**2.2.3 Uzamsal Özilişki (SPAC) Dönüşümü**

Aralarından Δx = x2-x1 mesafesi bulunan iki jeofon kaydı f1(x0,t) ve f2(x1,t)’ nin Fourier dönüşümleri F1(x0,w) ve F2(x1,w):

F1(x0,t) =  (2.15)

ve

F2(x1,t) =  (2.16)

ile verilir. Fourier Dönüşümleri genlik ve faz cinsinden:

F1(x0,t) = Af1(w) e-iφf1(w) (2.17)

ve

F2(x1,t) = Af2(w) e-iφf2(w) (2.18)

ifadeleri kullanılarak iki jeofon kaydı arasındaki faz farkı:

Δφ(w)=φf1(w) - φf2(w) (2.19)

elde edilir. Faz farkı benzer şekilde çapraz ilişki ifadesinden de elde edilebilir. İki jeofon kayıtı, f1(t) ve f2(t) arasında çapraz ilişki:

Cf1f2(w) = F1(x0,w). F2(x1,w) = Af1(w) Af2(w) eiΔφ(w) (2.20)

ifadesinden faz farkı doğrudan çapraz ilişkinin faz spektrumudur. İki kayıt arasındaki faz farkı, Δφ(w) kullanılarak faz hızı için:

V(f) = wΔx/Δφ(w) (2.21)

bağıntısı kullanılarak hesaplanır. Zaman ortamında iki jeofon kaydı, f(t) ve g(t) arasındaki çapraz ilişki,:

Ccfg(τ) = f(t)\*g(t+τ) (2.22)

Zaman ortamında çapraz ilişki, frekans ortamında çapraz güç spektrumuna eşittir:

CCfg(w)=F(w)G\*(w)=Af(w)Ag(w)eiΔφ(w) (2.23)

Burada \* karmaşık eşleniği, Af(w) ve Ag(w) sırasıyla F(w) ve G(w)’ nın genlik spektrumlarını gösterir. (2.19) bağıntısıyla verilen faz farkı, Δφ(w) (2.23) bağıntısında kullanılırsa f(t) ve g(t) gibi iki jeofon kaydının çapraz güç spektrumu:

CCfg(w)=F(w)G\*(w)=Af(w)Ag(w)ei wΔx/ V(f) (2.24)

elde edilir. Zaman veya uzaklığa bağlı iki zaman serisinin birbirleriyle ilişkisinin incelenmesi jeofizikte çapraz ilişki (cross correlation) olarak bilinir. Bu tür ilişkiler diğer bilim dalllarında da benzer amaçlarla kullanılmaktadır. Örneğin istatistikte bu işlem iki süreç arasındaki uyumun bir ölçüsü (coherence) olarak kullanılır. Zaman ortamında çapraz ilişki geçikmeye (lag) bağlı olarak hesaplanırken frekans ortamında her bir frekans değerindeki ilişki araştırılır. İlişki düzeyi 0-1 aralığında değer alır. 1 değeri iki süreç arasında ilgili frekansta veya gecikmede kuvvetli bir ilişkinin olduğunu gösterir. Frekans ortamında iki süreç arasındaki uyum, Cfg(w):

Cfg(w)= CCfg(w)/[ Af(w) Ag(w) ] ei wΔx/ V(f) (2.25)

ile verilir. Burada Af(w), F(w) ve G(w) gibi iki fonksiyon arasındaki çapraz güç spektrumu genlik değerlerini gösterir. Çapraz ilişkiye benzer şekilde zaman ortamında aralarında Δx mesafesi olan iki zaman serisi arasındaki özilişki:

AC(x,t)=f(x,t)\*(f(x+dx,t) (2.26)

ile verilir. Frekans ortamında özilişki:

AC(Δx,w)=F(Δx,w) F\*(Δx,w) (2.27)

Zaman ortamında 2-Boyutlu durumda iki zaman serisi arasındaki özilişki:

AC(x,y,t)=f(x,y,t)\*f(x+dx,y+dy,t) (2.28)

Frekans ortamında ise:

AC(Δx, Δy,w)=F(x,y,w)F\*(x+Δx,y+Δy,w) (2.29)

ile verilir. Kutupsal (polar) koordinatlarda iki jeofon arası uzaklık r olmak üzere yatay ve düşey bileşenler Δx, Δy için Δx=rcos(θ) ve Δy=rsin(θ) ilişkisinden yararlanılarak,

AC(r,w)=F(x,y,w)F\*(x+Δx,y+Δy,w) (2.30)

ile verilir. İki jeofon arasındaki uyum(koherans) fonksiyonu:

Cfg(r,w)=AC(r,w)/[A(x,y,w)A(x+Δx,y+Δy,w) ] (2.31)

yapısında elde edilir. Bir boyutta zaman serisi için verilen (2.25) veya iki boyutta zaman serisi için verilen (2.31) karmaşık ifadelerin gerçel kısmı alınırsa,

Gerçel(Cfg(w))= cos[wΔx/V(w)] (2.32)

elde edilir. İki boyutlu bir dizey için SPAC karmaşık uyum fonksiyonu, C' nin doğrultuya göre ortalaması alınarak elde edilir. Buna göre SPAC:

 (2.33)

Burada, r doğrusal dizilim için iki jeofon arasındaki mesafe veya dairesel dizilim için yarıçaptır. ise iki alıcı arasındaki doğrultu açısıdır. Aralarında r uzaklığı bulunan iki jeofon arasındaki uyum fonksiyonu, sıfırıncı mertebeden birinci tür Bessel fonksiyonuna eşittir. Sıfırıncı mertebeden birinci tür Bessel fonksiyonu

 (2.34)

ve Sıfırıncı mertebeden birinci tür Bessel fonksiyonu seri açılımı:

 (2.35)

ile verilir. Burada Nr, dizilimde jeofonlar arası farklı uzaklıkların sayısını, k dalgasayısını gösterir. (2.34) bağıntısı kullanılarak, (2.32) bağıntısındaki sağ yanın doğrultuya göre ortalaması:

 (2.36)

yazılabilir. (2.33) ve (2.36) bağıntılarından,

 (2.37)

elde edilir. Burada c(w) w frekansındaki faz hızıdır. (2.37) bağıntısının sol tarafı ölçülen (veya gözlenen) verisinden hesaplanabilir. Faz hızının (2.37) bağıntısından hesaplanmasında bağıntının sağ ve sol tarafı karşılaştırılarak yapılır. Bu karşılaştırmada sağ yanda bulunan Bessel fonksiyonu parametresi olan faz hızı değiştirilerek sol taraf ile kıyaslanır ve hatanın en küçüklenmesi istenir. En küçük hatanın elde edildiği faz hızı, c(w) w frekansındaki faz hızı olarak değerlendirilir. Jeofon çiftleri arasında hesaplanan uyum fonksiyonuna “SPAC fonksiyonu (Spatial AutoCorrelation function)” denir. SPAC fonksiyonu, dizilimdeki her bir dizilim geometrisi (konfigürasyon) için hesaplanır ve ortalaması alınarak gösterilir.



**Şekil 2.12** Dört istasyonlu eşkenar üçgen dizilim geometrisi.

Şekil 2.12’ deki gibi bir eşkenar üçgen dizilim geometrisinde, r1 mesafesi için SPAC fonksiyonu,

SPACr1=[Coh12(r1,w) + Coh13(r1,w) + Coh14(r1,w) ]/3

ve r2 mesajesi için:

SPACr2=[Coh23(r2,w) + Coh24(r2,w) + Coh34(r2,w) ]/3

şeklinde hesaplanır (*NOT:* pasif kaynaklı yüzey dalgasının SPAC yöntemi ile analizinde iyi bir dispersiyon görüntüsü elde edebilmek için en az 10 dakikalık kayıt alınmalıdır.