



**T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

MULTIPLE ANTENNAS

Hazırlayan: Temel YAVUZ

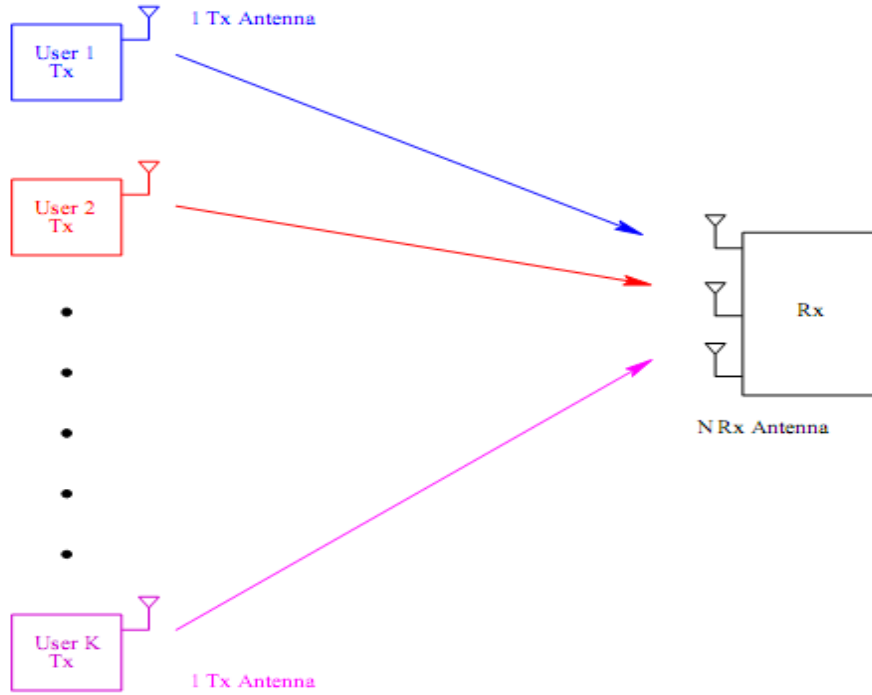
20.12.2010

KABLOSUZ AĞLARDA ÇOKLU GİRİŞ ÇOKLU ÇIKIŞ (MIMO)

- Son yıllarda araştırmalarda artış olan alanlar
 - Bilgi teorisi
 - Kodlama
 - Sinyal işleme
- Sabit nokta kanalları üzerine odaklandı.
- Çoklu antenleri anlayabilmek için geniş bir görünüme ihtiyaç vardır.

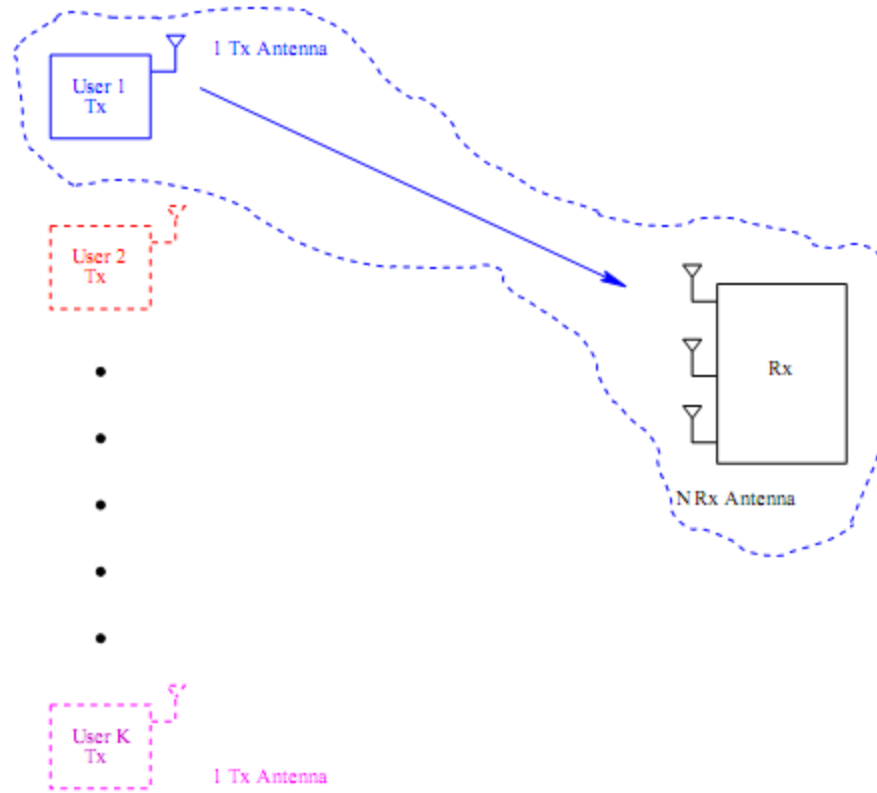


Çoklu Giriş Örneği



Her cihaza ayrı bir anten daha eklenirse ne olur?

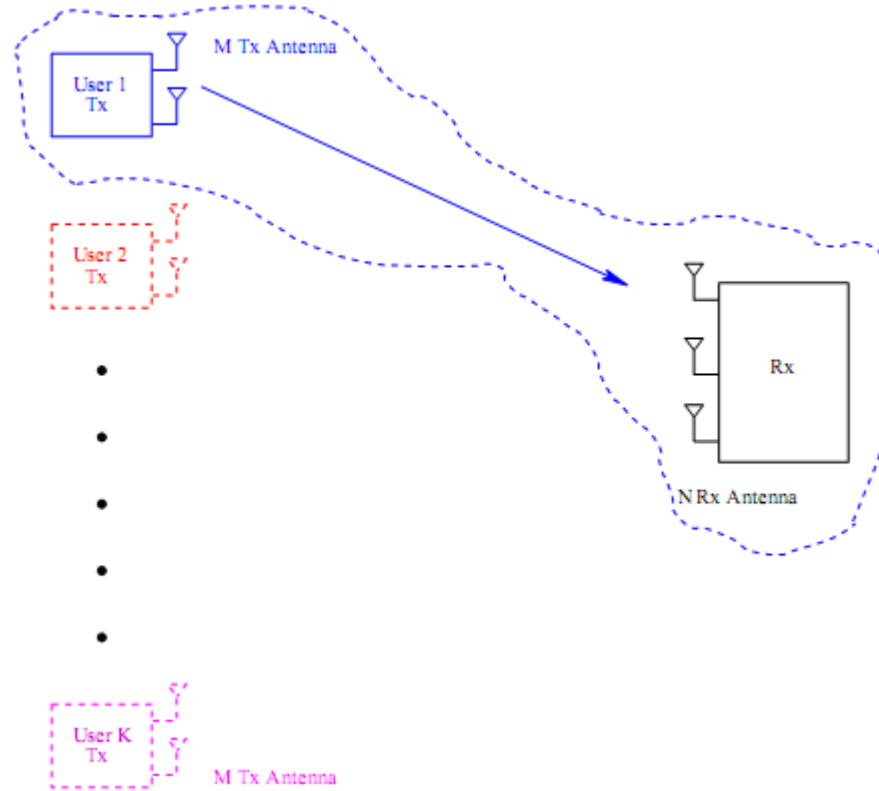
Çoklu Giriş Örneği



Her cihaza ayrı bir anten daha eklenirse ne olur?

- Bu kısımda noktalar arası bağlantıyı gözden geçirelim:

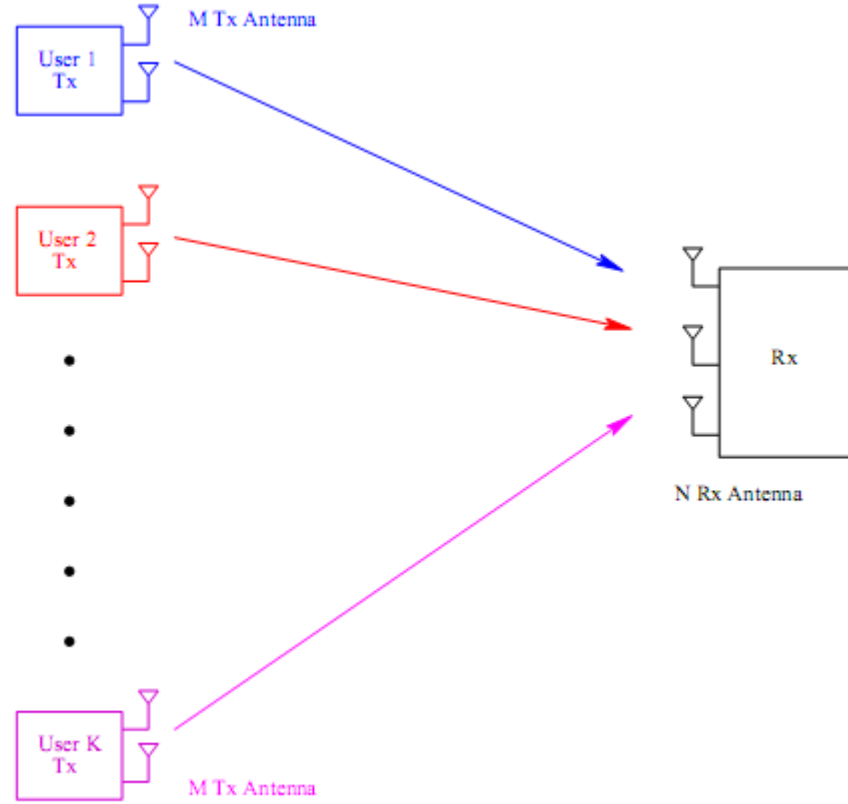
Örnek



Her cihaza ayrı bir anten daha eklenirse ne olur?

- Bu kısımda noktalar arası bağlantıyı gözden geçirelim:
 - Bağlantı kapasitesini yaklaşık olarak ikiye katlar.

Örnek



- Ağa bakarak:
 - Kullanıcıların sayısı alıcı antenlerin sayısından daha fazladır.
 - Genel sistem kapasitesindeki artış önemsizdir.
- Fakat antene bir şey eklenmesi hala kazandırır mı?

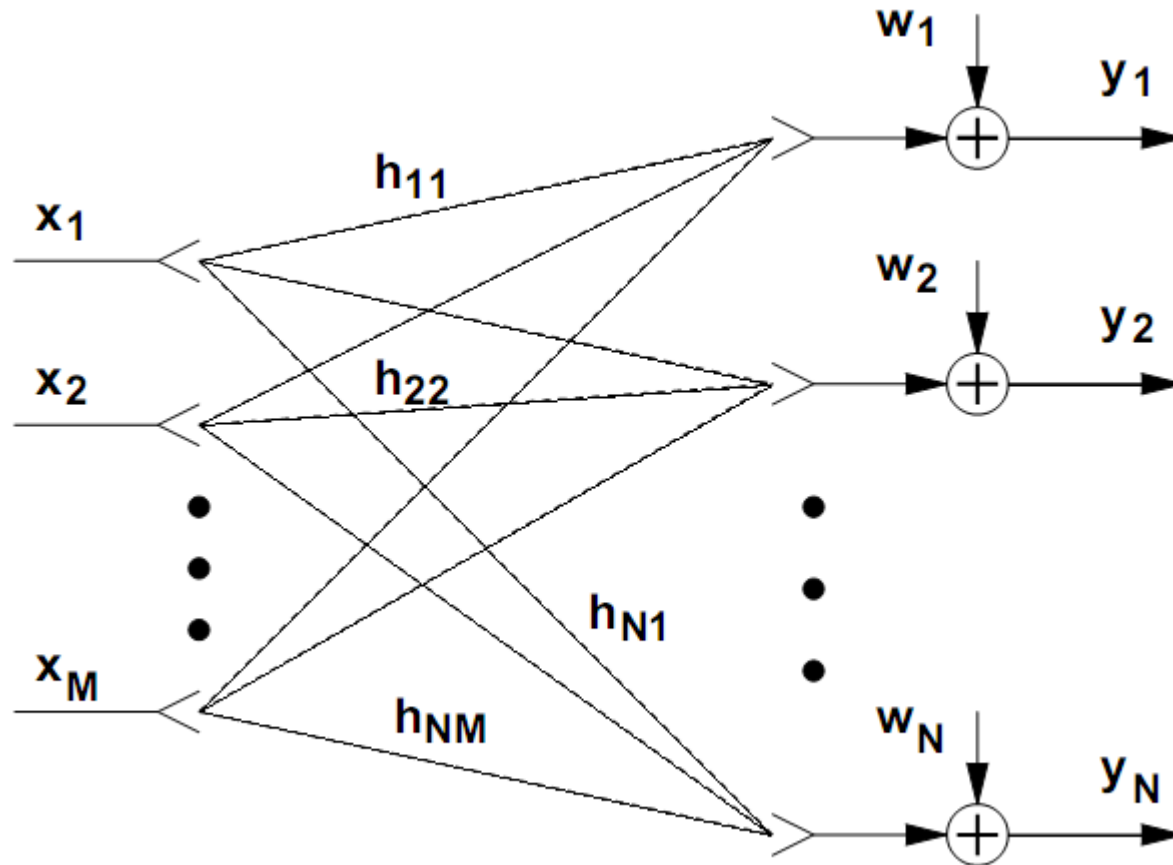


Çalışmanın Özeti

- Noktadan noktaya kanallarındaki Çeşitlilik / Çokluma karşılaştırılmasının gözden geçirilmesi.
- Çoklu Giriş Yapısının geliştirilmesi
- Genel ağ teorisi hakkında bir kuram



Noktadan Noktaya MIMO Kanalı



Antenlere, M gönderici N alıcıdır.
I.I.D. Rayleigh Fading Modeli



Serbestlik Dereceleri

- Noktadan noktaya bağlantı: Antenleri M gönderir, N alır.
- i.i.d. Rayleigh Fading Modeli (Foschini 96)

$$C \sim \min\{M, N\} \log \text{SNR} \quad \text{bits/s/Hz.}$$

- Çoklu antenler $\min\{M, N\}$ derecesinde serbestlik sağlar
- Mekansal çoklama kazanımı $\min\{M, N\}$ 'dır.
- C Ergodik kapasitedir.

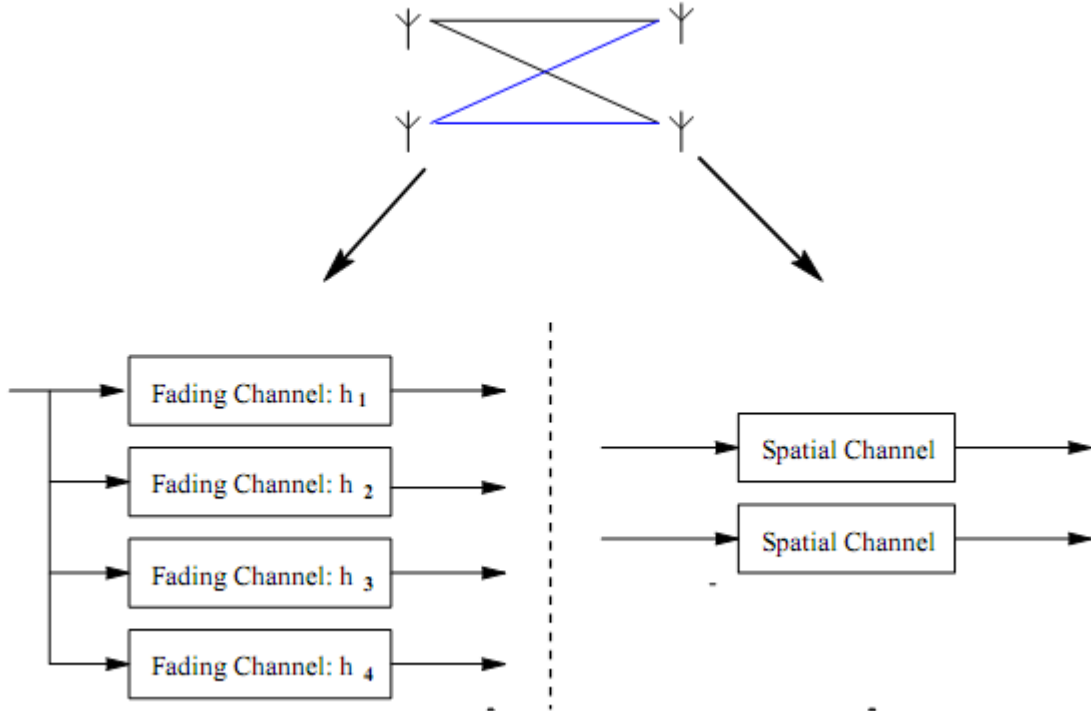


Farklılıklar

- Ergodik kapasite sonlu derinlikte boş sayfa eklemeyi varsayar.
- Yavaş azalan çevre için mümkün değildir.
- Zayıflama en önemli konusu olmasına rağmen güvenilmezdir.
- Birebir Rayleigh fading kanalında çok basit hata ihtimali vardır.
- BPSK için örnek:
$$P_e \sim \text{SNR}^{-1}$$
 en yüksek SNR (Signal-to-Noise Ratio, Sinyal-Gürültü Oranı)
- Fakat , M N kanalında,
$$P_e \sim \text{SNR}^{-MN}$$
 en yüksek SNR
- Çoklu antenler maximum bir MN çeşitlilik kazanımı sağlar.



Farlılık ve ođullama



Fakat her biri durumun sadece tek boyutlu bir yansımasıdır. Problemi formüle etmenin doğru yolu iki tür kazancın karşılaştırılmasıdır.



Ana Karşılaştırma

- Yüksek SNR ve yavaş zayıflama durumuna odaklanır.
- T uzunluklu bloğun uzay zaman kodlama tablosu şunları gerçekleştirir:

Mekansal Çoğullama Kazanımı r :

eğer veri oranı $R = r \log \text{SNR}$ (bps/Hz) ise

Çeşitlilik Kazanımı d :

eğer hata ihtimali $P_e \sim \text{SNR}^{-d}$ ise

Ana karşılaştırma: her r için, max çeşitlilik kazanımı: $d_{M,N}^*(r)$.

$$r \rightarrow d_{M,N}^*(r)$$

Eşit olarak:

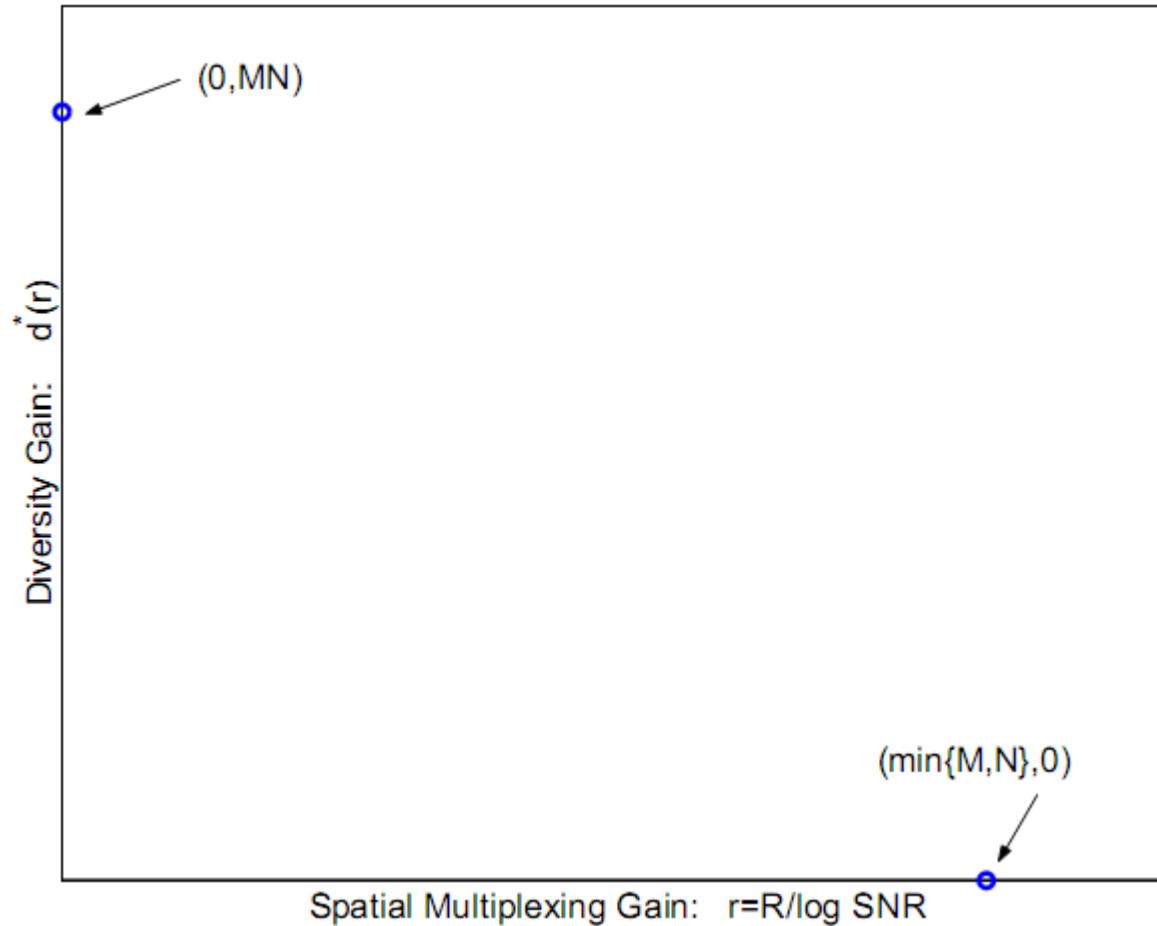
$$d \rightarrow r_{M,N}^*(d)$$

Veri oranı ve hata olasılığı arasındaki bir karşılaştırma.

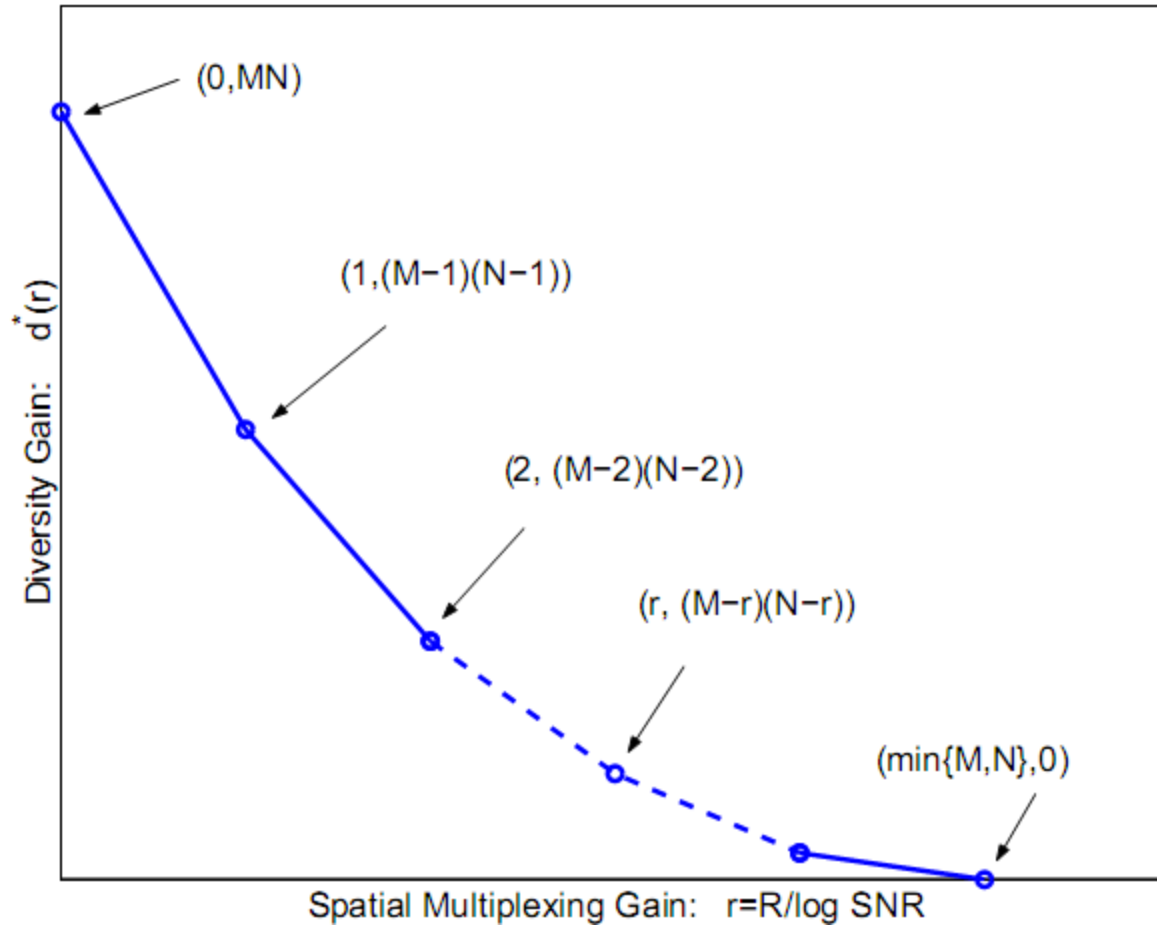


En Uygun Karşılaştırma

Eğer blok uzunluğu $T \geq M + N - 1$: ise

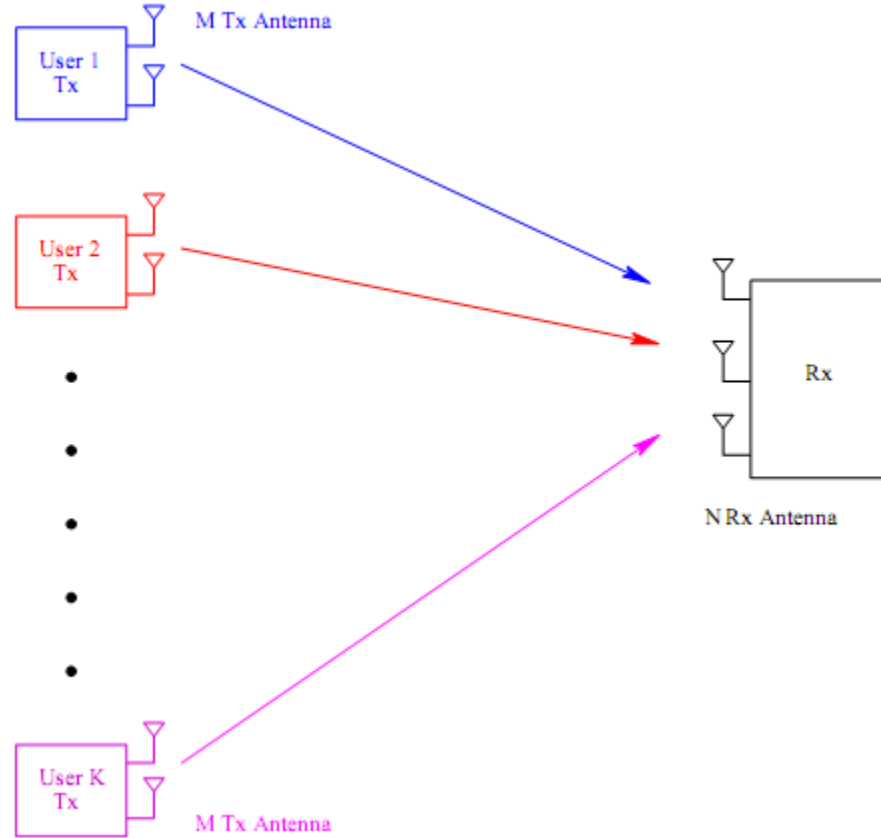


En Uygun Karşılaştırma



r 'nin çoğullama kazanımı için (r integer), en iyi çeşitlilik $(M - r)(N - r)$.

Çoklu Giriş



- Noktadan noktaya erişim için, çoklu antenler çeşitlilik ve çoğullama kazanımı sağlar.
- Çoklu antenler sinyalleri K Kullanıcıları ile diğer kullanıcılardan ayırt ederler.
- i.i.d. Rayleigh Fading Modeli her kullanıcı için, antenleri M gönderir, N alır.

Çoklu Kullanıcılı Çeşitlilik-Çoğullama Karşılaştırması

Her kullanıcının bir hata olasılığını başardığını
varsayalım: $P_e \sim \text{SNR}^{-d}$

Ve veri oranı $R = r \log \text{SNR}$ bits/s/Hz.

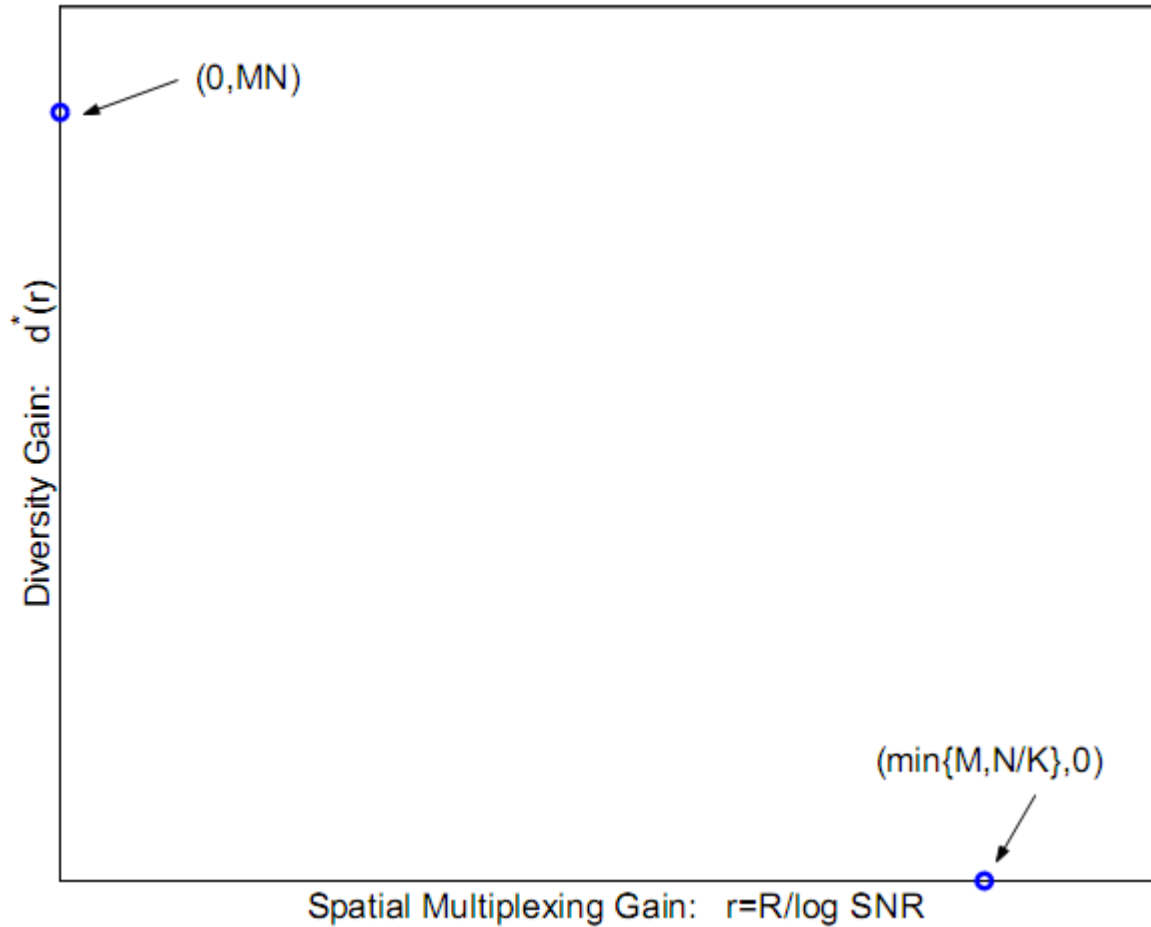
Hangisi en uygun karşılaştırmadır,

d (çeşitlilik kazanımı) ve r (çoğullama kazanımı)?

Varsayalım ki bir blok uzunluğu $T \geq KM + N - 1$.



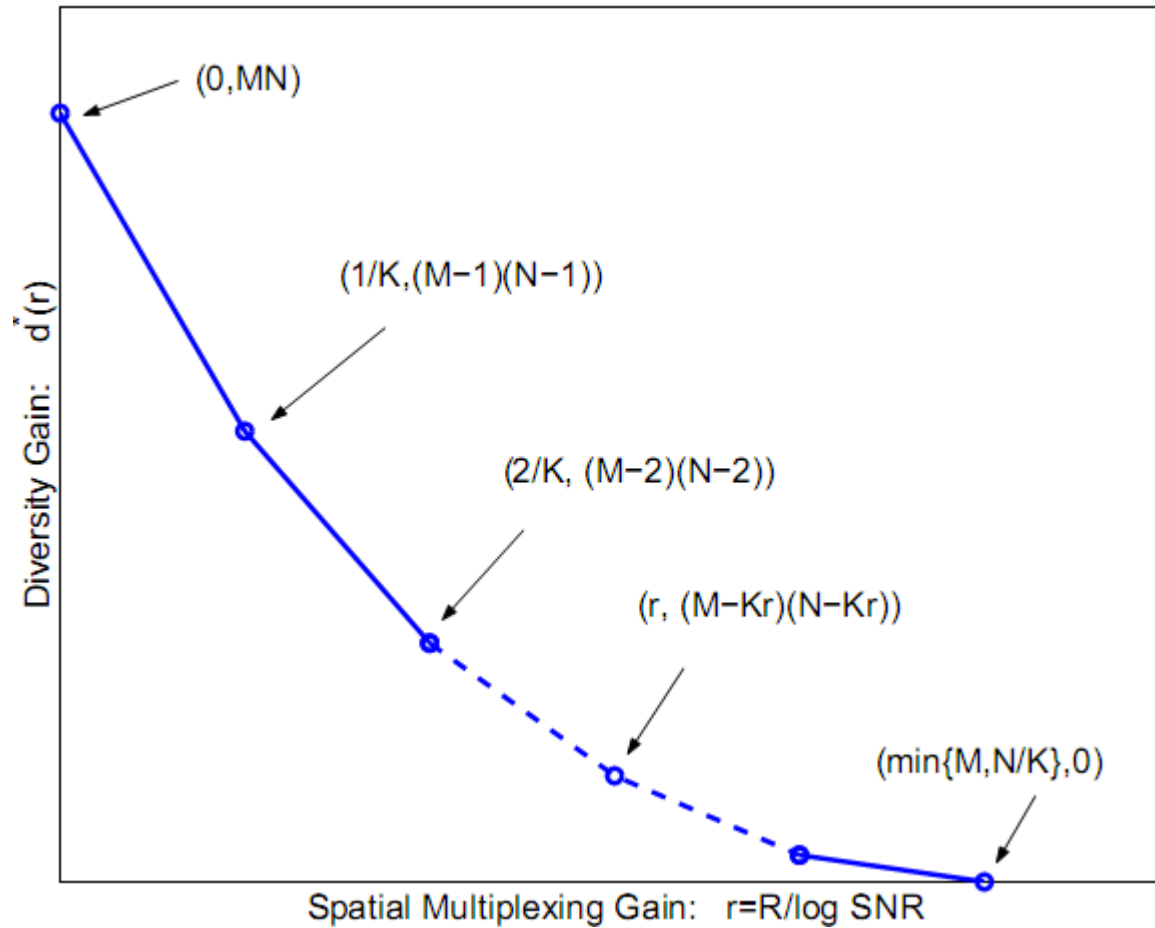
Çoklu Kullanıcılı Ç-Ç Karşılaştırması



- $r = 0$ için , çeşitlilik MN 'dir.
- $r = \min\{M, \frac{N}{K}\}$ için, çeşitlilik 0 'dır.

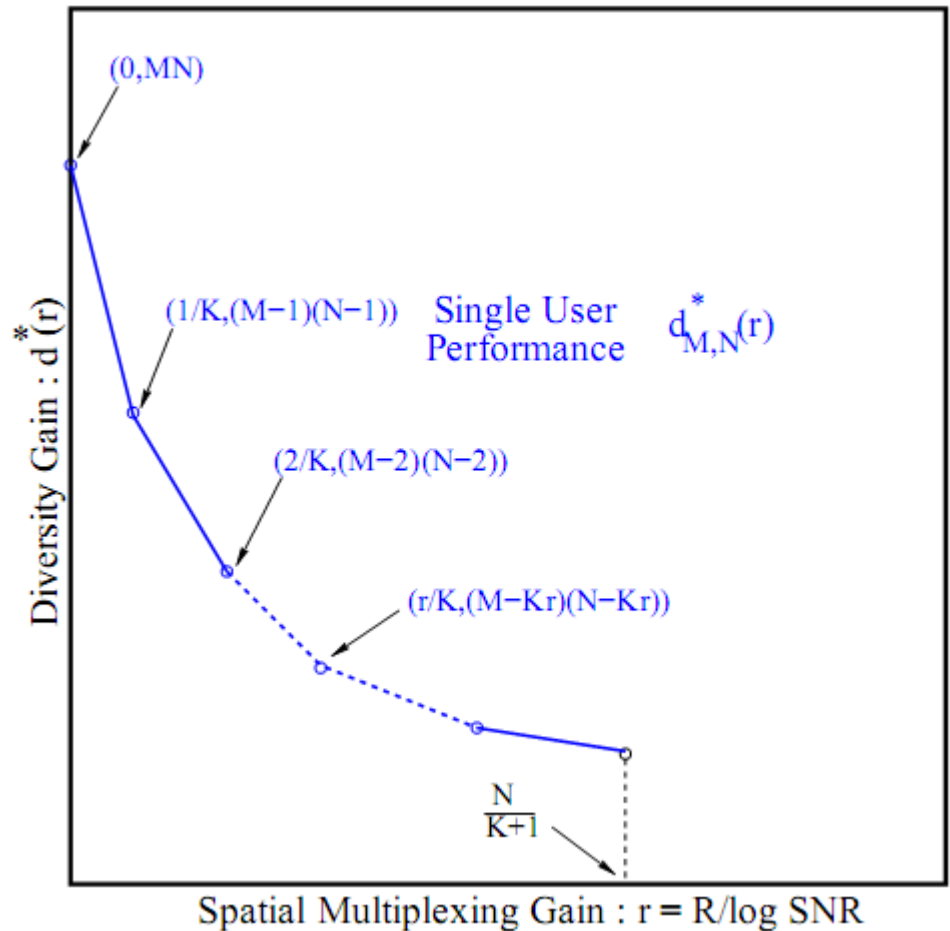


Çoklu Kullanıcılı Karşılaştırma: $M < N/(K+1)$



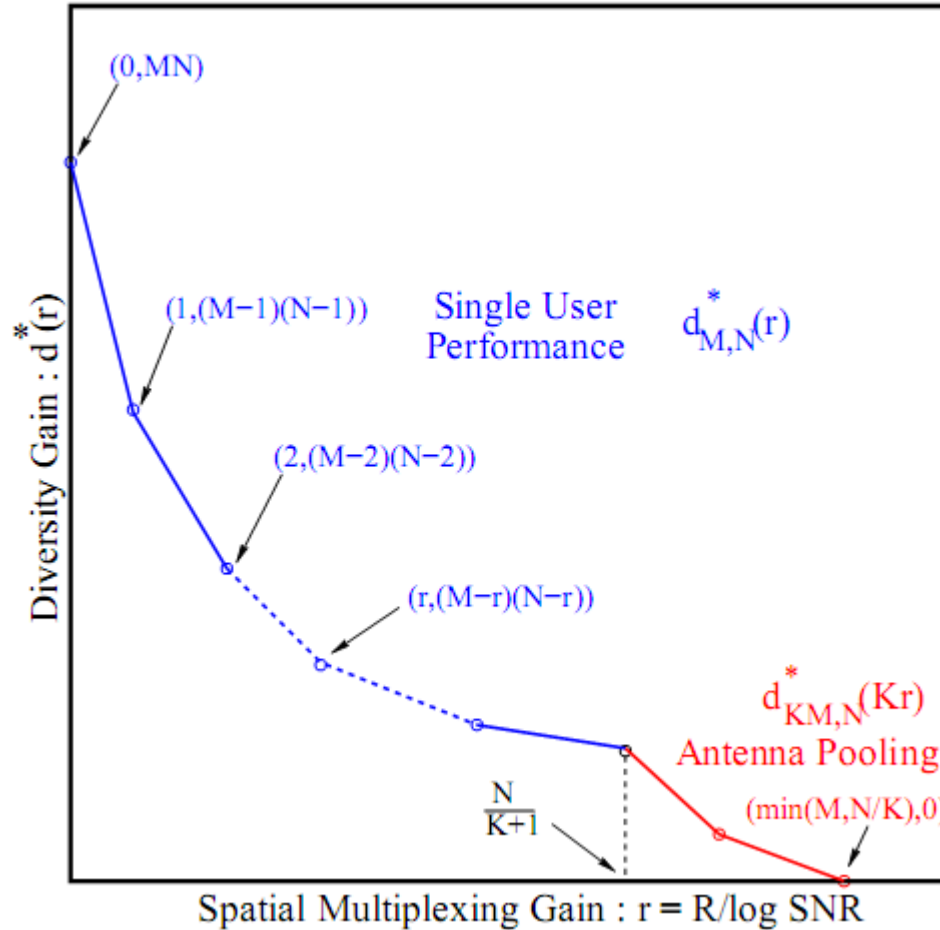
- Her kullanıcı için çeşitlilik-çoğullama karşılaştırması
- Sanki o sistemdeki tek kullanıcıymış gibi $d_{M,N}^*(r)$

Çoklu Kullanıcılı Karşılaştırma: $M > N/(K+1)$



- $r \leq N/(K + 1)$: Tekli kullanıcı karşılaştırma eğrisi

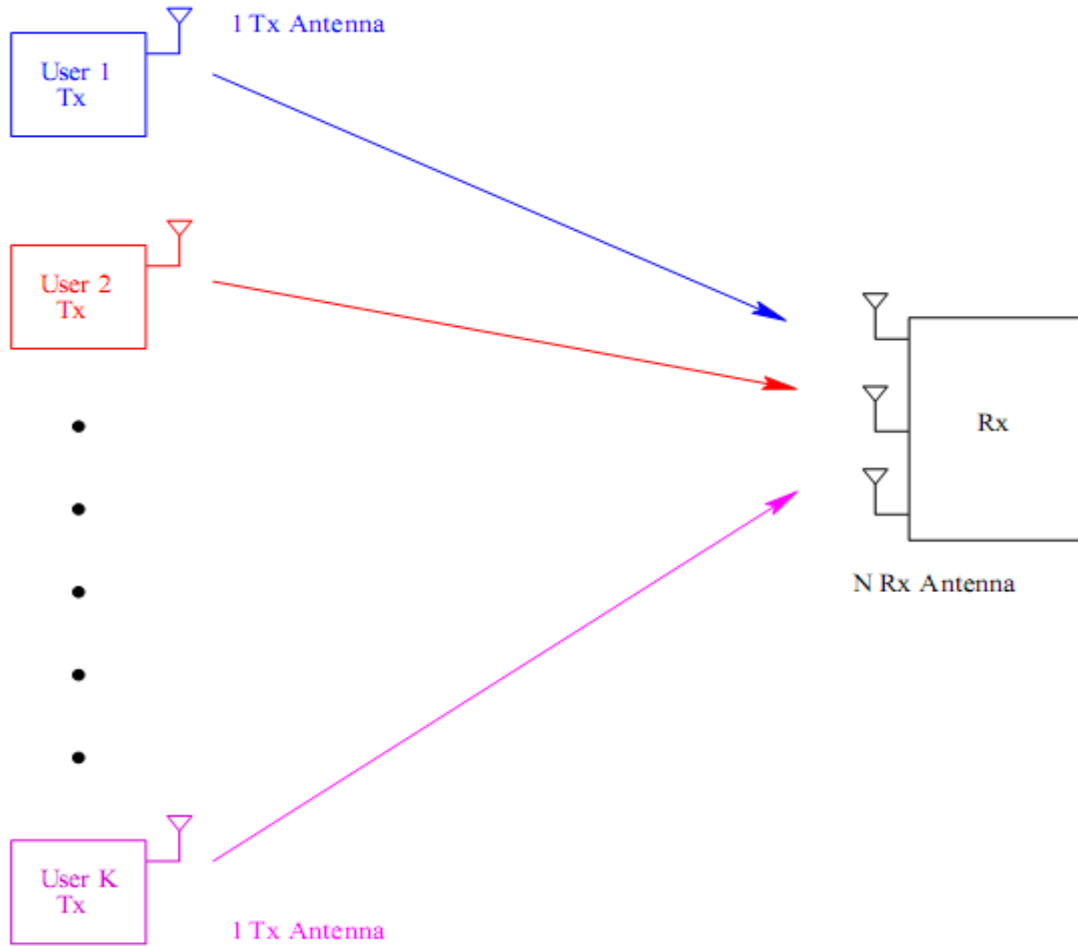
Çoklu Kullanıcılı Karşılaştırma: $M > N/(K+1)$



- $N/(K + 1)$ 'den $\min\{M, N/K\}$ 'ya r :
 - K kullanıcıları birlikteymiş gibi karşılaştır: Antenler KM ve oran Kr ,

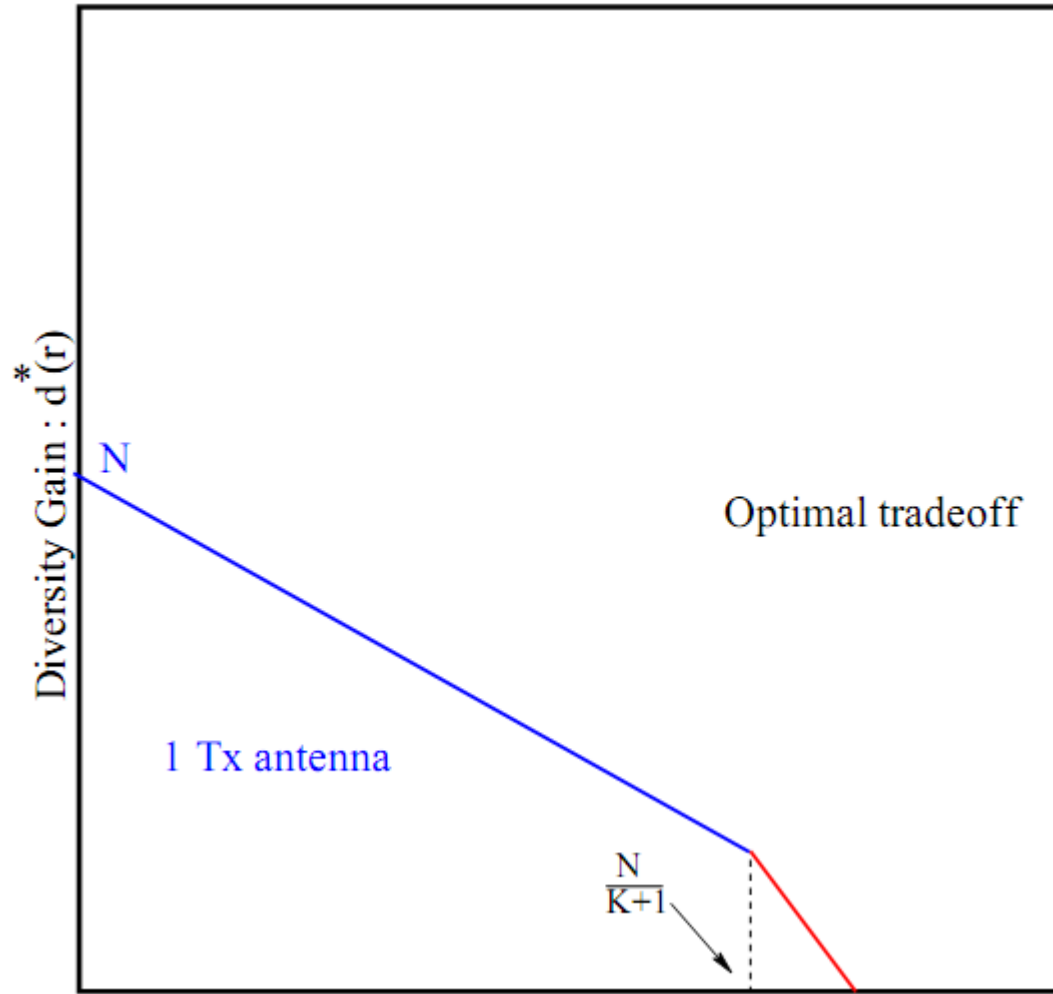


İlk Örneğe Bakalım

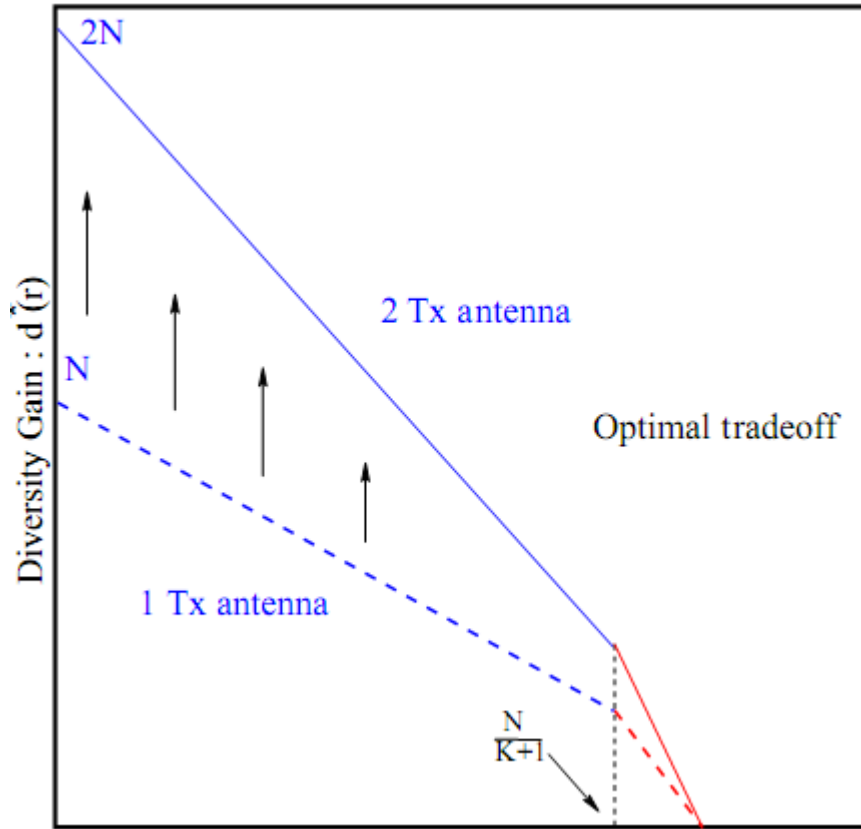


Soru: Her cihaza ayrı bir anten daha eklenirse ne olur?

Bir iletim antenin senaryosu



Cevap: Bir iletim anteni daha ekleme



- Serbestlik derecesinde bir artış yok
- Ancak, max çeşitlilik kazanımı N den $2N$ 'e çıkar.
- Çeşitlilik kazanımı $d(r)$ her r için gelişir.



Kullanıcılar arasında karşılaştırma

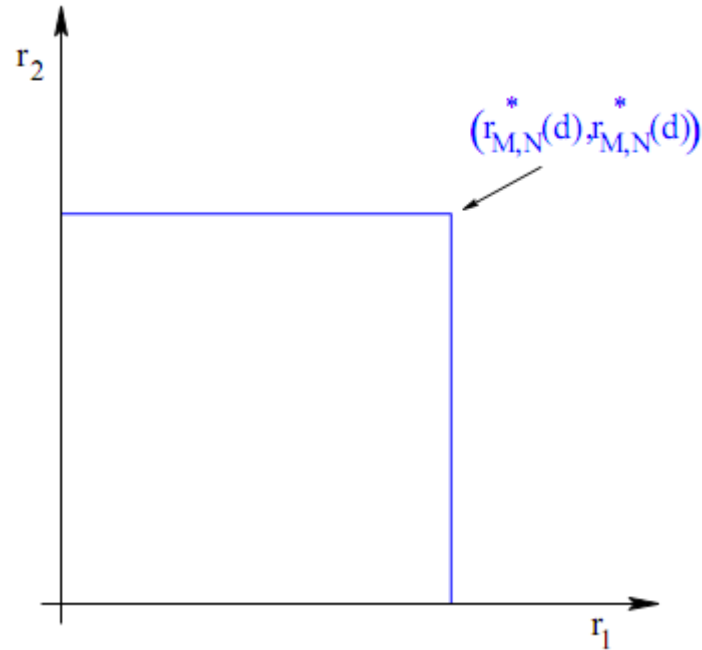
- Simetrik ve eşit oran durumlarına baktık.
- Genel olarak şöyle sorabiliriz:

Verilen çeşitlilik kazanımı d için, mevcut çoğullama kazanımları arasındaki en uygun karşılaştırma hangisidir?

- Verilen bir d için, çoğullama kazanımı alanı tarafından $C(d)$ verilir.



Küçük Alan



- Çoğullama kazanım alanı bir küptür.
- Tek kullanıcı performans bütün kullanıcılar için aynıdır.
- Gereksinim:
 - $M \leq N/(K + 1)$ (alan antenlerin büyük sayısı), veya
 - $M > N/(K + 1)$ fakat $d \geq d_{KM,N}^*[N/(K + 1)]$ yüksek çeşitlilik gereksinimi



Çoğullama Alanı: Genel Durum

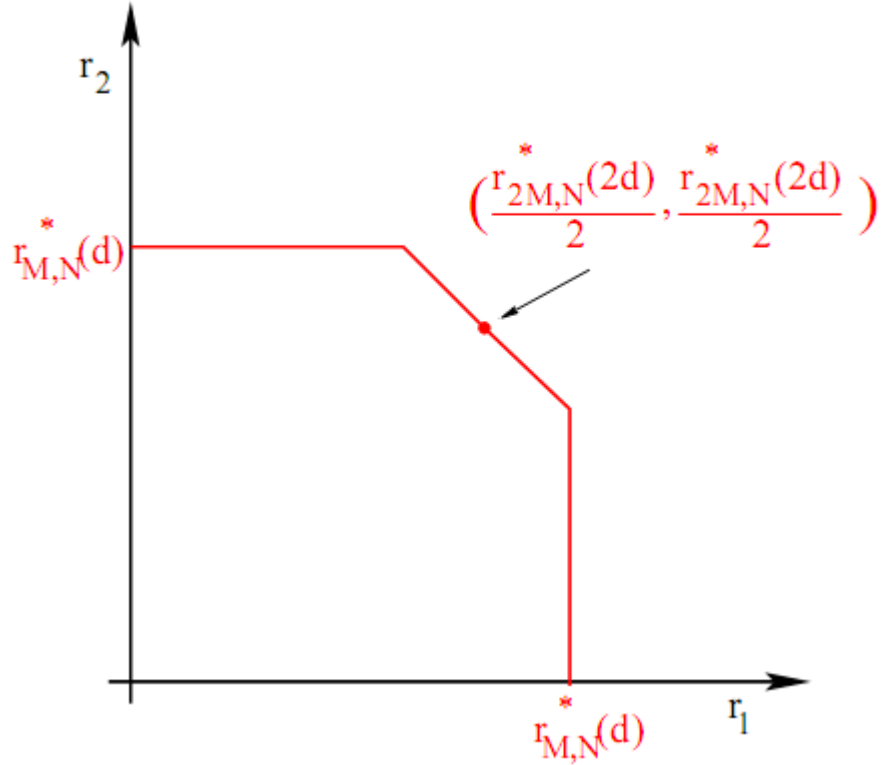
If $d \in [d_{(k-1)M,N}^*[N/k], d_{kM,N}^*[N/(k+1)]]$:

$$\mathcal{C}(d) = \left\{ (r_1, \dots, r_K) : \sum_{i \in \mathcal{S}} r_i < r_{|\mathcal{S}|M,N}^*(d), \quad \forall \mathcal{S} \text{ with } |\mathcal{S}| = 1 \text{ or } |\mathcal{S}| \geq k \right\}$$

- $r_{|\mathcal{S}|M,N}^*(d)$, $|\mathcal{S}|M \times M$ ile noktadan noktaya M D karşılaştırmasıdır ve N Rx antenleridir.
- d azalırken, baskım altında olanlardan daha çoğu aktif olur.
- Son olarak, $2^K - 1$ baskı altında olan aktif olur: $\mathcal{C}(d)$ bir polimatroid 'tir.



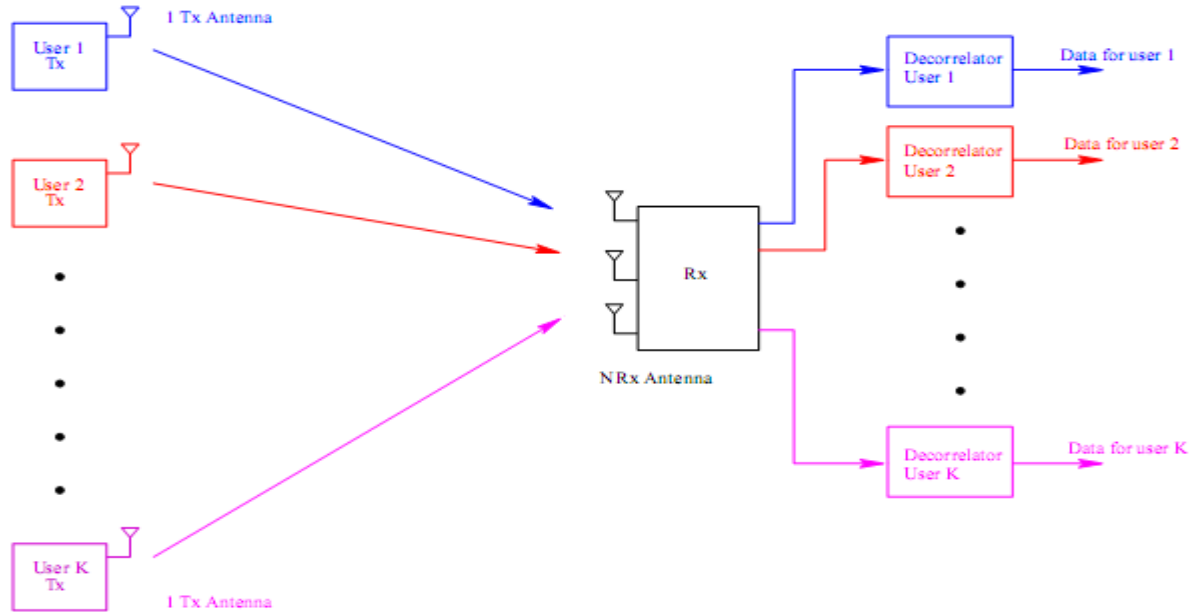
İki Kullanıcı Örneği



$r_{2M,N}^*(d)$, toplanmış $2M$ iletimli antenler ile sistemdeki toplam çoğullama kazanımıdır.



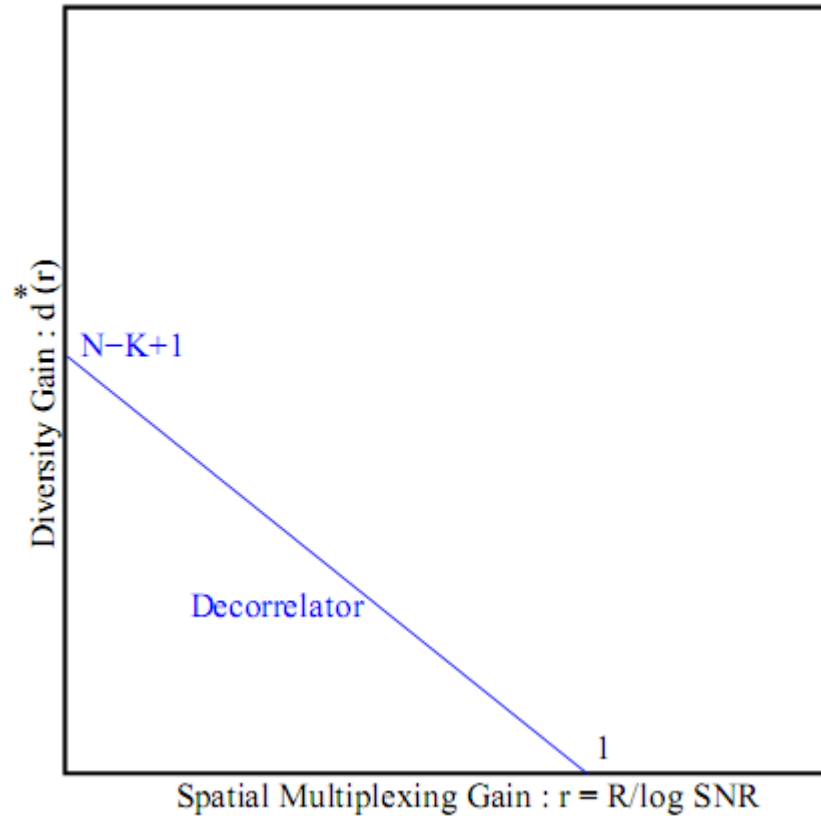
Uygun Alıcı: Yükleme/Boşaltma



- Her kullanıcı için $M=1$ anten iletimi durumunu düşünün
- Kullanıcı sayısı $K < N$



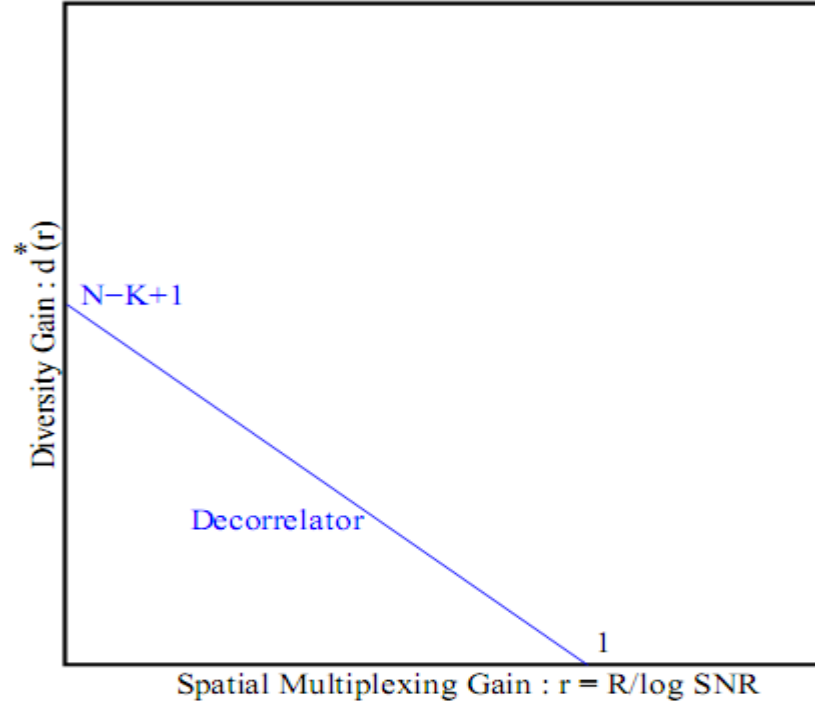
Yükleme için Karşılaştırma



- Max çeşitlilik kazanımı $N - K + 1$ 'dir.
- $K-1$ farklılık $K-1$ zararlı durumu düzeltir.



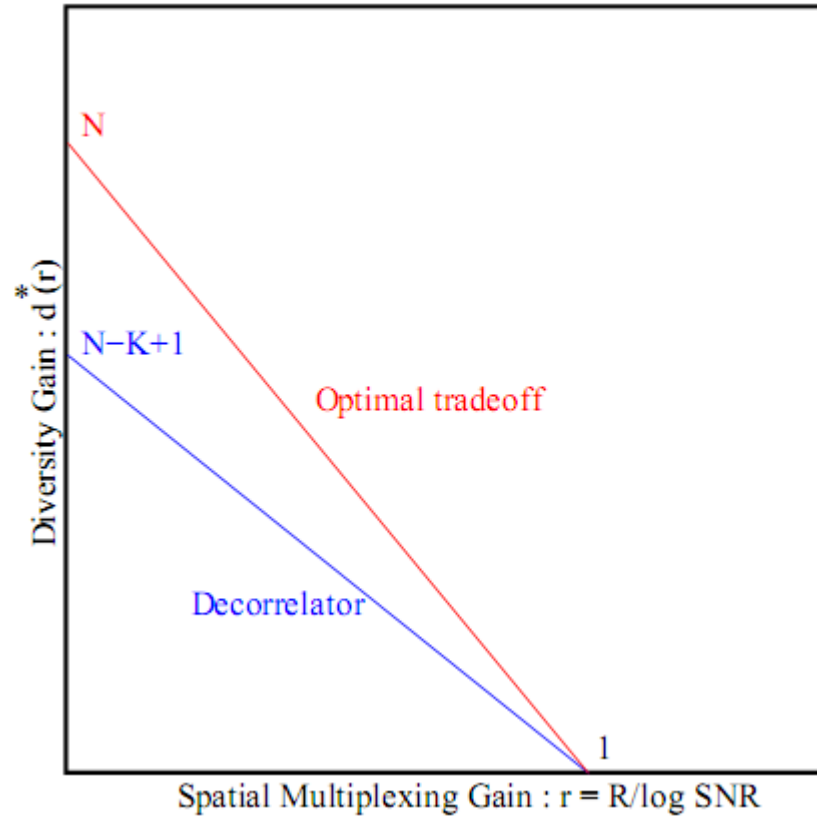
Yükleme için Karşılaştırma



- Bir anten eklemenin sağladıkları:
 - Kullanıcılar için daha fazla güvenilirlik
 - Veya aynı güvenilirlikte 1 kullanıcı daha barındırma



Yükleme için Karşılaştırma



- En uygun karşılaştırma grafiği düz bir çizgidir

- Fakat, N max-çeşitlilik kazanımı ile

Bir anten ekleme Kullanıcılar için daha fazla güvenilirlik ve aynı güvenilirlikte 1 kullanıcı daha barındırma sağlar.

UZAY-ZAMAN MODÜLASYON VE KODLAMA

- Bir MIMO kanal girdi-çıkıı ilişkisine sahip olduğundan bu yana, kanal üzerinden gönderilen her sembol zamanı bir vektörle ifade edilir. Üstelik, sinyal tasarımı, hem mekan (çoklu anten üzerinden) hem de zaman (birden fazla sembol kez yoluyla) üzerinden genişlediğinde, bu tipik bir **uzay-zaman kodu** olarak anılır.
- Bu bölümde tartışılan tüm kodlar dahil birçok uzay-zaman kodları, yarı-statik kanallar için tasarlanmıştır. Yarı-statik kanal için kanalın T sembolü kadar bir blok boyunca sabit olduğu ve iletim esnasında bilinmediğı varsayılır.



- 1. ML Algılama ve Parça Parça Hata Olasılığı
- 2. Rank ve Determinant Kriter
- 3. Uzay-Zaman Kafesi ve Blok Kodları
Rütbe ve belirleyici kriterler öncelikle uzay-zaman kafes kodları (STTCs) tasarımına uygulanmıştır. STTCs MIMO sistemlerine geleneksel kafes kodların bir eki şeklindedir. Bir kafes kullanılarak tanımlanır ve Viterbi algoritması ile ML dizi tahmini kullanılarak çözümlenir.



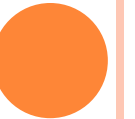
- STTCs mükemmel çeşitlilik ve kodlama kazancı sağlar, ancak çözme karmaşıklığı çeşitlilik düzeyi ve iletim hızı ile katlanarak artar. Uzay-zaman blok kodları (STBCs) aynı zamanda lineer alıcı karmaşıklığı ile mükemmel bir çeşitlilik ve kodlama kazancı sağlayan alternatif bir uzay-zaman kodudur.
- STBCs ilgi Alamouti kodu tarafından başlatıldı. Alamouti kodunda iki antenli iletim sistemi için doğrusal alıcı işleme ile tam çeşitleme elde edilir. Ancak, bu kodlar tam çeşitleme elde ederken, onlar sağlamaz ve bu nedenle STTCs, kodlama kazancının yanı sıra iki tam çeşitleme kazancı da elde eder.

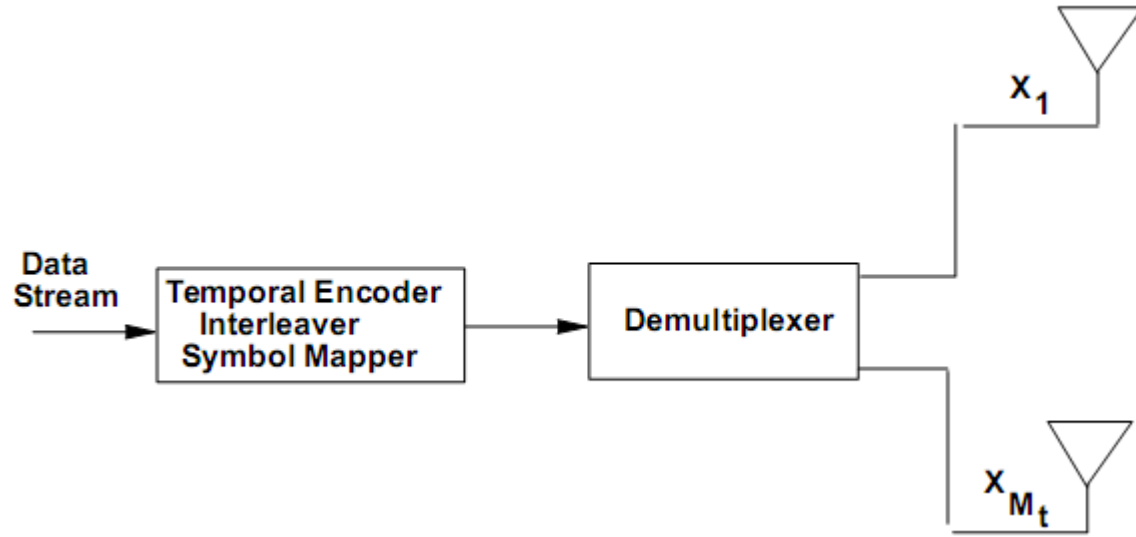


4. Mekansal ođullama ve BLAST Mimarileri

Mekansal oklamanın temel dayanağı boyutları kullanarak sembol başına Mt bağımsız sembolleri göndermektir.

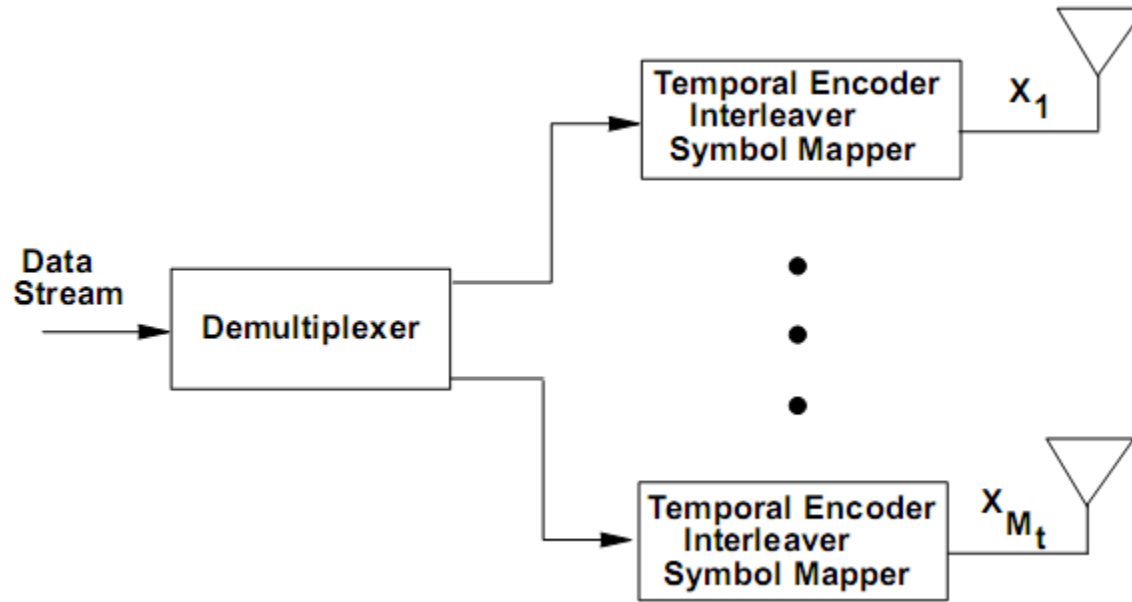
Bu Şekil 2 gösterildiđi bir seri kodlama yoluyla yapılabilir.





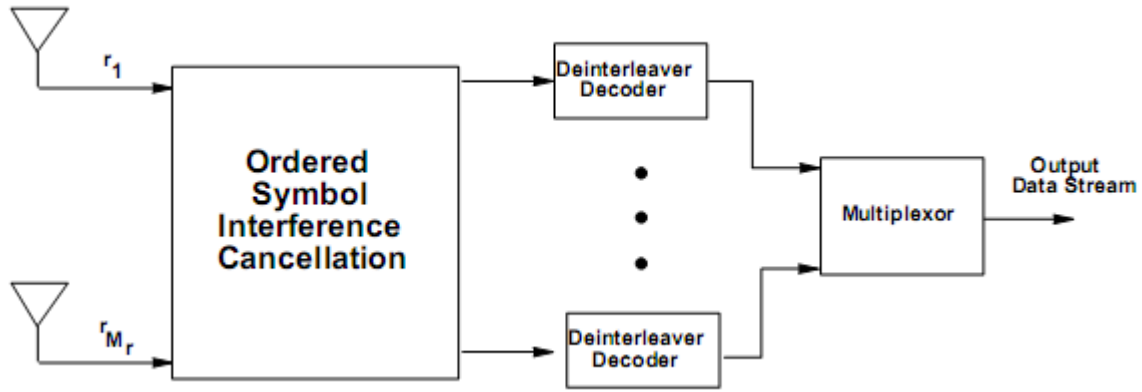
Şekil 1: Seri Kodlama ile Mekansal Çoğullama





Şekil 2: Paralel Kodlama ile Mekansal Çoğullama:
VBLAST





Şekil 3: Linear Karmaşıklık : VBLAST Alıcı

