

# AETESM - P2P Sistemlerde Alıcı Eş Tabanlı Eş Seçim Modeli

## A Client Peer Based Peer Selection Model In P2P Systems

Ahmet Orsorlu, Hacı Ali Mantar  
Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kocaeli  
aorsorlu@gyte.edu.tr, [hamantar@bilmuh.gyte.edu.tr](mailto:hamantar@bilmuh.gyte.edu.tr)

### Özetçe

P2P sistemlerde, kaynak isteğinde bulunacak olan alıcı eşlerin, kaynaklarını kullanmak istediği sunucu eşleri, belirli kısıtlara göre derecelendirerek yüksek dereceye sahip eşlerin kaynaklarını kullanması, performans ve verimliliği artırıcı bir yöntem olarak görülebilir. Bu çalışmada, alıcı eşlerin kaynağını kullanacağı eşleri seçimi için derecelendirmesini ve bu işlemi her eşin kendi kısıtlarına göre yapabilmesini sağlayan bir model olan AETESM (Alıcı Eş Tabanlı Eş Seçim Modeli) sunulmuştur. Gerçekleştirilen benzetim sonuçlarına göre, bu çalışmada önerilen model, rastgele eş seçimine göre kaynak edinme sürelerinde gelişme sağlamaktadır.

### Anahtar Kelimeler

P2P, Eş Listesi Seçimi, Eş Derecelendirmesi, Eş Listesi

### A Client Peer Based Peer Selection Model In P2P Systems

### Abstract

Ranking and choosing the best ranked server peers by client peers who request resource usage of those server peers might effect performance and efficiency of the system. In this study, a peer selection model AETESM had been contributed which provides client peers to rate server peers by their own criterias who they will use their resources. The experiment results proved that the proposed model provides improvements in proportion to random peer selection in resource obtaining time.

### Keywords

P2P, Peer List Selection, Peer Ranking, Peer List

### 1. Giriş

P2P sistemler, gün geçtikçe, istemci-sunucu tabanlı sistemlerin yerini almaya başlamıştır. Bu sistemler, daha dengeli veri akışını, iletim kapasitelerinin daha efektif kullanımını ve daha güçlü ayakta kalma yeteneğini getirmektedir. Günümüzde, internetteki iletimin büyük kısmını P2P sistemler taşımaktadır. Bu da P2P sistemleri popüler araştırma alanları haline getirmiştir. Bu sistemler üzerinde çeşitli araştırma alanları mevcuttur. Bunlardan bir tanesi de kaynakların edinileceği eşlerin seçimidir. P2P sistemlerde eşlerin kaynakları, eşler arasında paylaşılır. Eş seçimi, kaynak paylaşımında kaynağı kullanmak isteyen alıcı eşin, kaynağı hangi eşlerden edineceğini seçmesidir. Bu problem, performansı, verimliliği ve sistemdeki trafik dağılımını önemli ölçüde etkiler.

P2P sistemlerde kullanıcılar kaynaklarını kullanacakları aday kullanıcıları çeşitli yollarla öğrenirler. Sistemlerde bu aday kullanıcılar arasından bağlanılacak eşlerin seçimi, genellikle rastgele yapılır (Örneğin, BitTorrent [1] protokolü). Rastgele seçimin çeşitli dezavantajları olabilmektedir. Kaynak isteğinde bulunan eşlerin, kaynaklarını kullanmak istediği eşleri belirli kısıtlara göre derecelendirerek, yüksek derecelendirmeye sahip eşlerin kaynaklarını kullanması, performans artırıcı bir yöntem olarak görülmektedir. Eşlerin derecelendirmesinde işleme gücü, eşler arasındaki gecikme, iletim kapasitesi, sistemde çevrimiçi olma süresi gibi bilgilerle eşleri derecelendiren [2], [3], [4] ve [5] gibi çalışmalar mevcuttur. [2] ve [3] çalışmalarında olduğu gibi bazı çalışmalar bu işlemleri merkezi eşlerde gerçekleştirmektedir. Ancak, merkezi eşlerde yapılan derecelendirme işlemi eşlere özel olmayan, herkes için aynı kısıtların uygulanacağı bir sistemdir.

Bu çalışma kapsamında, eşlerin, kaynağını kullanacağı eşleri seçimi için diğer eşleri derecelendirmesini ve bu işlemi her eşin kendi kıstaslarına göre yapabildiğini sağlayan bir model (AETESM) geliştirilmiştir. Model kapsamında, sistemde esnekliği ve özelleşebilmeyi sağlayabilmek için her eş kendi kıstaslarını ve katsayılarını kullanabilmektedir ve model tüm P2P sistemlerde uygulanabilecek yapıdadır.

Çalışmanın geri kalan bölümlerinde sırasıyla, 2. Bölüm'de konu ile ilgili yapılan literatür çalışmalarından, 3. Bölüm'de önerilen model AETESM'den, 4. Bölümde gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarından, 5. Bölüm'de sonuçlar ve düşünülen gelecek çalışmalarından bahsedilecektir.

## 2. İlgili Literatür Çalışmaları

P2P sistemlerin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi konusunda birçok araştırma mevcuttur. Popüler araştırma alanlarından birisi, kaynak isteğinde bulunan kişi için uygun eşlerin seçilmesidir. Farklı P2P Sistemlerde eş seçimini gerçekleştiren çeşitli çalışmalar mevcuttur; [2], [3], [11], [12], [13], [14]. Çoğu P2P sistemde eş seçimi rastgele yapılmaktadır. Örneğin, veri paylaşım protokolü olan BitTorrent [1] protokolünün varsayılan yapısında, eşler kaynak isteğinde bulunacakları eşleri kendilerine gelen eş listesinden rastgele seçmektedir. Bu da istenilen kaynağa sahip fakat yeterli kapasiteye sahip olmayan (işleme gücü, iletim kapasitesi gibi) kullanıcıların seçilebilmesi durumunu doğuracaktır. Bunun sonucunda kaynakların verimsiz kullanımı ve kaynak erişiminde yavaşlık meydana gelebilecektir. Bunun için, [2] ve [3] çalışmalarında olduğu gibi, eşlerin derecelendirilerek yüksek dereceli eşlerin önerilmesi gibi çözümler sunulmuştur.

Çalışma [2]'de katmanlı bir süper eş (super peer) sistemi kurulmuştur. Süper eşler, eşlerin derecelendirme, sorgu işleme gibi sistem işlerini yürütürler. Bu çalışmada öne sürülen düşüncede, kullanıcılar işleme gücü, iletim kapasitesi gibi kapasite bilgilerini süper eşlere gönderir ve süper eşler de belirli kıstaslara göre eşleri derecelendirir. İstekte bulunan eşe de bu derecelendirmelere göre eş listesi yollar. Bu sistemin dezavantajları, tüm eşlerin derecelendirme işleminin süper eşlerde yapılması ve her eş için aynı kıstasların göz önünde bulundurulmasıdır. Sistemde eşler, farklı kıstaslara göre derecelendirme yapılmasını isteyebilir.

[3]'te süper eşler ve eşler coğrafi konumlarına ve benzer içerik bilgilerine göre gruplanmışlardır. Buradaki derecelendirme sistemi birçok aşamada yapılmaktadır. Bu da derecelendirme süresinin uzun sürmesine neden olabilmektedir. Etkili bir yöntem sunarken işlem süresini artırma dezavantajına sahiptir.

[2] ve [3] çalışmalarındaki, eşlerin belirli süper eşlere bağlanması ve gruplanması ve de işlemleri bu süper eşler üzerinden yapması, faydalı bir yöntem olarak görülebilir. Böylece bir çeşit yerellik sağlanarak, her süper eş kendi eşlerinin sistem işlemlerini gerçekleştirir. Ancak, herkesin işleminin süper eşler tarafından yapılması verimliliği düşürebilecek faktörlerdendir. Sistemdeki derecelendirme aynılığı da, istekte bulunan eşlerin sistemin belirttiği sistem bilgilerine göre kendi kıstaslarıyla derecelendirme yapması sağlanarak ortadan kaldırılabilir. Böylece her eşe uygun esnek bir derecelendirme sağlanmış olur.

P2P çoklu ortam akışında bir eşin akış kaynağı olarak hangi eşi kullanacağını belirleyen bir yöntem [4]'te sunulmuştur. Eş seçimi sadece iletim kapasitesi ve eşler arası zaman gecikmesi üzerinden yapılmıştır.

[5]'te eşler fiziki konumlarına göre gruplanarak, her grubun kendine özel süper eşe sahip olması sağlanmıştır. Çalışmada, eşlerin gruplanması ve süper eş seçimi için bir yöntem öne sürülmektedir. Çalışma [6]'da eşlerin kendine süper eş seçme işlemini yapması için bir sistem geliştirilmiştir. Sistemde kullanıcılar süper eşlerin uzaklık durumuna, işleme gücüne ve o süper eşe bağlı kullanıcıların içerik benzerliğine bakarak süper eşleri derecelendirirler ve kendilerine en uygun süper eşe bağlanırlar. Burada da süper eşlerin değerlendirilme kıstasları artırılarak daha etkin bir derecelendirme sağlanabilir. Ayrıca, süper eşlerin konumlarının belirlenmesinde konumları belirli sabit merkezlerin bilinmesi zorunluluğu sistemde bir dezavantaj olarak gösterilebilir.

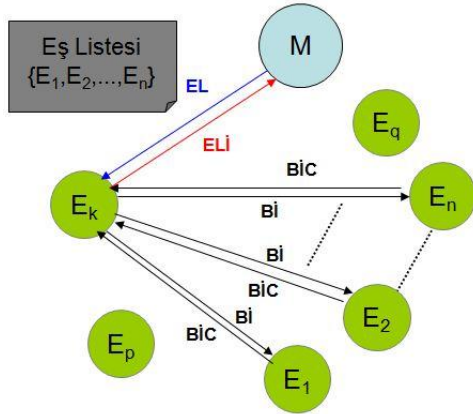
Bu çalışmada, kaynak alımında bulunulacak eşlerin seçiminde yukarıda bahsi geçen tüm çalışmaların iyi ve kötü yanları göz önüne alınmıştır. Süper eş seçimi ile ilgili çalışmalar olan [5] ve [6]'nın bu çalışmada öne sürülen modelle doğrudan ilgisi yoktur. Sadece, bu model oluşturulurken bu çalışmalarda öne sürülen modellerden faydalanılmıştır.

### 3. AETESM - Alıcı Eş Tabanlı Eş Seçim Modeli

Bu bölümde, makalede öne sürülen modelin işleyişinden, sistemde kullanılabilir 'Sistem Bilgileri'nden ve modelin algoritmasından bahsedilecek, modelin avantajları ve dezavantajlarını içeren incelemesi yapılacaktır.

#### 3.1. Modelin İşleyişi

Kaynak isteğinde bulunulacak eşlerin Eş Listesi içerisinde belirlenmesinde rastgele seçim kullanıldığında, zayıf eşlerin (örneğin iletim kapasitesi çok düşük) seçilme olasılığı da bulunmaktadır. AETESM'de, kaynak isteğinde bulunmak için, istekte bulunan eşin belirlediği kriterler çerçevesinde, mümkün olduğunca yüksek sistem özelliklerine sahip eşler seçilmeye çalışılmaktadır. Modelin işleyişi (Şekil 1) şu şekildedir:



Şekil 1. Karma Yapıdaki Bir P2P Sistemde Algoritmanın İşleyişi

Kaynak isteğinde bulunan eş  $E_k$ , merkezden istediği kaynağa sahip eşlerin listesini (Eş Listesi - EL) ister (Eş Listesi İsteği - ELI). Bu işlem karma yapıdaki örnek bir yapı için geçerlidir. Eş Listesi farklı P2P sistemlerde sistemin sorgu yapısına göre farklı yollarla edinilebilir. Eş Listesi, sistemdeki tüm eşler arasında  $E_k$  eşinin edinmek istediği kaynağa sahip olan eşlerin bir kısmını ya da tümünü barındırır ve farklı P2P sistemlerde farklı şekillerde edinilebilir. Eş Listesi'ni edinen eş, edindiği Eş Listesi'ndeki tüm eşlere ( $E_1, E_2, \dots, E_n$ ) (aday eşler) sırasıyla Bilgi

İsteği mesajını (Bİ) yollar. Bİ mesajını alan eşler, sistem bilgilerini (Bölüm 3.2'de sistem bilgilerinin neler olduğundan bahsedilmiştir) Bilgi İsteği Cevabı (BİC) mesajıyla istekte bulunan eşe yollar. İstekte bulunan eş, Eş Listesi'ndeki eşleri gelen bilgilere ve kendi kriterlerine göre derecelendirir ve en yüksek dereceli  $s$  tanesinden kaynak isteğinde bulunur. Burada  $s$ , aynı anda kaç kişiden kaynak edinebileceğini belirtir.

Alıcı eşin Bİ mesajı gönderdiği tüm eşler geçici olarak o alıcı eş için sunucu eş olarak seçilir. Derecelendirme işlemi bittikten sonra seçilmeyen aday eşlerle bağlantı sonlandırılır ve sunucu eş olmaktan çıkmış olurlar. Aday eşler bağlantılarının izin verdiği oranda Bİ mesajlarına cevap verirler. Bağlantı kapasiteleri (aynı anda bağlı olabilecekleri eş sayısı) dolduğu zaman, gelen Bİ mesajlarına cevap vermezler. Dolayısıyla derecelendirme işlemine tabii tutulmazlar. Ayrıca, bu modelde sunucu adayı ve sunucu eşler herhangi bir algoritma çalıştırmazlar. Sadece gelen Bİ mesajlarına bağlantı kapasiteleri yeterse cevap gönderirler ve alıcı eşin derecelendirme işlemini beklerler.

#### 3.2. Sistem Bilgileri

Sistem Bilgileri, farklı sistemlerde, sisteme uygun olabilecek farklı bilgiler olabilir. Aşağıda, modelde kullanılabilir bazı sistem bilgileri verilmiştir:

- İstekte bulunan eş ile bilgi isteğinde bulunduğu eş arasındaki gecikme
- Hedef eşin maksimum bant genişliği
- Hedef eşin o anki uygun olan bant genişliği
- Hedef eşin CPU Gücü ve o anki CPU Yüğü
- Hedef eşin maksimum hafıza miktarı ve o anki uygun hafıza miktarı
- Hedef eşin ortalama sistemde kalma süresi
- Hedef eşin depolama kapasitesi
- Hedef eşin paket kayıp oranı
- Eşin, kendisinde olmayan parçalardan en fazlasına sahip olan eşler
- Akış (streaming) sistemleri için, oynatım noktasına yakın parçalara sahip eşler

Daha önce de belirtildiği gibi, kullanılan P2P sistemine uygun sistem bilgileri eş seçiminde

kullanılacak algoritmada kullanılabilir. Modelin getirdiği esneklik sayesinde, sistemdeki farklı eşler, sadece kendi istedikleri sistem bilgilerini eş seçiminde algoritmaya kullanılabılır. Örneğin, aynı P2P sistemindeki bir eş, sadece iletim kapasitesi bilgisini eş seçiminde kullanabilirken, diğer bir eş, bu bilginin yanında, bağlanacağı eşlerin sistemde ortalama kalma süresi bilgisini de kullanmak isteyebilir.

Sistem bilgileri edinilirken, çoğu sistem bilgisi için anlık değerler yerine belirli süreç boyunca kümülatif değerlerin gönderilmesi daha uygundur. Örneğin, iki eş arası RTT (eşler arası gecikme süresi) değeri hesaplanırken belirli bir dağılıma göre önceki değerlerin de hesaba katılarak güncel bir değer elde edilmesi modelin daha doğru sonuçlar verebilmesini sağlayacaktır.

### 3.3. Algoritma

Bölüm 3.1’de modelin işleyişinden bahsedilmiştir. Farklı P2P sistemlerinde farklı yollarla Eş Listesi’ni edinen eş, P2P sisteminin ve kendisinin belirlediği kısıtlara göre, Eş Listesi’ndeki eşleri derecelendirerek, en yüksek dereceli eşlerin arasından maksimum bağlantı sayısı kadar eş seçer. Derecelendirme işlemi (1)’e göre gerçekleştirilir.

$$R_{ki} = \sum_{j=1}^m (\alpha_{kj} * C_{kij}); \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, N$$

Burada,  $R_{ki}$ , eş seçimi yapacak  $k$  eşinin eş listesindeki  $i$  eşinin derecesi,  $N$ , sistemdeki eş sayısı,  $n$ ,  $k$  eşinin eş listesindeki eş sayısı,  $m$ , algoritmada kullanılacak sistem bilgilerinin sayısı,  $\alpha_{kj}$ ,  $k$  eşinin  $j$ . sistem bilgisi için kullanacağı katsayı,  $C_{kij}$ ,  $k$  eşinin listesindeki  $i$  eş ve  $j$ . sistem bilgisi için hesapladığı normalize edilmiş değerdir.  $\alpha_{kj}$  katsayısı, her bir sistem bilgisinin derecelendirme işlemine hangi oranda katılacağını belirten katsayıdır. Bu katsayılar aynı zamanda kullanıcının kısıtlarını da belirler. Her katsayının 1 olarak alınması halinde, sistem bilgilerinin derecelendirme işlemine eşit oranda katılacağı açıkça görülmektedir. Bu çalışma kapsamında ve benzetim gerçekleştirirken, katsayıların optimize değerleri üzerinde düşünülmemiş, benzetimde kullanılan sistem bilgilerinin katsayılarının tümü 1 olarak alınmıştır. Her bir  $k$  eş, derecelendirme değerini sadece kendisi için kullanacağı için, (1) denklemde

dereceyi sistem bilgisi sayısı olan  $m$ ’ye bölmeye gerek duyulmamaktadır.

Sistem bilgilerinin, derecelendirme işlemindeki kullanılmak üzere normalize edilmesi işlemi ise (2)’deki gibidir. Yüksek değerde olması avantaj (y.d.a.) olan bilgiler için (örneğin, iletim kapasitesi) (2) denkleminin üst parçası, düşük değerde olması avantaj (d.d.a.) olan bilgiler için (örneğin, eşler arası gecikme) (2) denkleminin alt parçası kullanılmaktadır. Tüm sistem bilgileri [0,1] kapalı aralığına normalize edilir. Örneğin, bir eşin listesindeki toplam 3 eşin iletim kapasitesi 1,2 ve 3 mbps olsun. O halde, bu 3 eşin normalize edilmiş iletim kapasitesi sistem bilgisi değerleri sırasıyla 0, 0,5 ve 1 olur.

$$C_{kij} = \begin{cases} \frac{V_{kij} - \min_{kj}}{\max_{kj} - \min_{kj}}, y. d. a. \\ \frac{\max_{kj} - V_{kij}}{\max_{kj} - \min_{kj}}, d. d. a. \end{cases} \quad (2)$$

$$i = 1, 2, \dots, n;$$

$$j = 1, 2, \dots, m;$$

$$k = 1, 2, \dots, N$$

Denklemden,  $V_{kij}$ ,  $k$  eşinin listesindeki  $i$  eş için  $j$ . sistem bilgisinin gerçek değeri (örneğin, eşler arası gecikme için 0,3 saniye),  $\min_{kj}$  ve  $\max_{kj}$  ise sırasıyla  $k$  eşinin  $j$  bilgisi için eş listesindeki minimum ve maksimum değerlerdir.

Tüm değerler normalize edilip listedeki her bir eşin derecelendirme değeri hesaplandıktan sonra, liste yüksek dereceli eşten düşük dereceli eşe doğru sıralanır ve eş, gereken  $s$  tane eş, sıralanmış listenin başından seçerek bağlantıları gerçekleştirir. Burada  $s$  değerinin listedeki eş sayısı  $n$ ’den daha küçük olduğu durum göz önüne alınmıştır.  $s$  değerinin  $n$  değerine eşit veya büyük olduğu durumlarda derecelendirme işlemine gerek kalmadan listedeki tüm eşler seçilecektir.

### 3.4. Modelin İncelemesi

Modelin en büyük avantajı, rastgele seçim yerine, her bir eşin belirlediği kısıtlara (örneğin, yüksek iletim kapasitesi, düşük RTT değeri vb.) uygun eşleri seçebilme imkanı vermesidir. Bu seçim sırasında, eş, kendi belirlediği kısıtlara göre kaynağını kullanacağı eşleri belirleyebileceği için kişiye özel bir derecelendirme sağlanmaktadır.

Derecelendirme işleminin [2] ve [3]'teki gibi merkezi birimler tarafından yapılması düşünülebilir. Ancak, bu sadece karma yapıli P2P sistemlerde mümkün olabilecektir. Saf P2P sistemlerde merkezi birimler olmadığı için bu düşünce gerçekleşmeyecektir. Ayrıca, bu çalışmada öne sürülen, her eşin kendine özel kıstas belirleyebilme özelliğinin de gerçekleşmesi zorlaşacaktır. Kıstasların merkezi birimlere iletilmesi sağlanabilir ancak bu da merkezi birimlere fazladan bilgi depolama yükü getirecektir. Ayrıca, derecelendirme merkezi birimlerde yapıldığı zaman, ancak belirli periyotlarda bilgiler alınabileceği için bilgilerin güncelliği düşük olacak, eşlerin, eşler arası gecikme gibi, eşler arası özel sistem bilgilerini edinmesi imkanı ortadan kalkacaktır. Derecelendirme işlemi eşlerde yapıldığı zaman, bilgi edinme işlemi sadece derecelendirme işlemi sırasında gerçekleşecek, böylece sürekli bilgi toplama gereksinimi ortadan kalkacaktır. İyileştirme amaçlı, sistem süresi boyunca değişmeyecek sistem bilgilerinin (örneğin işleme gücü) sadece bir kez alınması düşünülebilir.

Eşler, sistem bilgileri düşük olan kullanıcıların kaynağını mümkün olduğunca az kullanmaya çalışacaklardır. Ayrıca, model, kullanılan aygıtlara (mobil aygıtlar, kablosuz cihazlar gibi) kullanılacak sistemlere özel kıstas belirleyebilme imkanı sunmaktadır. Örneğin, mobil cihazların da sisteme dahil olabildiği bir P2P sistemde sistem bilgisi olarak mobil cihazın pil durumu bilgisi eklenebilir. Böylece, mobil aygıtların pil durumlarına göre de derecelendirme yapılabilmesi sağlanabilmiş olur.

Modelde dezavantaj olarak düşünülebilecek konulardan birisi, eşlerin üzerine hesaplama yükü getirecek olmasıdır. Ancak derecelendirme işlemlerinin çok sık yapılmayacağı düşünüldüğünde, bu yük çok fazla olmayacaktır. Ayrıca sistemde oluşacak mesaj sayısında artış olacaktır ama yine işlemlerin çok sık gerçekleşmemesinden dolayı ve genelde sistemde yapılacak büyük veri alışverişleri düşünüldüğünde bu artış çok az miktarlarda olacaktır.

#### 4. Benzetim

Çalışmada öne sürülen model, bir veri paylaşım P2P protokolü olan BitTorrent[1] üzerinde gerçekleştirilmiştir. Benzetim aracı olarak OMNeT++ [7] ağ benzetim aracı kullanılmıştır. Model, OMNeT++ [7] benzetim aracında INET [8] ve Oversim [9] kütüphanelerinin üzerine yazılan BitTorrent modülü [10] üzerinde geliştirilmiştir.

Benzetimin gerçekleştiği bilgi-sayar, Intel Dual Core 1,73 Ghz işlemci, 2 GB RAM özelliklerine ve Ubuntu Linux 10.04 işletim sistemine sahiptir.

Benzetim, [10]'da kullanılan benzetim ayarlarının birçoğu aynen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Benzetimlerde kullanılan eş sayılarının 30, 60, 90 ve 120 olma sebebi, [10]'da gerçekleştirilen benzetimlerde bu sayıların kullanılmasıdır. P2P Sistemler genellikle daha çok eş barındırmaktadır. Ancak, gerçekleştirilen benzetim sonuçlarına göre 120 eş sayısına sahip benzetimde bile modelin etkisi açıkça ortaya çıkmaktadır. Benzetim sonuçlarında (Şekil 3) artan eş sayısı ile beraber iyileşme gözlemlenmektedir. Dolayısıyla daha fazla eş sayılarında da farkın benzer şekilde olacağı düşünülmektedir.

**Tablo 1. Benzetim Ayarları**

Parametre	Değer
Eş Sayıları	30, 60, 90, 120
Omurga Yönlendirici Sayısı	10
Erişim Yönlendiricisi Sayısı	500
Eşlerin Sisteme Ortalama Katılım Süresi (eş/dakika)	1
İzin Verilen Alıcı Eş Sayısı	4
Maksimum Bağlantı Sayısı	20
Maksimum Kaynak Olma Süresi (saniye)	3600
Dosya Boyutu (MB)	200

Tablo 1'de görüldüğü üzere, benzetimde ağ ortamı 10 omurga yönlendirici (backbone router), 500 erişim yönlendiricisinden (access router) oluşmaktadır. Protokolde dağıtım yapılan dosyanın boyutu 200 MB, eşlerin sisteme katılım zamanları 1 eş/dakika olacak şekilde rastgele, bir eşin aynı anda veri gönderdiği alıcı sayısı 4, bir eşin aynı anda kullanabileceği bağlantı sayısı 20 olarak ayarlanmıştır. Eşlerin, dosya alımını tamamladıktan sonra sistemde kaynak sağlayıcı olarak kalma süreleri, 0 ile 3600 saniye arasında olacak şekilde rastgele olarak belirlenmiştir. Sisteme katılan eşlerin iletim kapasiteleri ve dağılım oranları Tablo 2'de

gösterilmiştir. Gönderim hızları, alım hızlarının  $\frac{1}{4}$ 'ü değerinde olacak şekilde ayarlanmıştır. Ayrıca, benzetimde eşlerin tümünün kıstas parametreleri olan  $\alpha$ 'lar 1 olarak ayarlanmıştır.

Benzetimde, sistem bilgisi olarak, iletim kapasitesi, eşler arasındaki gecikme süresi (RTT), sistemde ortalama kalma zamanını simüle edecek şekilde sistemde kaynak sağlayıcı olarak kalma süreleri ve eşin kendisinde olmayan ama listedeki eşlerin sahip olduğu veri parçalarının sayısı kullanılmıştır.

Sisteme dosyayı yayacak olan ilk eşin iletim kapasitesi ve izin verilen alıcı eş sayısı, sistemde etkisi az olsun diye yüksek tutulmuştur. Tracker ve ilk eşin iletim kapasiteleri 100 mbps olarak belirlenmiştir. İlk eşin izin verilen alıcı eş sayısı 25 olarak ayarlanmıştır.

Seçim bağlantıları, eşin eş listesinden seçtiği eşlerle olan bağlantılardır. Seçilme bağlantıları ise başka eşler tarafından seçilme sonucu oluşan bağlantılardır. BitTorrent protokolünde her iki bağlantıdan da veri alma ve veri gönderme işlemi gerçekleşmektedir. Bu çalışmadaki algoritmada eşlerin seçildiği bağlantılar seçim bağlantılarıdır.

**Tablo 2. Sistemdeki Eşlerin İletim Kapasiteleri ve Dağılım Oranları**

İndirme (mbps)	Gönderme (mbps)	Dağılım
1	256 (kbps)	0.1
4	1	0.3
8	2	0.3
16	4	0.2
24	8	0.1

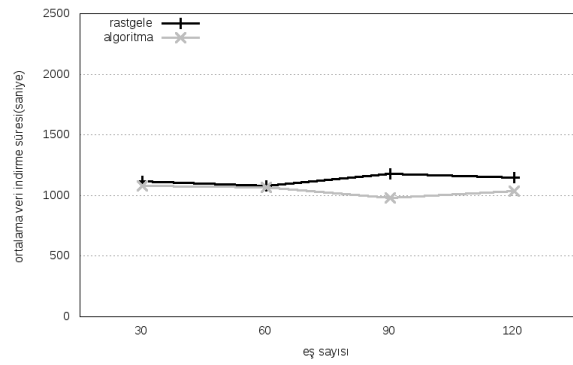
Benzetimde 2 farklı senaryo uygulanmıştır:

**Senaryo 1:** Bu senaryoda eşlerin seçim ve seçilme bağlantıları, aynen BitTorrent [1] protokolünde olduğu gibi, aynı havuzda toplanmaktadır. Yani maksimum bağlantı sayısının tamamını seçilme bağlantıları doldurabileceği gibi, bir kısmını seçim bir kısmını da seçilme bağlantıları doldurabilir.

**Senaryo 2:** Senaryo 1'deki durum bu çalışmada öne sürülen modelin çoğu zaman etkisiz kalmasına yol açmaktadır. Çünkü seçilme bağlantıları bağlantı havuzunun büyük kısmını doldurduğu zaman, seçme bağlantıları için seçim yapacağımız sayı düşük kalmaktadır. Bu yüzden, bu senaryoda, seçim ve seçilme bağlantılarının bağlantı havuzları toplam

bağlantı sayısının yarısı (10) olacak şekilde ikiye ayrılmıştır.

İki benzetim senaryosu, sisteme katılan eş sayıları 30, 60, 90 ve 120 olacak şekilde, her bir eş sayısı için, makalede öne sürülen eş seçim modeli ve rastgele eş seçimi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Senaryo 1 sonucunda oluşan ortalama veri indirme süreleri Şekil 2'de grafiksel olarak ve Tablo 3'te ayrıntılı olarak verilmiştir.



**Şekil 2. Senaryo 1 - Ortalama Veri İndirme Süreleri**

Şekil 2 ve Tablo 3'te de görüldüğü üzere, seçim ve seçilme bağlantıları aynı havuzda oldukları zaman, model çok fazla olumlu sonuç vermemektedir. Bunun sebebi, senaryo açıklamasında da belirtildiği üzere, seçilme bağlantıları bağlantı havuzunun büyük kısmını doldurduğu zaman, seçim bağlantıları için seçim yapacağımız sayı düşük kalmaktadır. Bu da modelin sisteme çok büyük fayda sağlamasına yol açmaktadır.

**Tablo 3. Senaryo 1 - Veri İndirme Süreleri (saniye)**

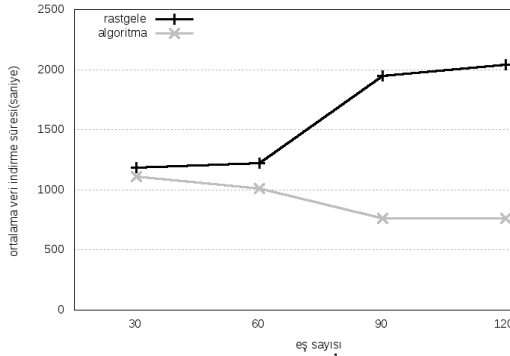
Bilgiler / Eş Sayıları		30	60	90	120
Algoritma İle	En İyi	291.32	194.74	230.15	251.91
	Ortalama	1081.87	1066.53	979.91	1033.14
	En Kötü	2941.17	2903.59	4296.45	5208.49
Rastgele	En İyi	234.22	216.15	267.34	301.88
	Ortalama	1118.98	1080.86	1178.44	1147.50
	En Kötü	2935.98	3201.93	4337.61	4514.46

Seçim ve seçilme bağlantılarının farklı havuzlarda olduğu Senaryo 2 benzetim sonuçları için ortalama veri indirme süreleri Şekil 3'te gösterilmiştir. Ayrıntılı sonuçlar Tablo 4'te belirtilmiştir.

Modelin etkisi, seçim ve seçilme bağlantılarının havuzları ayrıldığı zaman gözükmemektedir. Burada rastgele seçimin çok kötü sonuçlar verdiği görülmektedir. Havuzların ayrılması rastgele seçim için çok anlamlı bir yöntem değildir. Zira, Eş Listesi'nden cevap alınmayacak eşler de seçilebilir. Bu da seçim havuzunun genellikle boş kalmasına yol açacak ve veriler sadece seçilme havuzundaki bağlantılardan alınacağı için toplam veri alma bağlantı sayısı az olacaktır (Daha önce de belirtildiği üzere, BitTorrent protokolünde veri alma işlemi hem seçim hem de seçilme bağlantıları üzerinden yapılmaktadır).

Yapılması gereken asıl karşılaştırma, Senaryo 1'deki rastgele seçim ve Senaryo 2'deki algoritma seçimlerinin arasındaki karşılaştırmadır. Bağlantı havuzları ayrıldığı ve algoritma uygulandığı zaman algoritmanın rastgele seçime eş sayısı arttıkça üstünlük kurduğu görülmektedir (Şekil 4).

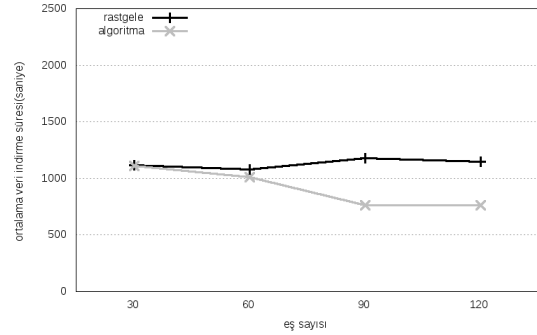
Senaryo 2'nin benzetimi sonucunda algoritmanın sisteme bir mesaj yükü getirmediği ortaya çıkmıştır. Eş başına mesaj sayısı ve boyutunun düşük miktarlarda olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 5).



Şekil 3. Senaryo 2 – Ortalama Veri İndirme Süreleri

Tablo 4. Senaryo 2 - Veri İndirme Süreleri (saniye)

Bilgiler / Eş Sayıları	30	60	90	120	
Algoritma İle	En İyi	334.18	101.59	115.20	110.42
	Ortalama	1111.61	1011.22	763.65	760.80
	En Kötü	2535.38	2663.47	2799.77	2735.30
Rastgele	En İyi	538.91	479.93	285.18	260.79
	Ortalama	1183.49	1224.79	1949.36	2041.00
	En Kötü	3005.41	2673.03	5525.65	5493.20



Şekil 4. Benzetim Sonuçları - Senaryo 1 ve Senaryo 2 Birleşimi

Tablo 5. Algoritmada oluşan ortalama mesaj sayıları ve boyutları

Eş Sayıları	30	60	90	120
Mesaj Sayısı	37.9	36.98	39.86	42.82
Mesaj Boyutu (byte)	1784.26	1759.93	1920.26	2111.9

## 5. Sonuç ve Gelecek Çalışmaları

P2P sistemlerde, kaynağı kullanılacak eşlerden uygun olanlarının belirlenmesinin kaynak erişim hızına katkı yapacağı düşünülerek, bu çalışmada bir alıcı eş tabanlı eş seçim modeli olan AETESM öne sürüldü. Bu modelde, kaynak kullanımında seçilecek aday eşler çeşitli kısıtlara göre derecelendirilerek, yüksek dereceye sahip eşlerin kaynağının kullanıldığı bir model oluşturuldu. Yapılan benzetim sonuçlarına göre de, bu modelin rastgele eş seçimine göre performans artışı getirdiği görüldü. Araştırmada iki farklı senaryonun

benzetimi sonucunda, çalışmada öne sürülen modelin veri indirme sürelerine pozitif anlamda etki ettiği gözlemlendi.

Benzetimin sadece veri paylaşım protokolü olan BitTorrent üzerinde gerçekleşmesi, tüm P2P sistemler için yorum yapılamayacağını düşünülmesine yol açabilir. Ancak, model protokole bağımlı bir model olmadığı için, modelin diğer P2P sistemlerinde de benzer sonuçlar vereceği düşünülebilir.

Bu çalışma kapsamında, sistem bilgileri katsayılarının optimize edilmiş değerleri göz önüne alınmamıştır. Farklı sistemlerde farklı optimize değerlerde katsayılar oluşabilir. Gelecek çalışması olarak, gerçekleşen benzetimlerde farklı sistem bilgilerinin farklı katsayılarla katılımının benzetim sonuçlarına nasıl bir katkı sağlayacağı gözlemlenmeye çalışılacaktır.

#### Kaynakça

- [1] BitTorrent, <http://www.bittorrent.org/>
- [2] **Samsudin, A.T., Herman, N.S., Awang, M.K.**, 2007. "The Ranking Peer for Hybrid Peer-to-Peer Real Time Video Streaming". *Advanced Communication Technology, The 9th International Conference on*, Feb. 2007
- [3] **Rong, L., Burnett, I.**, 2005. "BitTorrent in a dynamic resource adapting peer-to-peer network". *Automated Production of Cross Media Content for Multi-Channel Distribution, 2005. AXMEDIS 2005. First International Conference on*, Dec. 2005
- [4] **Ye, H., Hong, P., Xue, K.**, 2008. "Adaptive topology optimization base on bidirectional peer selection in peer-to-peer media streaming". *Communications and Networking in China, 2008.*
- [5] **Feng, S., Wang, Y., Cao, Y.**, 2009. "An Efficient Method of Multimedia Materials Retrieval". *Management and Service Science, 2009. MASS '09.*
- [6] **Min, S., Holliday, J., Cho, D.**, 2006. "Optimal Super-peer Selection for Large-scale P2P System". *Hybrid Information Technology, 2006. ICHIT '06. International Conference on*, Nov. 2006
- [7] OMNeT++, <http://www.omnetpp.org/>
- [8] INET Framework, <http://inet.omnetpp.org/>
- [9] OversimFramework, <http://www.oversim.org/>
- [10] **Katsaros, K., Kemerlis, V. P., Stais, C., Xylomenos, G.**, 2009. "A BitTorrent Module for the OMNeT++ Simulator". *Proc. 17th Annual Meeting of the IEEE International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS), London, UK, September 2009*
- [11] **Li, X., Ji, H., Zheng, R., Li, Y., Yu, F.R.**, 2009. "A Novel Team-Centric Peer Selection Scheme for Distributed Wireless P2P Networks". *Wireless Communications and Networking Conference, 2009. WCNC 2009. IEEE , vol., no., pp.1-5, 5-8 April 2009*
- [12] **Rong, O., Hui, C.**, 2009. "A Novel Peer Selection Algorithm to Reduce BitTorrent-like P2P Traffic between Networks". *Information Technology and Computer Science, 2009. ITCS 2009. International Conference on , vol.2, no., pp.397-401, 25-26 July 2009*
- [13] **Xhafa, F., Daradoumis, T., Barolli, L., Fernandez, R., Caballe, S., Kolic, V.**, 2008. "Efficient Peer Selection in P2P JXTA-Based Platforms". *Advanced Information Networking and Applications, 2008. AINA 2008. 22nd International Conference on , vol., no., pp.1013-1020, 25-28 March 2008*
- [14] **Adler, M., Kumar, R., Ross, K., Rubenstein, D., Suel, T., Yao, D.D.**, 2005. "Optimal peer selection for P2P downloading and streaming". *INFOCOM 2005. 24th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings IEEE , vol.3, no., pp. 1538- 1549 vol. 3, 13-17 March 2005*