

MÜZİK DİNLEME ODALARINDA AKUSTİK

Müzik dinleme odası akustiği, dinlemede iyi sonuç almayı sağlayacak üç ayrı koşulun sonuncusu ile ilgilidir. Bu koşullar

- 1- Compact disc ve benzeri, kaydedilmiş kaynak ortamının kaliteli ve kusursuz olması*
- 2- Kaydedilmiş kaynak ortamı verilerini sese dönüştüren müzik setinin iyi olması*
- 3- Dinleme odasında, hoparlörlerinin oluşturduğu ses ortamını olumsuz yönde etkileyici akustik kusurların bulunmaması*

Bu konuşmada, her biri bir sonrakini etkileyen bu üç aşamadan yalnızca sonuncusu ele alınacak, ilki konusunda da bir kaç kişisel izlenim dile getirilecektir.

GİRİŞ

Müzikle ilgili iç mekan akustiği konuları, ilgili literatürde, hemen hemen yalnızca konser salonları düşünülerek ele alınmış ve yalnızca çoğunluğu büyük bu iç mekanlarda bulunması gereken akustik özellikler konu edilmiştir.

Bir konser salonu ile bir müzik dinleme odası arasında ise, akustik konuların büyük çoğunluğunu etkileyecek üç temel ayrım (*fark*) vardır.

- Ses kaynağı ayrımı
- İç mekan boyutları ayrımı
- Çevre ayrımı

Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Ses kaynağı ayrımı:

Bir konser salonunda sesler, insan sesi, çalgı sesi, gibi doğal sayılabilecek kaynaklardan çıkar. İç mekân, bu seslere belli katkılarda bulunur.

Bu katkılar, sesin, iç mekân koşullarına göre gelişmesi, yansıyarak (*reverbere olarak*) sönmesi gibi pasif (*geometrik*) türden ve iç mekân yanıt eğrisi ile ilgili katkılar gibi aktif (*fizik*) türdendir. Akustik açıdan ciddi bir etüdün yapıldığı salonlarda doğal ya da birincil diyebileceğimiz ses kaynaklarından (*insan, çalgı*) çıkan seslere eklenen bu iç mekân katkıları birçok bakımdan önemli akustik yararlar sağlar.

Etüdü ya da etüdsüz bir iç mekânda akustik açıdan olumlu ya da olumsuz bu katkılarla yüklenmiş olarak dinleyiciye ulaşan seslerde iç mekân etkisi algılanır. Yani gözü kapalı bir dinleyici, nerede bulunduğunu bilmeseyse bile, gelen sesteki, bir iç mekânda mı yoksa açık havada mı olduğunu anlar.

Bir müzik dinleme odasında ses kaynağı hoparlörlerdir. Hoparlörden çıkan seste ise, kayıt ortamı ile ilgili bir iç mekân katkısı zaten vardır. Yani hoparlör açık havada olsa bile, işitilen ses (*eğer kayıt bir iç mekânda yapılmışsa*) bir iç mekân akustiği niteliğini taşır. Bir başka anlatımla, gözü kapalı ve nerede olduğunu bilmeyen bir dinleyici açık havada, bir iç mekânda yapılmış kaydı dinlerken, sesleri iç mekânda bulunuyormuş gibi algılar.

Konser salonu ile müzik dinleme odası arasındaki bu ses kaynağı farklılığının önemli akustik sonuçları vardır.

Salon-oda arası boyut ayrımı:

Konser salonları ile müzik dinleme odaları arasındaki büyük boyut ayrımları, belli akustik olaylar açısından değişik sonuçlar doğurur. Özellikle rezonans frekansları, yansıma olayı ve ilk yansımalar konularında büyük ve ufak hacimlerin davranışları arasındaki ayrımlar oldukça önemlidir.

Çevre ayrımı:

Bir konser salonu ile bir bağımsız ya da toplu konutun bir yerindeki müzik dinleme odası arasında temel ayrımlar vardır. Bu ayrımlar, “Gürültü denetiminde salon oda ayrımı” başlığı altında ele alınacaktır.

Ses kaynakları, iç mekân boyutları ve çevre arasındaki ayrımlar ile ilgili bu açıklamalardan sonra, müzik dinleme odası akustiği konusu, belli akustik kriterler açısından ve salon akustiği ile karşılaştırılmalı olarak ele alınacaktır.

BELLİ AKUSTİK KRİTERLER BAKIMINDAN SALON-ODA AYRIMLARI

İç mekanın rezonans frekansları

Bir boruya, örneğin bir flüte üflendiğinde, üfleme ile oluşan ve sonsuz frekans içeren üfleme gürültüsü, boru içindeki havayı uyarır ve borunun boyuna göre belli frekanslarda rezonans olur. Bu frekanslarla ilgili titreşimlerin genliği büyür (*gücü yükselir*), öteki frekanslar söner. Böylece üfleme gürültüsü belli müzikal seslere dönüşür. Boru tek boyutlu bir ortamdır ve burada söz konusu olan, eksensel dalgalarıdır. Bu dalgaların ve bunların uyumlarının (*harmoniklerinin*) boyu ya da titreşimlerin frekansları çok basit formüllerle hesaplanır.

Bir iç mekânda herhangi bir titreşim oluşturularak bu iç mekânın havası uyarıldığında borudakine benzer, fakat daha karmaşık bir durum ortaya çıkar. İç mekân üç boyutlu bir ortamdır. Tek boyutlu bir ortamda yalnızca bir tür dalganın sözkonusu olmasına karşılık, bir iç mekânda, eksensel, teğetsel ve eğik (*oblik*) dalgalar oluşur. Yani, bir iç mekanın rezonans frekansları hem çok daha fazla sayıdadır hem de birbirinden bağımsız üç ayrı grup oluşturmaktadır. Bu rezonans frekansları, ya da bunların dalga boyları oldukça karmaşık formüllerle hesaplanabilmektedir.

Birbirlerinden bağımsız bu üç grup frekansın bazıları üst üste binebilmekte, bu durumda iç mekân o frekans için aşırı derecede tannan (*sonor*) olabilmekte, ya da bu frekanslar arasında büyük boşluklar olmakta ve bu durumda iç mekân, aradaki frekanslar için sağır olabilmektedir.

İç mekanın havası, tanımı belli bir gürültü ile (*beyaz ya da pembe*) uyarıldığında, tüm rezonans frekansları da uyarılmış olur. Bu frekansların oluşturduğu eğriye iç mekânın yanıt eğrisi denir.

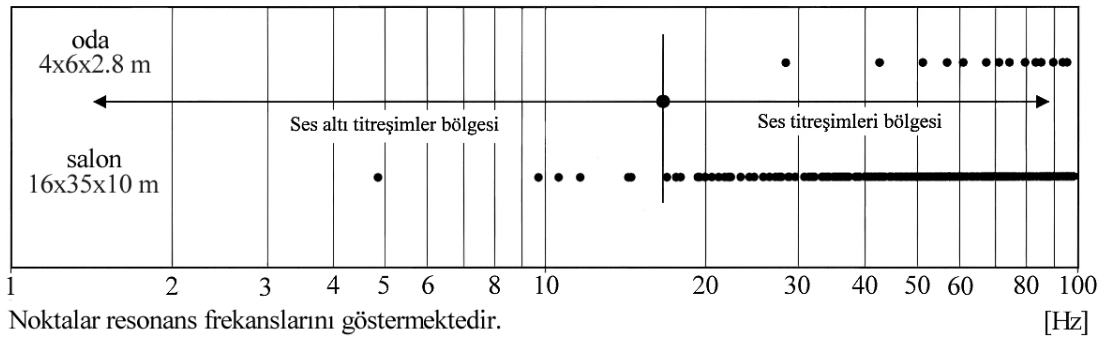
Yanıt eğrisinin düzgün olmaması, iç mekânın kimi frekanslarda sağır kimi frekanslarda fazla tannan olduğunu gösterir. Bu, iç mekân akustiğinde istenmeyen bir durumdur ve önlenmesi gerekir. Bununla ilgili önlemlerin ayrıntılarına burada girilmeyecek, yalnızca rezonans frekansları açısından salon ve oda arasındaki ayırım ele alınacaktır.

Salon-oda arası yanıt eğrisi ayrımı

Salon tanımına giren iç mekânların boyutları büyüktür. Bu nedenle rezonans frekanslarının temel seslerinin (*birinci uyumlularının*) dalga boyları da uzundur ve bunlar sesaltı titreşimler alanında kalır, yani işitilmez. Temel sesin üstündeki bir kaç uyumlu (*harmonik*) da sesaltı titreşimler alanında kalır, daha üst uyumlulara doğru ise, güçleri azalacağından işitilmezler. İşitilir olsalar bile, aralıkları giderek kısılacağından yanıt eğrisi pek olumsuz bir biçim almaz. Yine de orta büyüklükteki salonlarda, boyut oranları bakımından bolt kriterine uyulması ya da öteki önlemlerin alınması uygun olur.

Oda tanımına giren ufak iç mekânlarda ise rezonans frekanslarının dalga boyları kısadır. Temel ses ve ilk uyumlular işitilebilir alanda bulunur. Yani yanıt eğrisinin olumsuz bir biçimde etkilenme olasılığının yüksek olduğu bölüm büyük salonlarda sesaltı titreşimler bölgesinde, ufak mekânlarda ise ses titreşimleri bölgesinde bulunur. Bu nedenle müzik dinleme odalarında, hele bu iç mekânlar oldukça küçükse, mutlaka rezonans frekanslarının oluşmasını önleyecek önlemlerin alınması gerekir. Bu önlemler akustik uzmanınca, iç mimari ile birlikte düşünülmelidir.

Aşağıda büyükçe bir salon ile ufak bir odanın rezonans frekansları verilmiştir. Bunların karşılaştırılması ile durum daha iyi anlaşılabilir.



Bir başka konu da bolt kriteri ile ilgilidir. Bir konser salonu projelendirilirken eğer bir akustik uzmanı ile işbirliği yapılmışsa, salonun yanıt eğrisinin düzgün çıkmasına yardımcı olacak boyutlar (*en, boy, yükseklik*) arası oranlar dikkate alınmıştır. Oysa bir müzik dinleme odasının boyutları, akustik açıdan tamamen rastlantısaldır.

Yansıma olayı – yanlış kavram ve terimler

Çok kısa süreli iki ses, örneğin iki taşın birbirine vurulmasından çıkan ses gibi kısa süreli iki ses 100 milisaniyeden daha uzun bir ara ile birbirini izliyorsa, iki ayrı ses olarak algılanır. Eğer birbirini izleyen bu iki sesin arası 70 milisaniyeden daha kısa ise, biraz uzamış tek bir ses olarak algılanır. (*70~100 milisaniye arasındaki durum ses niteliğine göre değişir.*)

Bir kaynaktan kulağa yansımaz, yani doğrudan gelen ses ile aynı kaynaktan aynı anda çıkıp, bir yüzeyden yansyarak gelen ses arasında 70~100 milisaniyeden daha uzun bir zaman aralığı varsa, ikincisi, birincinin **yankısı** olarak algılanır. Yankı, akustikte kesinlikle önlenmesi gereken

bir kusurdur. Tek bir yansıtıcı yüzeyin neden olduğu yankı olayına **yankıma**, bir kaç yansıtıcı yüzeyin neden olduğu peşi peşine yankı olaylarına da **yankılanma** denir.

Eğer doğrudan gelen sesi, bir yüzeyden yansıyarak gelen ses, 100 milisaniyeden daha kısa bir süre içinde izliyorsa bu iki ses tek ses olarak algılanır ve buna **ses uzaması** denir. Peşi peşine çok sayıda olan ses uzamaları birbirine eklenerek **yansışım** (reverberasyon) olayını oluşturur. Bu da, yankılanmanın aksine, sesin kalitesini yani estetik niteliğini yükselten bir olaydır ve bir iç mekânın, bunu, belli ölçülerde sağlaması gerekir. Yani, yankı ya da yankılanma akustikte çok büyük bir kusur, yansışım ise, ölçülü bir biçimde sağlanması gereken değerli bir iç mekan niteliğidir. Bu nedenle yansışım terimi yerine yankılanma terimi kullanılmamalıdır.

Yansışım süresi ve “oda”nın özel durumu

Yansışım süresi, ses basınç düzeyinin kaynak sustuktan sonra 60 dB düşmesi için geçen süredir. Değişik müzik türleri için, hacim büyüklüğüne göre optimal yansışım süreleri ve bunların tolerans sınırları istatistik değerler olarak akustik literatüründe verilmiştir. Örneğin, dini ve vokal müzik, Wagner operaları vb. ağır tempolu müzik türleri için daha uzun, genelde hızlı tempolu enstrümantal müzik, oda müziği vb. için daha kısa yansışım süreleri verilmektedir. Kulak, yansışım süresini değil, bu süreye bağlı olarak, ses basınç düzeyinin düşme hızını algılar. Yani yansışım olayının baştan bir bölümünün yaklaşık (1/4~1/3) algılanması yansışım etkisi bakımından yeterlidir.

Yukarıda terim açıklamasında değinildiği gibi, salonun, müzik türüne göre optimal yansışımı sağlaması gerekir. Bu yapılırken, değişik frekanslardaki yansışım sürelerinin de dengelenmesi gerekir. Aksi takdirde yansışmış seste, yansışım süresi içinde distorsiyon olayı ile karşılaşılır. Bir müzik kaydının ise yansışım olayı ile birlikte yapılması gerekir ve genelde de böyle yapılmaktadır.

Demek ki bir müzik dinleme odasında hoparlörden çıkan seste yansışım olayı ve frekanslar arası denge zaten vardır. Bu nedenle müzik dinleme odasında algılanabilir ikinci bir yansışım olayının önlenmesi gerekir, çünkü bu, kayıttaki optimal değerleri bozacaktır. Bunun çaresi müzik dinleme odasının yansışım süresini, zararlı bir etkisi olmayacak düzeye yani, 0,3 ~ 0,4 sn dolaylarına indirmek ve bunu yaparken de, frekanslar arası yansışım süreleri dengesini kurmaktır.

Verilmiş bir odanın, yansışım olayı bakımından uygun olup olmadığı ölçme ile, ya da mimari rölöve üzerinden yapılacak hesapla anlaşılır. İnceleme sonucunun olumsuz çıkması durumunda, hesap yöntemiyle, konu çözüme kavuşturulur.

Stereofoni ve yansışmış seste “oda” durumu

Bir konser salonunda doğrultusallık açısından iki türlü ses söz konusudur. Bunlardan biri dolaysız, yani ses kaynağından çıkıp hiç bir yüzeyden yansımada doğrudan kulağa gelen ses, ikincisi ise pek çok sayıda yansıma sonucu yayınık duruma gelmiş olan yansışmış (*difüze*) sestir. Dolaysız ses doğrultulu, yansışmış ses ise doğrultusuzdur. Yani, dolaysız ses belli bir doğrultudan, yansışmış ses tüm doğrultulardan gelir.

Ses, yansışmış duruma yani yayınık, doğrultusuz duruma dönüşmeden önce ilk yansımalar oluşur. İlk yansımaların olduğu yüzeyler büyük oranda yansıtıcı ve düzlem ise bu ilk yansımalar önem kazanır ve buna göre ilk yansımalar etüdü yapılır. Çünkü bu tür ilk yansımalarda da doğrultusallık özelliği önem taşır. İlk yansımalar konusuna ilerde değinilecektir. Stereofoni ve yansışmış ses ilişkisi bakımından, yalnızca dolaysız ve yansışmış ses durumlarının ele alınması yeterlidir.

Seslendirme düzeni üreten firmalarca, stereofonide, dinleyicinin, iki hoparlörü birleştiren doğru parçasına uzaklığı, bu doğru parçası boyunun bir buçuk katı gibi verilmekte ve dinleyicinin yaklaşık olarak iki hoparlörden eşit uzaklıkta bulunması istenmektedir. Böylece dinleyici iki hoparlörü yaklaşık 37° bir açı içinde görmektedir. Bu konum, örneğin bir orkestranın sınırlarını aynı açı içinde gören ve konser salonunda parterin ortalarında bulunan bir dinleyicinin durumuna benzemektedir.

Konser salonunda bulunan dinleyici bir yandan, belli doğrultulardan gelen dolaysız sesleri, bir yandan da tüm doğrultulardan gelen yansımış sesleri algılamaktadır. Oysa iki hoparlörün karşısına oturmuş olan kişi, tüm doğrultulardan gelmesi gereken yansımış sesleri de, bu sesler de aynı hoparlörlerden geldiği için, doğrultulu olarak algılamaktadır.

Bu olay, sanki dinleyici, doğrultulu sesler bakımından parterin ortasında, yansımış sesler bakımından ise, salonun dışında imiş gibi bir algılama karışıklığı yaratmaktadır.

Bu durum, müzik dinleme odasında en az dört hoparlörün bulunması ve bunlardan, dinleyicinin arkasında bulunan iki tanesinden, yalnızca yansımış seslerin verilmesi ile büyük ölçüde düzeltilebilir. Kuşkusuz arkadaki hoparlörlerden verilen seslerin varlık kriteri sınırının dışında ve uzağında kaydedilmiş olması ve böylece yalnızca yansımış sesleri içermesi gerekir. Yansımış ses önde bulunan hoparlörlerden de çıkacağı için, tüm doğrultulardan geliyormuş gibi bir etkiye yeterince yaklaşılabilir.

Bu, kayıt ve seslendirme tekniği ile ilgili bir konudur. Burada bu konuya değinilmiş olmasının nedeni, müzik dinleme odasında algılanabilir bir yansımış süresi oluşturularak bu sakıncanın kısmen de olsa giderilemeyeceğini bildirmektir. Oda akustiğinde bu doğrultuda bir çabanın kötü sonuçlar vermesi kaçınılmazdır.

Varlık kriteri ve stereofoni

Kulağa dolaysız gelen sesler, orta frekanslar için iki kulak arasındaki faz farkı ile ve yüksek frekanslar için başın akustik gölgesi ile ses kaynağının doğrultusunu belirler. Kaynağın uzaklığı ise, bir iç mekânda, yansımış ses enerjisinin dolaysız ses enerjisine oranı ile anlaşılır. Böylece ses kaynağının kesin konumu belirlenmiş olur.

Tam önden ve tam arkadan gelen seslerde, faz farkı ve başın akustik gölgesi yoktur. Sesin önden mi, arkadan mı geldiğini kulakların biçimi belirler. Bu nedenle kulaklıkla dinlenen müzik, yukarıdan geliyormuş gibi algılanır.

Yansımış ses basınç düzeyi bir iç mekânın her noktasında yaklaşık olarak aynı olacağından ve dolaysız ses basınç düzeyi uzaklıkla azalacağından, bu oran kaynağa olan uzaklık arttıkça büyür. Bu oranın 15 ten büyük değerleri için uzaklık belirsizleşir, doğrultu ise yok olur.

Yani, varlık kriteri sınırlarının dışında, yalnızca yansımış ses algılanır. Gözü kapalı bir dinleyici sesin nerden geldiğini anlayamaz. Bu, rahatsız edici bir olaydır. (*Lokanta, mağaza vb. yerlerdeki fon müziğinde ise, bu kriter söz konusu değildir.*)

Stereofonik seslendirmede doğrultu belirlemesi mükemmel bir biçimde sağlanabildiği gibi, dolaysız ses ve yansımış ses oranları da, bir enerji oranı olarak değişmeyeceğinden, ses kaynağına olan uzaklığın verilmesinde de bir zayıflık söz konusu değildir. Bu nedenle yansımış süresi ile ilgili önlemin alınmış olduğu bir müzik dinleme odasında, varlık kriteri bakımından alınması gereken bir başka önlem yoktur. Yeter ki kayıt, bu konular dikkate alınarak yapılmış olsun.

Daha önce, hoparlörden çıkan sesin, belli ve etütlü olması gereken bir yansımasını da içerdiği ve müzik dinleme odasındaki yansımanın, buna zarar vermeyecek düzeye indirilmesi gerektiği açıklanmıştı. Varlık kriteri konusundaki açıklamadan anlaşılacağı gibi, bu kriterin müzik dinleme odasında zarar görmemesi, bu odanın yansıma süresinin, etkileyici olmayacak düzeye indirilmesi için ikinci bir neden oluşturmaktadır.

İlk yansımalar ve oda akustiği

Konser salonlarında ilk yansımalar, varlık kriterine de dikkat edilerek düzenlenir ve dolaysız seslere yardımcı olması amaçlanır. Bu nedenle ses kaynağı (*kaynakları*) yakınındaki yansıtıcı yüzeyler ve tavandaki yansıtıcı yüzeyler, birbirinden ayrı geometrik etüdlerle biçimlendirilir.

Müzik dinleme odalarında durum başkadır; tek bir yansıma ile dinleyiciye ulaşacak sesler, stereofonide amaçlanan doğrultu düzenini bozacağından, bu tür yansımaların, özellikle orta ve yüksek frekanslı seslerde önlenmesi gerekir. Yani özetle, konser salonlarında ilk yansımalarından yararlanılırken, müzik dinleme odalarında, ilk yansımaların etkili bir biçimde dinleyiciye ulaşması önlenmelidir. Bunun için düşeyde ve yatayda geometrik etüdlere yapılarak döşeme, tavan ve duvar yüzeylerinde kritik bölgeleri belirlemek ve bu yüzey parçaları ile ilgili bir takım önlemler almak gerekir.

Alınacak önlemler, bu yüzey parçalarını yutucu yaparak yansıyan ses enerjisini azaltmak, eğik yüzeyler oluşturarak yansımayı zararsız doğrultulara yönlendirmek, ya da dış bükey yüzeyler oluşturarak yansıyan enerjide yeterli bir seyrelme sağlamak ve benzerleri olabilir. Bu önlemler yine geometrik etüdlere ve hesaba dayandırılmalıdır.

Gürültü denetiminde salon-oda ayrımı

En başta belirtildiği gibi konser salonları ile müzik dinleme odaları arasında, gürültü denetimi bakımından da önemli ayrımlar vardır. Bunlardan en önemli üçü şöylece açıklanabilir.

- 1- Müzik dinleme odaları genellikle konutlarda bulunur ve aynı konutun başka iç mekânları ile ve belki komşu konutun iç mekânları ile katı bağlantı içindedir. Konser salonlarında böyle denetim altında olmayan komşu iç mekânlar yoktur.
- 2- Yüzlerce kişinin bulunduğu konser salonlarında, bu kişilerin kımıldaması, nefes alması ve benzeri nedenlerden oluşan bir iç çevre gürültüsü vardır. Yaklaşık 25~30 dB dolaylarında olan bu gürültü, yabancı gürültü için bir işitsel örtü oluşturur. Yabancı gürültü bu işitsel örtünün en az 3 dB üzerine çıkmadan algılanamaz. Müzik dinleme odalarında iç çevre gürültüsü yok gibidir. Dolayısı ile bir müzik dinleme odasında (*ve özellikle dinlenen müziğin pp bölümlerinde*) yabancı gürültüler çok daha rahatsız edici olur.
- 3- Konutlarda teknik donanım ve komşu iç mekânlardaki türlü gürültü kaynakları (*insan, radyo, TV sesi, elektrik süpürgesi vb. alet gürültüleri*) konser salonunda söz konusu değildir.

Bu nedenlerle müzik dinleme odalarında gürültü denetimi, ayrıca önem taşıyan bir konudur.

Odasında müzik dinleyen bir müziksever, başkalarını rahatsız etme kuşkusu olmadan bu işi gönlünce yapabilmeli, başka iç mekânlardan ve dışardan gelen gürültüler (*istenmeyen sesler*) de, bu iç mekâna girerken yeterince azalmalıdır.

İşitilen ses düzeyi logaritmasal bir büyüklüktür. Bu nedenle ses geçiş kaybı hesapları, ısı kaybı hesaplarına benzemez ve mutlaka bu için uzmanınca yapılmalıdır. Gürültü denetimi, ayrıca, zor ve pahalı bir iştir. Bu nedenle alınacak önlemler mutlaka sağlam verilere ya da ölçmelere ve hesaplara dayandırılmalı, işe yaramayacak harcamalar yapılmamalıdır.

Ses geçiş kaybı, frekansa göre büyük farklılıklar gösterir. Bu hesaplar, ses geçiş kaybını frekansa göre veren formüllerle yapılmalıdır. Bu formüller ampiriktir. Değişik formüllere göre elde edilmiş eğrilerin en düşük değerleri alınarak oluşturulan eğriyi dikkate almak, bir dereceye kadar, ihtiyatlı bir davranış olur.

Sonuç olarak řu söylenebilir: Kusursuz ve kaliteli bir CD, çok iyi bir müzik seti ve iyi bir müzik dinleme odası i mekân akustiği, gerekli sessiz ortamı bulamazsa, yine de amaçlanan müzik dinleme konforu tam anlamıyla elde edilmiş olmaz.

28.05.1999 - YTÜ

Prof. řazi SİREL

YFU Yön. Kur. Břk.
Türk Akustik Derneęi
Onur yesi