyonları, transistörler veya entegre devreler gibi bileşenler kullanarak gerilim düzenlenmesi yapar.

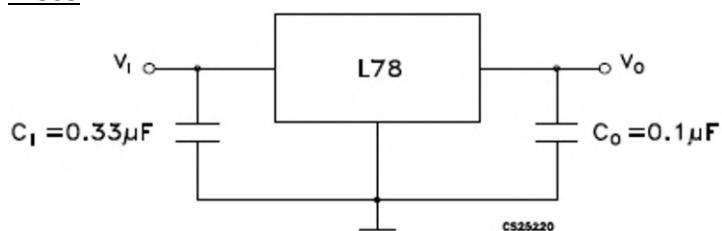
## Transformatörlü Doğrultucu

- LtSpice ile regüle edilen önceki kısmın simülasyonu yaptık sonucunda 12V elde ettik.



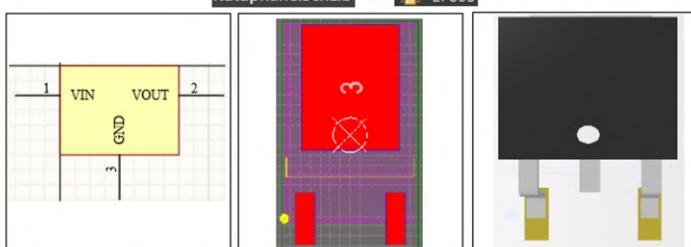
- Çevrimi transformator olmadan yapmak istersek <https://www.mikrobotik.com/wp2/2019/01/04/transformersiz-guc-kaynaklari-transformerless-power-supply/> linkten makaleye göz atabiliriz. Ayrıca <https://www.youtube.com/watch?v=4Xz7kEj5tWs> linkteki videoyu izleyebiliriz.

### L7805



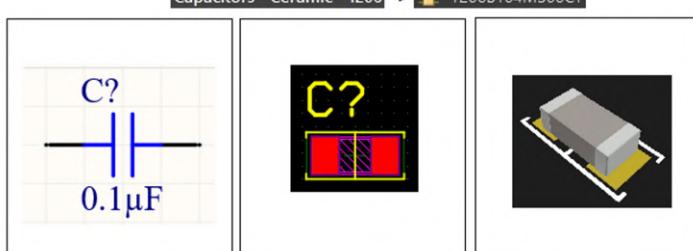
- Aslında çıkışında farklı volt değeri almak istiyorsak yine aynı devreyi kuruyoruz.
- Örneğin çıkış voltu 8V olmasını istiyorsak L7808 olanı almalıyız.
- Biz çıkışında 5V olan DPAK model için L7805CDT-TR ürünü almalıyız.

Kutuphane.SchLib -> L7805

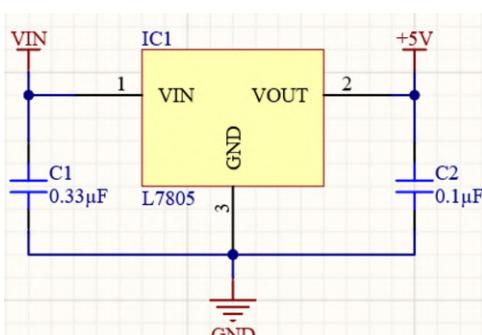
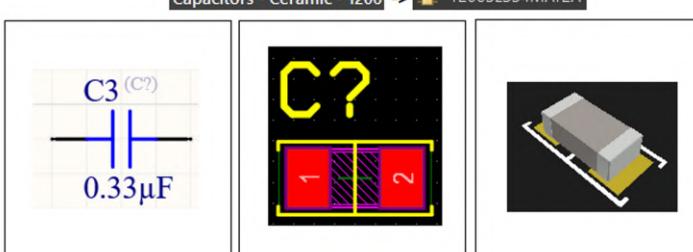


- Kondansatör seçerken voltajı olduğundan %20-30 seçmek daha doğrudur. Regülatörün çıkışına en fazla 35V uygulanabiliyor. Biz ikisi için 50V olanı seçiyoruz.

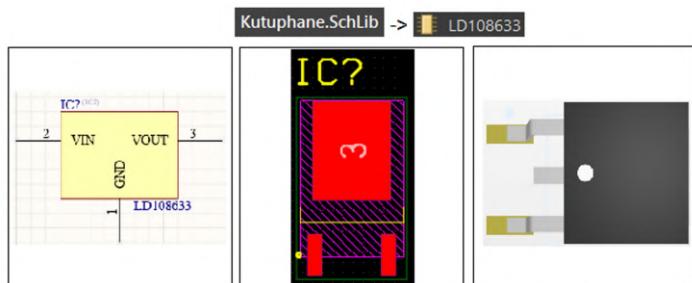
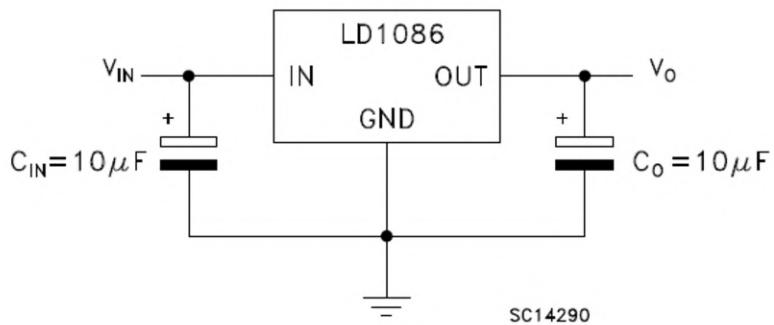
Capacitors - Ceramic - 1206 -> 1206B104M500CT



Capacitors - Ceramic - 1206 -> 1206E334MAT2A

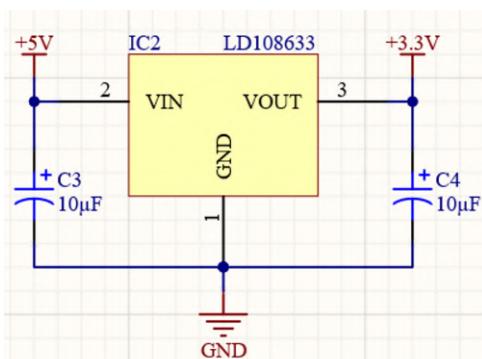
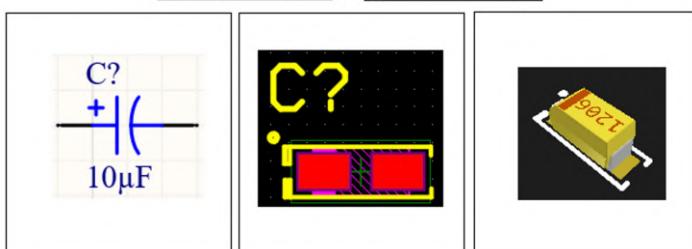


### LD108633

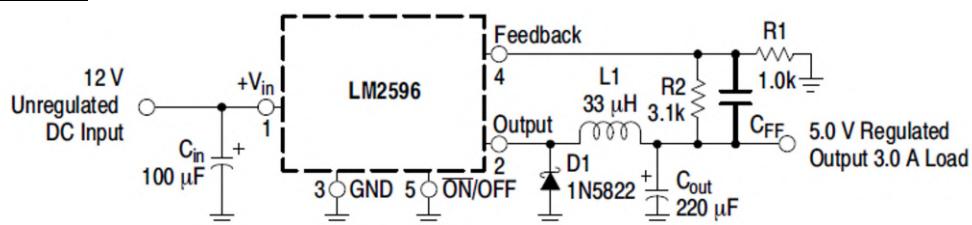


- Dropout gerilimi 1.3V yani çıkışında 3.3V görmek için girişine 4.6V vermen gerekiyor yani bu regülatör gerilimde 1.3V düşürücü bir etkisi var.
- Diğer regülatörde kondansatörler kutupsuzdu. Bu sefer kutuplu kondansatör kullanacağız. Girişine en fazla 30V uygulanabiliyor. Bizim 25V olanı seçiyoruz.

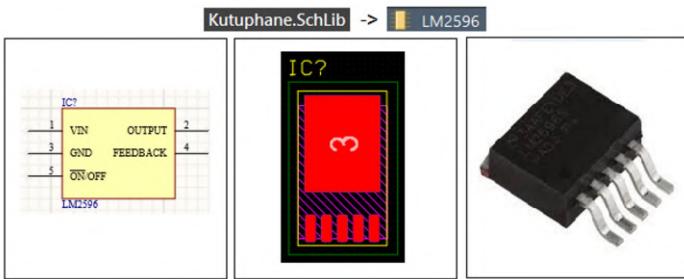
Capacitors - Tantalum -> F951E106MAAAQ2



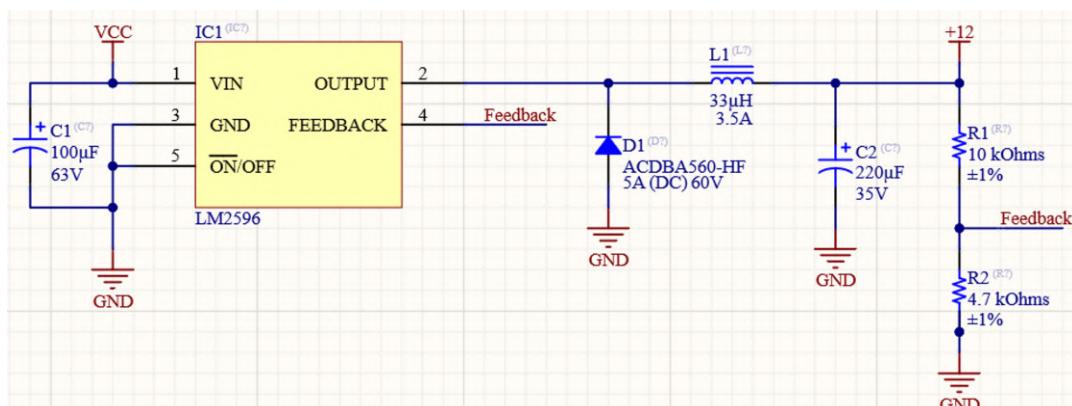
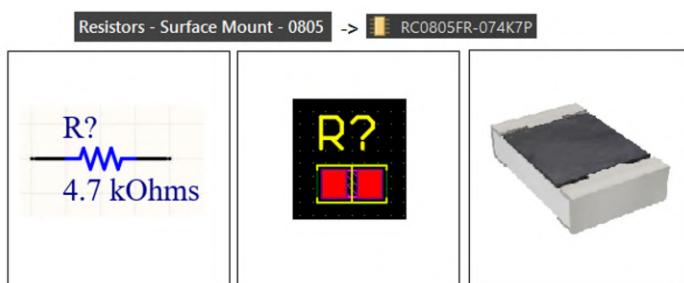
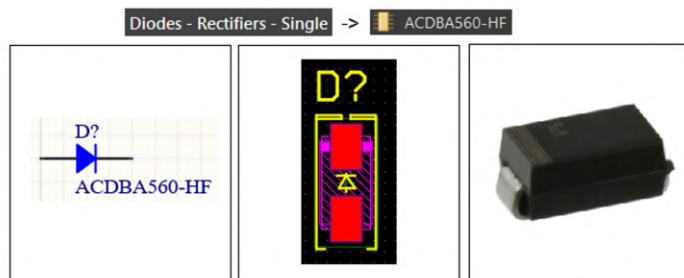
### LM2596



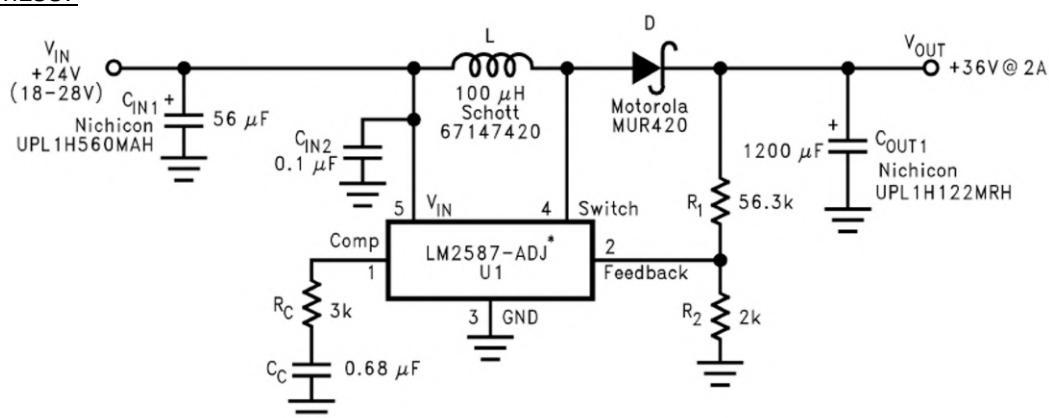
- Çıkışını istediğimiz gibi formüle göre ayarlayabiliriz.

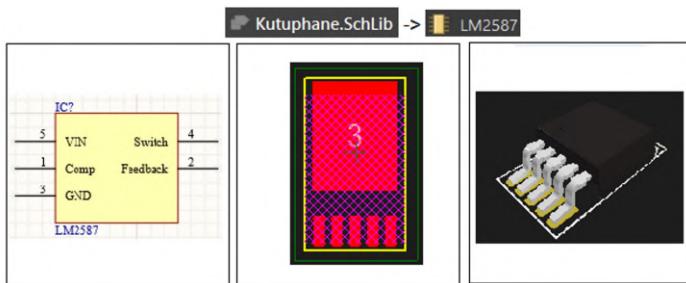


- Diyot için Schottky ve 60V 5A olanı seçiyoruz.

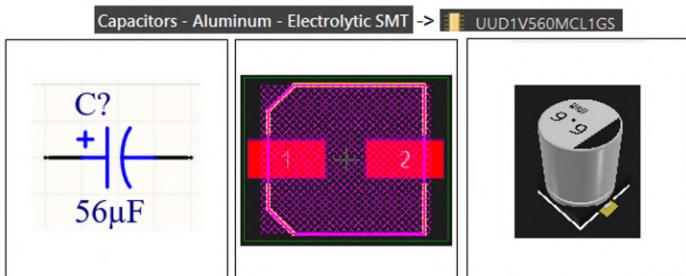


LM2587

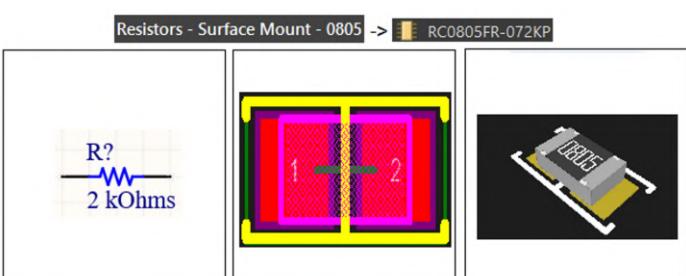
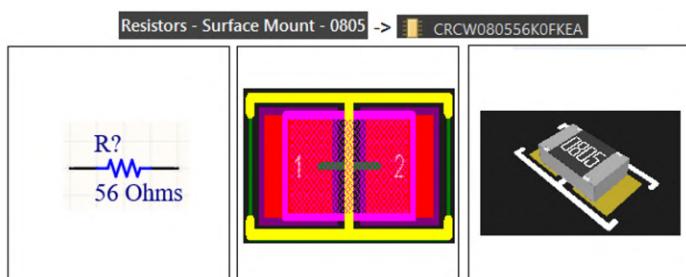




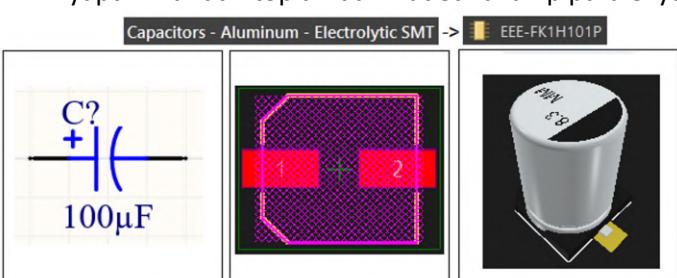
- Giriş voltajımız 18-28V arası olduğundan 35V kondansatör seçtik.



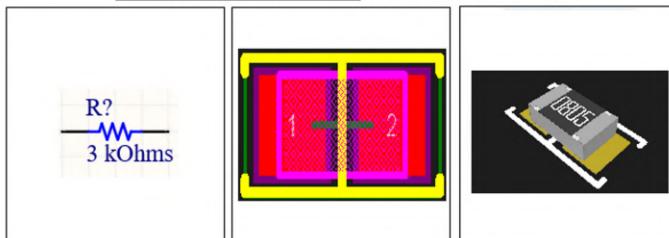
- Çıkış voltajımız 2A olduğundan 3A'lık diyot seçtik. 600V değeri var.



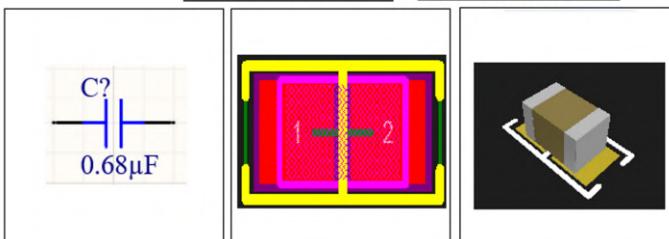
- Kütüphanede 200uF olmadığından bize en uygun olabilecek 100uF 50V kondansatör seçimi yaptık. Bundan toplamda iki adet kullanıp paralel yapacağz böylece 200uF elde edeceğiz.



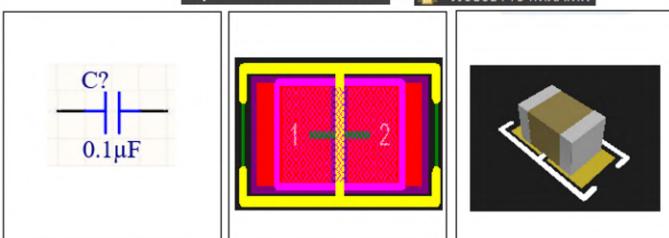
Resistors - Surface Mount - 0805 -> CR0805-JW-302ELF



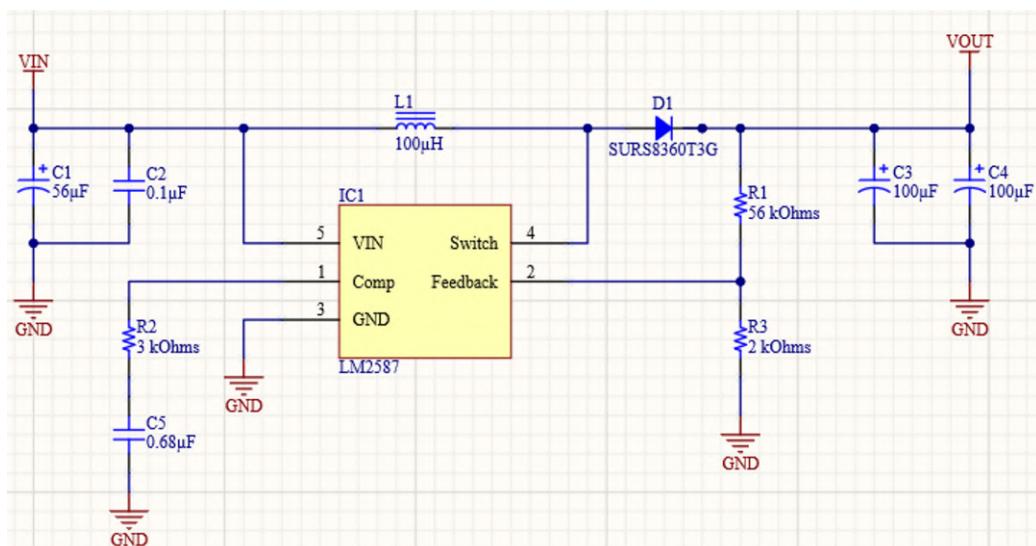
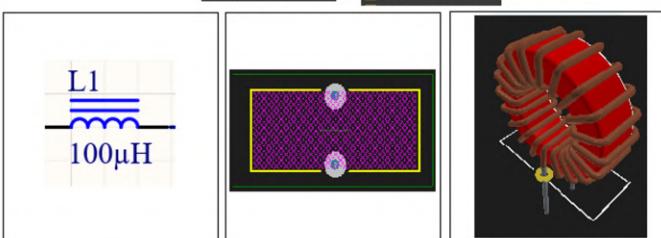
Capacitors - Ceramic - 0805 -> C0805X684K5RECAUTO



Capacitors - Ceramic - 0805 -> VJ0805Y104MXAMR



Inductors - Power -> SRR1280-101M

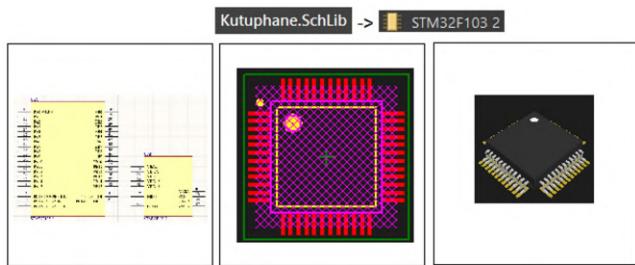


**Microcontroller**

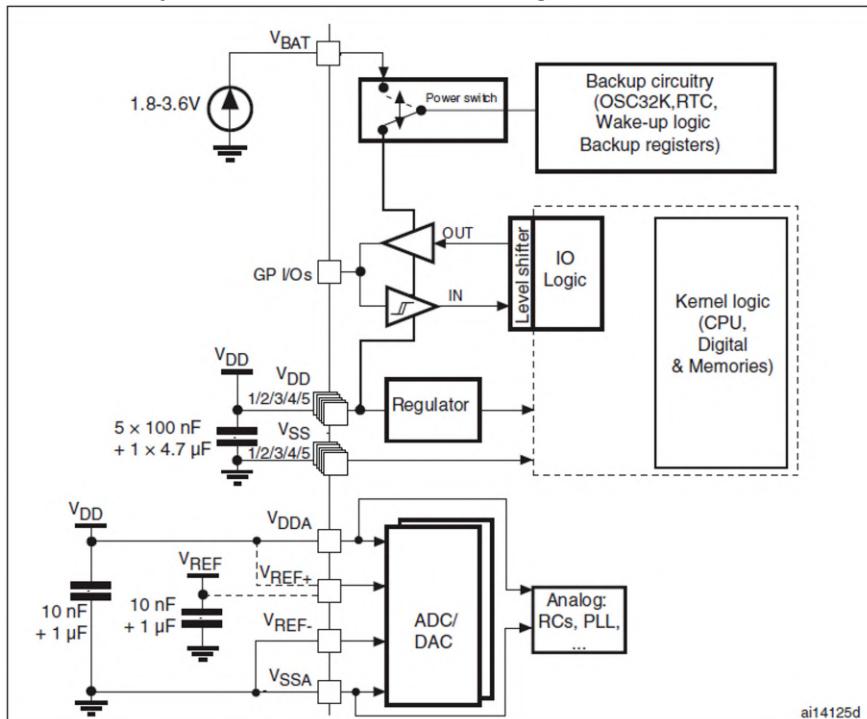
**STM32**

**STM32F103C8**

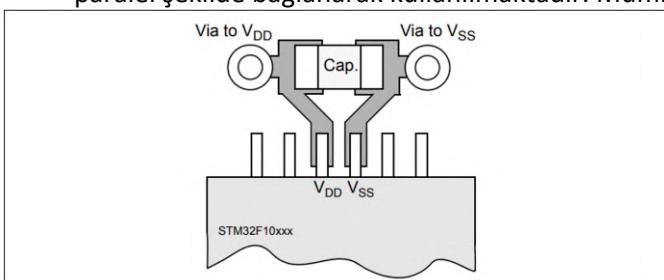
- İşlemci tasarımını yaparken ST'nin işlemciler için ayrı ayrı yayımladığı donanım hakkındaki kitabığa STM32F10xxx için [https://www.st.com/resource/en/application\\_note/an2586-getting-started-with-stm32f10xxx-hardware-development-stmicroelectronics.pdf](https://www.st.com/resource/en/application_note/an2586-getting-started-with-stm32f10xxx-hardware-development-stmicroelectronics.pdf) linkten ulaşabiliriz.



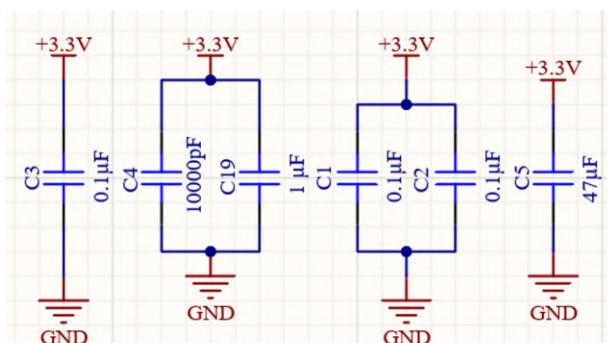
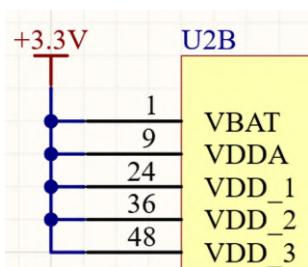
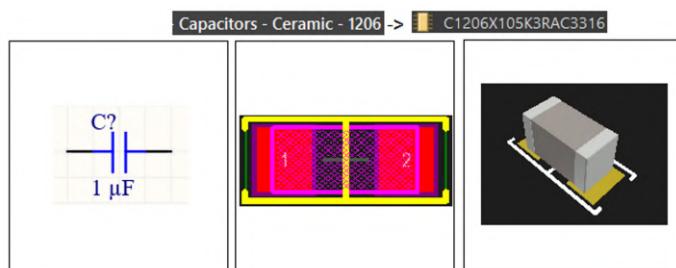
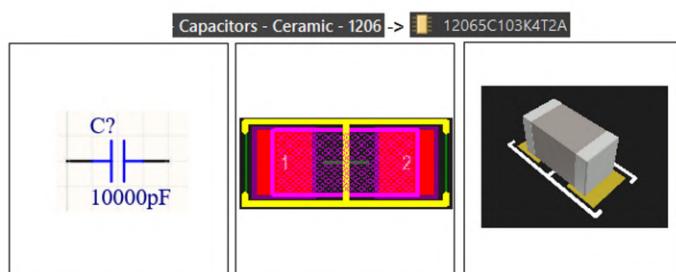
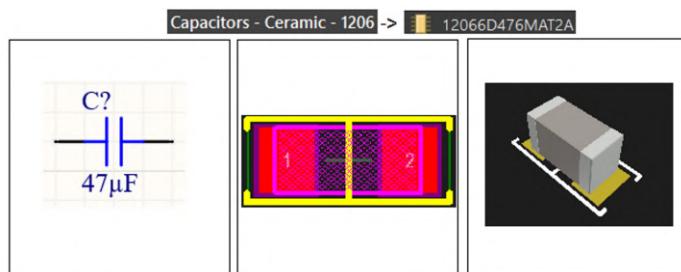
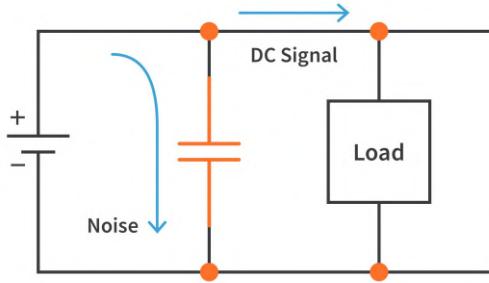
- İşlemcinin datasheet'inden aşağıdaki Power şemasına baktığımızda VSS'ler direk GND'ye bağlanmalıdır.
- VDD 1/2/3 100nF kondansatör ile GND'ye bağlanmalı. Bu tablo için VDD3'ün 4.7uF ile bağlanması gerektiğini söylüyor.
- VBAT ise harici batarya olarak bağlanan ikinci besleme piline bağlanabilir. Eğer ikinci besleme pini bağlanmayacaksa 100nF kondansatör bağlanabilir.
- Biz ikinci besleme pini bağlamayacağımızdan VBAT 100nF kondansatör bağlanmalı.
- VDDA için 10nF ve 1uF kondansatör bağlanmalı.



- Bu kullandığımız kapasitörler decoupling ya da bypass olarak geçmektedir.
- Decoupling kapasitörleri, bir DC güç kaynağında gürültünün temizlenmesi için güç kaynağının paralel şekilde bağlanarak kullanılmaktadır. Mükemmel olduğunda entegreye yakın olmalıdır.



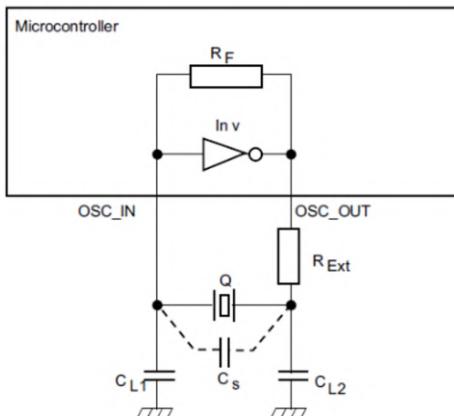
- Bu konu hakkında ayrıntılı bilgi almak için <https://alpelectronics.se/decoupling-kondansatoru-olsa-ne-olur-olmasa-ne-olur/> ve <https://www.circuitbread.com/ee-faq/what-is-the-difference-between-coupling-decoupling-and-bypass-capacitorslinkteki> yazıları okuyabiliriz.



- Osilatör seçimi için <https://ozdisan.com/pasif-komponentler/kristaller-osilatorler-ve-rezidorolar/kristaller/RH100-8-000-12-5-20150-E> linkteki ürünü kullanıyoruz.
- Osilatör ile ilgili yazıyı inceliyoruz. [http://www.mehmetalikucuk.com/dersler/altium-designer-](http://www.mehmetalikucuk.com/dersler/altium-designer/)

## dersleri-7-osilator-secimi/

- Osilatör devrelerini uygun bir şekilde kurduğumuzda bize çıkış olarak sinüs işaretini verirler. Biz de bu işaretin gerek haberleşme için taşıyıcı işaretini olarak, gerek ise kare dalgaya dönüştürerek gömülü sistemlerde clock işaretini olarak kullanırız.
- Genel olarak gömülü sistemlerde aşağıda görülen "Pierce Oscillator" devresi kullanılır.



• Inv: Yükselteç gibi çalışan dahili evirici

Rf: Geribesleme direnci

Q: Quartz kristali

CL1, CL2: Yük kondansatörleri

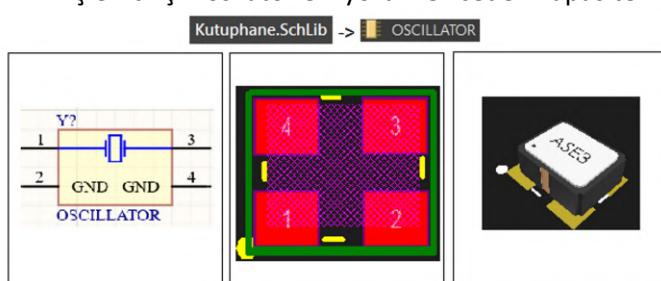
Rext: Eviricinin çıkış akımını sınırlamak için kullanılan direnç

Cs: PCB ve mikrodenetleyici pinlerinin toplam stray kapasitesi

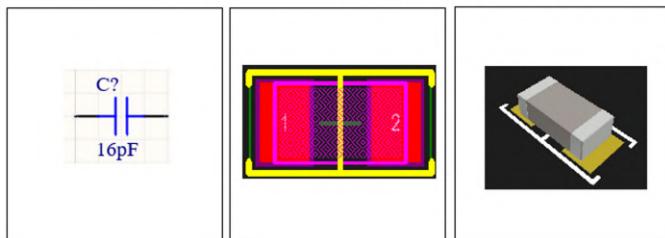
- Inv ve Rf mikrodenetleyicinin içerisinde bulunmaktadır. Bizim belirlememiz gereken elemanlar bunların dışında kalanlardır. İlk olarak kristal seçimimizi işlemcinin istediği osilatör frekansına göre seçiyoruz. 8 MHz frekanslı bir kristal seçtik.
- Daha sonra aşağıdaki formül yardımıyla CL1, CL2 yük kapasitelerini hesaplıyoruz.

$$C_{L1} = C_{L2} = 2(C_L - C_S)$$

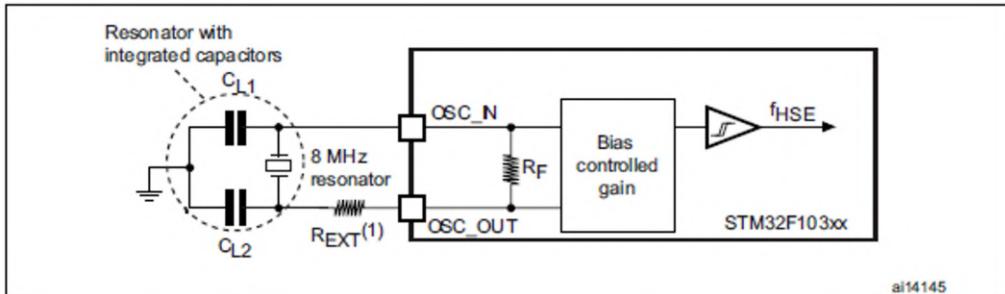
- Burada CL kristalimizin yük kapasitesidir. Değerini datasheet dosyasından 12.5 pF olarak görüyoruz.
- CS değeri ise yukarıda belirttiğimiz gibi kristal pinlerinden, mikrodenetleyici pinlerine kadar olan yolların kapasitesi gibi stray kapasitelerin toplamıdır. Bu değer genellikle 3 – 8 pF aralığında değişmektedir. Eğer işlemci ile kristal arasındaki yol uzun ise seçeceğiniz değer 8 pF'a yakın olmalıdır, ancak bu mesafeyi olabildiğince kısa tutmanız clock işaretinin gürültülerden olabildiğince az etkilenmesini sağlayacaktır.
- Tasarımımız için stray kapasitesini 4,5 pF alırsak, yük kapasitelerini hesapladığımızda 16 pF buluyoruz.
- Osilatör için RH100-8.000-12.5-20150-E kodlu komponenti yukarıdaki şematiğe uygun çiziyoruz.
- Detaylar için [http://nic.vajn.icu/PDF/STMicro/ARM/Oscillator\\_design\\_guide.pdf](http://nic.vajn.icu/PDF/STMicro/ARM/Oscillator_design_guide.pdf) linkteki pdf inleyebiliriz.
- İşlemci için osilatör ekliyoruz. Önceden kapasite hesabı yapmıştık ve 16pF olarak bulmuştuk.



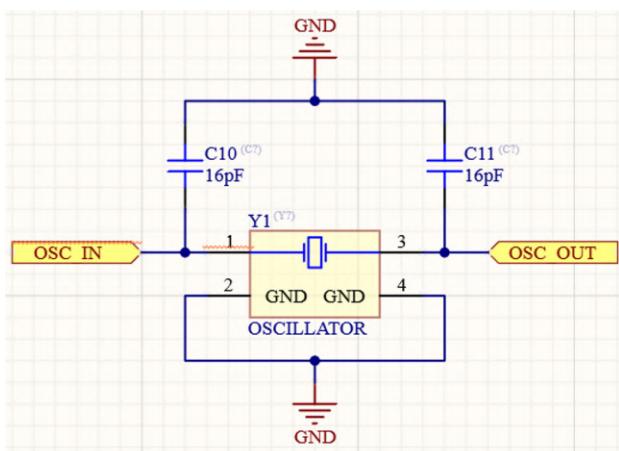
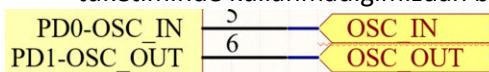
Capacitors - Ceramic - 1206 -> C1206C160J5GAC7800



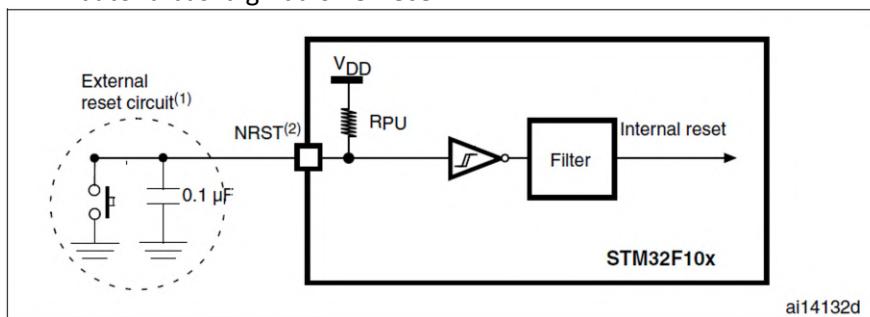
- Osilatörü aşağıdaki gibi bağlıyoruz.



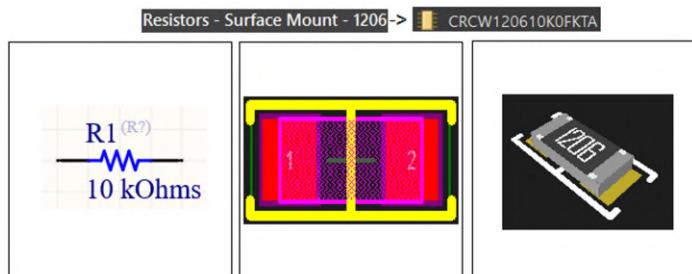
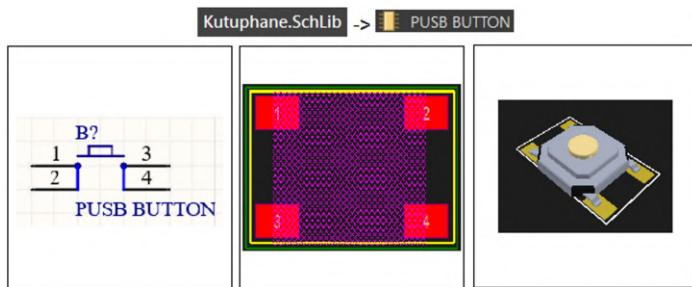
- OSC32\_IN ile OSC32\_OUT pinlerine bağlamıyoruz. Bunlar 32kHz olduğundan eğer düşük güç tüketimi yapmak istiyorsak kullanabiliriz bunun dışında pek kullanılmazlar. Biz de düşük güç tüketiminde kullanmadığımızdan bu pinler yerine OSC\_IN ile OSC\_OUT kullanıyoruz.



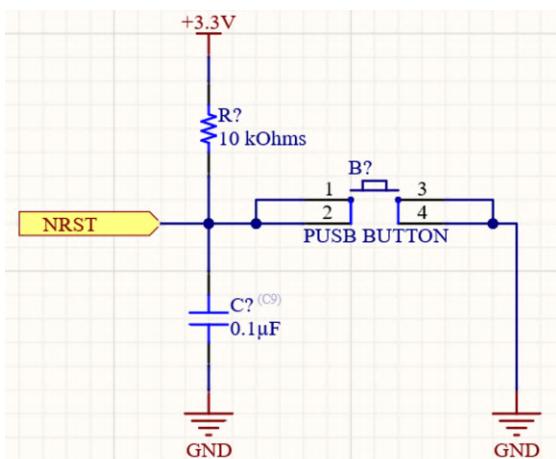
- Port kullanımı şematikler arası geçiş yapmamıza olanak sağlıyor fakat Net Label kullandığımızda yapamıyoruz.
- NRST pini aşağıdaki gibi bağlanır.
- Bu pinin amacı bu pine bağlı butona bastığımızda işlemcinin hafızasını sıfırlar.
- NRST ucuna 0 verilecek şekilde buton tasarımlı yapıyoruz yani butona basılmadığında 1 verilecek, butona basıldığında 0 verilecek.



- Komponenetin kütüphanesini başka kütüphaneden alırken hem şematik hem de pcb tarafta direk dosyayı kopyalayıp yapıştırarak da yapabiliriz.

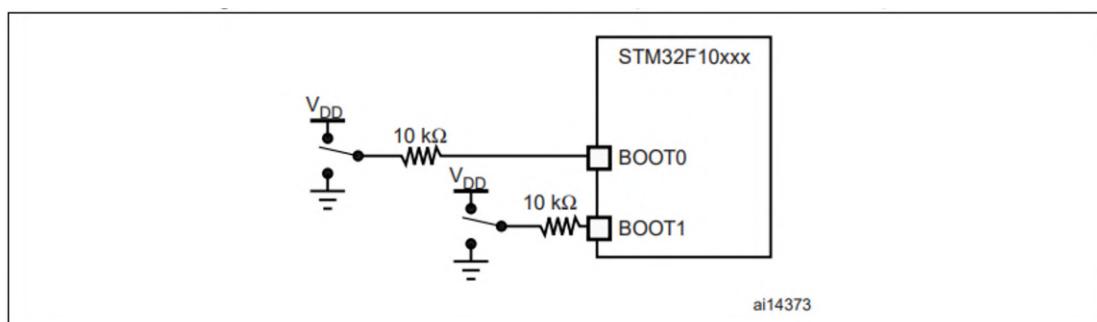


- Devreye ekstra pul-up direnci bağladık. Normalde işlemci içerisinde bağlanıyor fakat yine de biz de bağladık.



- STM32 mikrodenetleyicilerinde, BOOT0 ve BOOT1 pinleri, başlangıç ayarlarını kontrol etmek için kullanılan pinlerdir. Bu pinler, mikrodenetleyicinin başlatma modunu belirlemek için kullanılır.
- <https://dogankayadelen.medium.com/stm32f4-boot-mod-seçimi-623721fdbd7f> linkte BOOT pini seçimi hakkında yazılmış yazıya göz atabiliyoruz.

BOOT mode selection pins		Boot mode	Aliasing
BOOT1	BOOT0		
x	0	Main flash memory	Main flash memory is selected as boot space
0	1	System memory	System memory is selected as boot space
1	1	Embedded SRAM	Embedded SRAM is selected as boot space



- Biz sadece BOOT0 pinine pul-down direnç bağladık.

