**ANTENLER**

**ANTENLER**

**ANTEN DİZİLERİ**

**MART 2023**

**ANKARA**

# İÇİNDEKİLER

[İÇİNDEKİLER v](#_Toc130752876)

[RESİMLERİN LİSTESİ vi](#_Toc130752877)

[SİMGELER VE KISALTMALAR vi](#_Toc130752878)

[1. GİRİŞ 1](#_Toc130752879)

[2. ANTENLER 2](#_Toc130752880)

[2.1 Antenlerin Çalışma Prensibi 2](#_Toc130752881)

[2.2 Mikroşerit Yama Antenler 2](#_Toc130752882)

[2.3 Antenin Parametreleri 4](#_Toc130752883)

[2.3.1 Giriş empedansı 4](#_Toc130752884)

[2.3.2 Yansıma katsayısı 4](#_Toc130752885)

[2.3.3 Gerilim duran dalga oranı 4](#_Toc130752886)

[2.3.4 Işıma örüntüsü 4](#_Toc130752887)

[2.3.5 Yönlülük 5](#_Toc130752888)

[2.3.6 Kazanç 5](#_Toc130752889)

[2.3.7 Verimlilik 5](#_Toc130752890)

[2.3.8 Kutuplanma 5](#_Toc130752891)

[2.3.9 Bant genişliği ve frekans 5](#_Toc130752892)

[3. ANTEN DİZİLERİ 6](#_Toc130752893)

[3.1 Anten Dizilerinin Tipleri 7](#_Toc130752894)

[3.1.1 Lineer anten dizileri 7](#_Toc130752895)

[3.1.2 Dairesel anten dizileri 7](#_Toc130752896)

[3.1.3 Dikdörtgen anten dizileri 8](#_Toc130752897)

[3.1.4 Yama anten dizileri 8](#_Toc130752898)

[3.2 Anten Dizilerinin Tasarımı 8](#_Toc130752899)

[3.3 Noktasal Kaynaklı Lineer Anten Dizileri 8](#_Toc130752900)

# RESİMLERİN LİSTESİ

**Resim Sayfa**

[Resim 2.1. Mikroşerit yama antenin yapısı 3](#_Toc130752901)

[Resim 2.2. Antenin ışıma örüntüsü 4](#_Toc130752902)

[Resim 3.1. Anten dizisi 6](#_Toc130752903)

# SİMGELER VE KISALTMALAR

|  |  |
| --- | --- |
| **Kısaltmalar** | **Açıklama** |
| GSM | Global System for Mobile |
| GPS | Global Positioning System |
| SNR | Signal-to-Noise Ratio |
| VSWR | Voltage Standing Wave Ratio |
| AF | Array Factor |

# GİRİŞ

Anten dizileri, birden fazla anten elemanının bir araya getirilmesiyle oluşan bir anten yapısıdır. Bu elemanlar, belirli bir uzaklıkta birbirine paralel olarak yerleştirilir ve birbirleriyle etkileşime girerler. Anten dizileri, gelen sinyali daha doğru bir şekilde almak veya göndermek için kullanılır. Bu nedenle, anten dizileri, radar sistemleri, uydu iletişim sistemleri, kablosuz ağlar ve diğer iletişim uygulamalarında yaygın olarak kullanılır. Anten dizileri, tek bir antene göre birçok avantaja sahiptir. Öncelikle, anten dizileri, daha yüksek bir kazanç sağlar. Birden fazla anten elemanının bir araya gelmesiyle oluşan anten dizisi, tek bir antene göre daha yüksek bir kazanç sağlar. Bu, daha uzak mesafelerde daha güçlü bir sinyal gönderilmesine veya daha zayıf sinyallerin alınmasına olanak tanır. Ayrıca, anten dizileri daha geniş bir kapsama alanı sağlar. Birden fazla anten elemanının bir araya gelmesiyle oluşan anten dizisi, tek bir antene göre daha geniş bir kapsama alanı sağlar. Bu, daha geniş bir alanda iletişim kurulmasına olanak tanır. Anten dizileri ayrıca, daha az gürültü seviyesi sağlar. Anten dizileri, birden fazla anten elemanının bir araya gelmesiyle oluştuğu için, gürültü seviyesi daha düşüktür. Bu, daha doğru ve net bir sinyal alınmasına olanak tanır. Ancak, anten dizilerinin dezavantajları da vardır. Anten dizileri, tek bir antene göre daha büyük ve daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu, kurulumun daha zor ve maliyetli olmasına neden olabilir. Ayrıca, anten dizileri, farklı elemanların bir araya gelmesiyle oluştuğu için, bir elemanın arızalanması tüm sistemi etkileyebilir. Genel olarak, anten dizileri, modern iletişim sistemlerinde önemli bir yere sahiptir. Tek bir antene göre daha yüksek bir kazanç, daha geniş bir kapsama alanı ve daha az gürültü seviyesi sağlarlar. Ancak, daha büyük ve daha karmaşık bir yapıya sahiptirler ve bir elemanın arızalanması tüm sistemi etkileyebilir.

# ANTENLER

Antenler, boşlukta yayılan elektromanyetik dalgaları toplamak (alıcı) ya da boşluğa elektromanyetik dalgalar yaymak (verici) amacıyla geliştirilmiştirler. Antenler aracılığıyla veriler çok uzun mesafelere iletilebilmektedirler. Antenler günümüzdeki haberleşme alt yapısının en önemli yapı taşıdır.

Antenler, yapılarına ve farklı özelliklerine göre sınıflandırılmaktadırlar. Bu anten çeşitlerine örnek verecek olursak, dipol anten, monopol anten, mikroşerit anten gibi anten çeşitleri bulunmaktadır. Bunların içinde özellikle mikroşerit antenler son yıllarda üzerine yapılan akademik çalışmalarının artmasıyla birlikte popüler bir konuma gelmiştir.

## Antenlerin Çalışma Prensibi

Antenlerin çalışma prensibi en temel anlamıyla elektron hareketinden kaynaklanmaktadır. Anten eğer verici olarak kullanılacaksa, anten de elektronlar sınırlandırılarak bir elektromanyetik alan ve bir manyetik alan elde edilir. Zamana bağlı olarak değişen bu dalgalar uzaya enine elektromanyetik dalga olarak yayılır. Anten eğer alıcı olarak kullanılacaksa ise, anten üzerine düşen elektromanyetik dalga anten üzerindeki elektronları harekete geçirerek antenin içinde bir elektron hareketine sebep olur ve böylece antende bir akım meydana gelir. Antende meydana gelen akım anlamlandırılır ve bilgi elde edilir.

## Mikroşerit Yama Antenler

Tarihte ilk kez antenler 19. yüz yılın sonlarında kullanılmıştır. Mikroşerit antenler ise bundan tam bir asır sonra yani 20. yüz yılın sonlarına doğru ortaya atılmış ve kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde bu antenler neredeyse her alanda tercih edilmektedir ve baskı antenler olarak, fotolitografi teknikleri ile üretimi sağlanmaktadır.

Temel bir mikroşerit antenin yapısı şu şekildedir; üst katmanında bir adet iletken yama, alt katmanda bir adet toprak ve bu iki katmanın arasında bir dielektrik malzemeden meydana gelmektedir.

Chart

Description automatically generated

Resim .. Mikroşerit yama antenin yapısı

Mikroşerit antenin üst kısmında yer alan yama, bakır ya da altın gibi yüksek iletkenliğe sahip bir malzemeden yapılmaktadır. Yama çok farklı şekillerde tasarlanabilmektedir. Mikroşerit antenin optimizasyonuyla ilgilenenlerin odak noktalarından birisi de yamanın tasarımıdır. Mikroşerit antenlerin avantajlarını sıralayacak olursak;

* Küçük boyutlara sahip olmaları
* Verimliliklerinin fazla olması
* Dairesel ve doğrusal kutuplanma özelliğine sahip olmaları
* İkili frekans uygulamalarında kullanılabilmeleri
* Farklı geometrik şekillerde yama tasarımlarına imkân sunması

Mikroşerit antenlerin dezavantajları;

* Bant genişliğinin diğer anten tiplerine göre daha dar olması
* Kazançlarının diğer anten tiplerine göre daha düşük olması
* Kayıplarının diğer anten tiplerine göre daha fazla olması

Mikroşerit antenlerin kullanım alanları;

* Uzay endüstrisinde
* Kablosuz haberleşmede
* Askeri telsiz ve ekipman sistemlerinde
* GPS ve GSM uygulamalarında

## Antenin Parametreleri

### Giriş empedansı

Zin olarak ifade edilen giriş empedansı, antenin besleme noktasındaki empedansını temsil eder. Bu değer frekansa bağlıdır.

### Yansıma katsayısı

Antenin bir diğer parametresi ise yansıma katsayısıdır. Yansıma katsayısı, antenden çıkan dalgaların geri yansıma oranıdır. Denklemde yer alan Zin değeri giriş empedansını temsil ederken Zo değeri ise iletim hattı karakteristik empedansını temsil etmektedir.

### Gerilim duran dalga oranı

VSWR yani gerilim duran dalga oranı ise bizlere iletim hattının üzerindeki maksimum ve minimum gerilimin oranını vermektedir. Giriş empedansı ve iletim hattının karakteristik empedansının uyumluluğunu temsil etmektedir.

### Işıma örüntüsü

Antenlerin ışıma örüntüleri, uzaya yaydıkları gücün dağılımını gösteren modellerdir. Bizde bu lisans tezinde bu modelleri ele alarak optimizasyon işlemlerimizi gerçekleştirdik.

Chart, diagram, radar chart

Description automatically generated

Resim .. Antenin ışıma örüntüsü

### Yönlülük

Yönlülük, antenlerde belirli bir yöndeki ışımanın o yöndeki izotropik anten ışımalarına göre karşılaştırılmasıdır. İzotropik antenler her yöne eşit miktarda ışıma yapabilen ideal antenlerdir.

### Kazanç

Antende kazanç, aynı enerji miktarı altında izotropik antenin yaptığı ışımaya oranıdır. Antenin kazancı ne kadar yüksekse yönlülüğü de o kadar yüksektir.

### Verimlilik

Verimlilik, antene verilen enerjinin sinyale dönüşen enerjiye oranıdır. Kayıplardan dolayı verimlilik hiçbir zaman %100 olamamaktadır.

### Kutuplanma

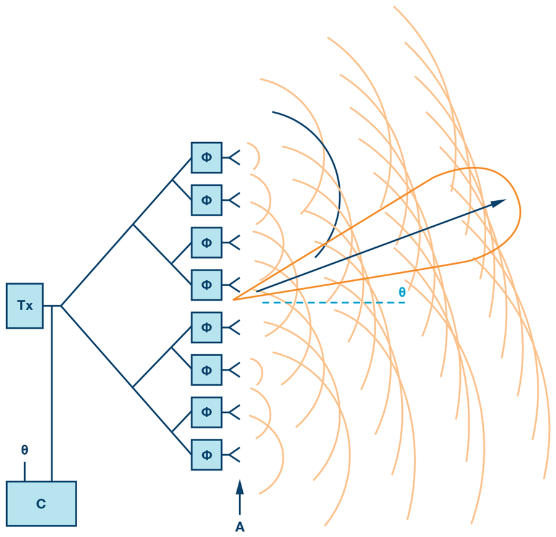
Elektrik alanların yayılma yönlerine göre antenler gruplara ayrılmaktadırlar. Antenler, dikey kutuplanmalı, yatay kutuplanmalı ve dairesel kutuplanmalı olabilmektedirler.

### Bant genişliği ve frekans

Antenlerin bir rezonans frekansları vardır. Antenler bu frekans aralığında ışıma yapmaktadırlar. Ayrıyeten antenler bu frekans aralığının dışında elektromanyetik dalgaları yakalayamamaktadırlar. Antenlerin çalıştığı bu frekans aralığına bant genişliği denmektedir.

# ANTEN DİZİLERİ

Anten dizisi, tek bir ışın oluşturmak amacıyla birden fazla antenin birleşimine denmektedir. Anten dizileri, sinyalin kalitesini iyileştirmek, girişimi azaltmak ve sinyali belirli bir noktada odaklamak için kullanılmaktadırlar. Ayrıca gelen sinyalin nereden geldiğini tespit etmek içinde kullanılmaktadırlar.



Resim .. Anten dizisi

Anten dizilerinin oluşturulmasının temel amacı ise birden fazla antenin ışıma örüntüsünü ihtiyaca göre belli bir yönde birleştirmek ve böylece daha yüksek bir kazanç ya da daha dar bir yarım güç bant genişliği elde etmektir.

Anten dizileri günümüzde sıkça tercih edilmektedir bunun nedeni ise bize, yüksek kazanç, yüksek yönlülük ve daha iyi bir performans sağlamasıdır. Bir anten dizisinde hedeflenen kazanımları sıralayacak olursak;

* Toplam kazancı arttırmak,
* Alış güzergâh çeşitliliği sağlamak,
* Sinyal – Parazit artı Gürültü Oranını (SNR) en üst düzeye çıkarmak
* Anteni belirli bir yönde manevra ettirmek,
* Gelen sinyallerin varış yönünü değiştirmek

Anten dizilerinin avantajları;

* Sinyal gücü artar
* Yüksek yönlülük elde edilir
* Küçük loblar çok azalır
* Yüksek Sinyal-Gürültü oranı elde edilir
* Yüksek kazanç elde edilir
* Daha iyi performans elde edilir

Anten dizilerinin dezavantajları;

* Direnç kayıpları artar
* Montaj ve bakım zorlukları artar
* Büyük harici alan gerektirir

## Anten Dizilerinin Tipleri

Anten dizileri farklı şekillerde sınıflandırılabilir. En yaygın sınıflandırma, elemanların konumuna göre yapılır. İşte bazı yaygın anten dizisi tipleri:

### Lineer anten dizileri

Lineer anten dizileri, anten elemanlarının bir doğru üzerinde düzenlenmesiyle oluşur. Bu tip anten dizileri, genellikle radyo teleskoplarında ve yüksek frekanslı (HF) radyo yayınlarında kullanılır. Bu anten dizileri, en az iki elemandan oluşur ve daha fazla eleman eklendikçe kazanç artar.

### Dairesel anten dizileri

Dairesel anten dizileri, anten elemanlarının bir daire üzerinde düzenlenmesiyle oluşur. Bu tip anten dizileri, yüksek frekanslı (HF) radyo yayınlarında ve radar sistemlerinde kullanılır. Bu anten dizileri, en az üç elemandan oluşur ve daha fazla eleman eklendikçe kazanç artar.

### Dikdörtgen anten dizileri

Dikdörtgen anten dizileri, anten elemanlarının bir dikdörtgen üzerinde düzenlenmesiyle oluşur. Bu tip anten dizileri, uydu iletişim sistemleri ve kablosuz ağlarda kullanılır. Bu anten dizileri, en az dört elemandan oluşur ve daha fazla eleman eklendikçe kazanç artar.

### Yama anten dizileri

Yama anten dizileri, yama anten elemanlarının bir düzlenerek oluşturulan bir anten dizisi türüdür. Yama üzerinde düzenlenmesiyle oluşur. Bu tip anten dizileri, uydu iletişim sistemleri, kablosuz ağlar ve baz istasyonlarında kullanılır. Yama anten elemanları, yüksek kazanç ve dar açılı ışın deseni sağlar.

## Anten Dizilerinin Tasarımı

Bir anten dizisinin tasarımında şu parametreler dikkate alınır, antenlerin konumları, antenlerin sinyal genlik değerleri ve son olarak antenlerin faz açıları. Bu parametrelerin istenilen anten tasarımı için özenle seçilmesi gerekmektedir. Buradaki ihtimaller zinciri problemin çözülmesini ciddi anlamda zorlaştırmaktadır.

Tasarım aşamasında, bir anten dizisi genellikle bir bilgisayar tarafından modellenir. Dizideki her antenin boyut ve ışın oluşturma kapasitesini belirlemek için hesaplamalar karmaşıktır. Zor matematiksel problemleri çözebilen bilgisayar yazılımı bu amaç için kullanılır ve bilgisayarların bu yeteneği desteklemek için önemli bir güce sahip olmaları gerekir.

## Noktasal Kaynaklı Lineer Anten Dizileri

Noktasal kaynaklı bir lineer anten dizisini ele alalım, noktasal kaynaklı bir lineer anten dizisi şu formülle ifade edilmektedir:

Bu formülde, ‘AF’ dizi faktörü anlamına gelmektedir, ‘N’ dizideki anten sayısını ifade etmektedir, ‘ai’ değeri dizideki i inci antenin genlik değerini ifade etmektedir, ‘di’ değeri dizideki i inci antenin konumunu ifade etmektedir, ‘φi’ değeri ise dizideki i inci antenin faz açısını ifade etmektedir. Tasarlamış olduğumuz arayüz ile birlikte kullanıcının seçtiği anten sayısına bağlı olarak, formülde yer alan ‘ai’, ‘di’, ‘φi’ parametreleri sezgisel algoritmalar yardımı ile optimize edebilmektedir.