



İklim Türevleri ve Fiyatlandırılması

Doç. Dr. Nurgül Chambers
Marmara Üniv., İİBF

Özet

Çoğu şirket hava koşullarından etkilenir. Örnek olarak ılık bir kışta daha az enerji satan yerel enerji dağıtım şirketleri, yağmur nedeniyle iş günü kaybeden inşaat şirketleri, serin bir yazda azalan klima talebinden dolayı daha az elektrik satan elektrik şirketleri gösterilebilir. İklim türevleri, şirketlerin hava koşullarındaki bu tür değişikliklerden doğabilecek zararlara karşı kendilerini güvence altına almalarını sağlayan finansal kontratlardır. İklim türevleri piyasası 90'lı yılların sonlarına doğru kurulmuştur. Bu piyasada, aralarında enerji şirketleri, bankalar ve sigorta şirketlerinin de bulunduğu birçok değişik türde şirket katılımcı olarak yer alır.

Anahtar Sözcükler: İklim türevleri, iklim türevlerinin fiyatlandırılması, türev ürünler.

Abstract (Weather Derivatives and Their Pricing)

Many companies are affected by the weather. Examples include domestic energy supply companies that sell less energy in a warm winter, building companies that lose working days due to rain and electricity companies that sell less electricity in a cool summer because of the reduced demand for air conditioning. Weather derivatives are financial contracts that allow companies to insure themselves against the losses they can incur as a result of such weather fluctuations. The market for weather derivatives was launched in the late 90's. A number of different types of company act as participants in this market, including energy companies, banks and insurance companies.

Key Words: Weather derivatives, pricing weather derivatives, derivative securities.

1. Giriş

İşletme yöneticilerinin, elde ettikleri düşük karlar için hava durumunu suçlamaya devam edemeyeceklerini anlamaları, iklim türevlerinin çıkış noktasını oluşturmuştur. İklim türevleri, değişen hava koşullarından işletme faaliyetlerinin etkilenme riskini azaltmak ya da gidermek amacıyla geliştirilmiştir. İklim türevleri hava durumundaki değişikliklere bağlı olarak taraflar arasında bir ödeme sistemini içeren finansal sözleşmelerdir.

Bu sözleşmelerle, olumsuz hava koşullarına karşı işletmelerin nakit akımlarını düzenleyebileceği anlaşılmıştır. İklim türevlerinin temel değişkenleri hava sıcaklığı, nem, yağmur veya kar yağışı olmakla

birlikte en çok kullanılan temel değişken hava sıcaklığıdır.

İklim türevleri, hava koşullarındaki değişikliklerden kaynaklanan risk nedeniyle faaliyetleri ve kazançları olumsuz etkilenen taraflarca kullanılır. Bunlar arasında enerji, inşaat, altyapı ve sigorta şirketleri, tarım sektörü, eğlence merkezleri, süper market zincirleri, mevsimlik çalışan işletmeler, kar temizleme maliyeti olan şehirler, ısıtma ve soğutma faturası sabit olsun isteyen tüketiciler ve hava koşulları nedeniyle oluşan kötü performansa karşı önlem almak isteyen diğer şirketlerdir. Bunlar arasında hava koşullarından en fazla etkilenen ve hava durumu risk yönetimi konusunun hızla gelişmesine

sebepe olan sektör enerji sektörüdür. Hava değişikliklerinden kaynaklanan risklere karşı korunma potansiyelinin belirlenebilmesi ve uygun korunma stratejilerinin geliştirilebilmesi için taraflarca öncelikle iklim türevlerinin hangi boyutta bir hava düzensizliğine karşı kullanılacağıın bilinmesi gerekmektedir.

İklim türevleri oldukça yakın bir geçmişe sahip olup, piyasalardaki ilk işlem 1997 yılında ABD’de yapılmıştır. İklim türevleri hemen hemen bütün yatırım araçlarından bağımsız olarak, yeni ve çekici bir finansal ürün olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada yeni bir türev ürünü olan iklim türevleri hakkında genel bilgi verilmesi, türleri ve fiyatlandırma tekniklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. İklim Türevlerinin Tanımı ve Genel Özellikleri

İklim türevleri, firmaların faaliyetlerini engelleyen ve gelirlerini düşüren iklim risklerini yönetmelerine izin veren, bir dizi kazanç ve maliyet çeşitliliğini de beraberinde getiren yeni bir menkul değer türü olarak ortaya çıkmıştır (Barrieu / El Karoui, s.79). Başka bir deyişle, iklim türevleri tahmin edilemeyen hava koşullarının neden olduğu gelir ve harcamalardaki hareketliliği dengede tutmak amacıyla geliştirilmiş araçlardır.

İklim türevleri piyasası kurulduğu yıldan bu yana sağlıklı bir büyüme göstermiştir. Her ne kadar iklim türevleri piyasası enerji sektöründen doğmuş olsa da kısa sürede diğer sanayi dalları arasında da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bunun önemli bir nedeni, şirketlerin beklenmedik hava durumlarına karşı korunmanın getirdiği finansal kazançları fark etmeleridir. İklim türevleri, kendilerini finansal varlık ve emtianın fiyat riski ile diğer risk kaynaklarından ayıran özellikleri nedeniyle, finansal ürünlerin alım satımının yapıldığı bir dünyada eşsizdir (Dunis./Karalis, s.2).

İklim türevleri piyasasındaki büyüme 2000 yılından bu yana hız kazanmıştır. Hava Risk Yönetim Birliği (WRMA), tarafından yapılan, II. Yıllık Hava Risk Endüstrisi araştırmasına göre iklim türevlerinin toplam pazar büyüklüğü 2001 yılı

sonunda 11.5 Milyar \$’a ulaşmıştır (Dunis/Karalis, s.3).

İlk çıktığı yıllarda tezgah üstü piyasalarda işlem görmeye başlayan iklim türevleri, 1999 yılında ABD’de, sözleşmelerin standartlaştırılması ve organize piyasalarda işlem görmeleri için büyük bir girişimde bulunulmuştur. Bu girişimler sonucunda, belirtilen tarihten itibaren Şikago Ticaret Borsasında (CME) ve Avrupa’da LİFFE’de işlem görmeye başlamışlardır. Organize olmuş bu piyasalarda iklim türevleri opsiyon, futures, swap ve tahvil halinde standartlaşmış sözleşmeler olarak dolaşımda bulunmaktadır.

Tezgah üstü piyasalarda işlem gören iklim türevleri diğer türev ürünler gibi esnek olup son kullanıcının istekleri doğrultusunda düzenlenebilir. Bu piyasadaki iklim türevleri tipik hava koşullarına dayalı türevler olabileceği gibi doğal afetlere yönelik de olabilmektedir. Örneğin belirli bir bölgede, belirli şiddette bir deprem, sel ya da volkanik olayların gerçekleşmesi gibi. Doğal afet opsiyonlarında opsiyon alıcısı, ilgili sözleşme çerçevesinde özel bir doğa olayının gerçekleşmesi halinde belirlenmiş seviyede zararlarla karşılaşılma ihtimali için prim ödemesinde bulunur. Swap şeklinde düzenlenen doğal afet sözleşmelerinde ön prim ödemesi olmayan ancak sabit oranlı veya değişken oranlı ödemelerin söz konusu olduğu bir swap yapısı ortaya çıkar (Rodgon, s.1,4).

İklim türevleri ile sigorta sözleşmeleri arasındaki temel fark, sigorta sözleşmesinde hava durumuna bağlı finansal zararların karşılanabilmesi için zarar görüldüğünün kanıtlanması gerektiğidir. Zararın kanıtlanamaması durumunda herhangi bir ödemede bulunulmaz. İklim türevlerinde ise ödemeler, türev sahibinin nasıl ve hangi oranda etkilendiğine bakılmaksızın hava durumunun gerçekleşen sonucuna göre yapılır. Sigorta sözleşmeleri genellikle deprem ve tayfun gibi olağanüstü hava olaylarından korunmak için düzenlenir ve normal hava şartlarındaki anormallikler için kullanılmaz. Buna karşın iklim türevleri hava koşullarındaki herhangi bir değişiklik için oluşturulabilir. Hatta sigorta sözleşmelerinin tersine iyi havaya karşı da

önlem almaya olanak sağlar. İklim türevleri piyasasında, örneğin soğuk bir kış mevsiminde kazanç sağlayacak olan bir tarafa karşılık, sıcak bir kış nedeniyle kar edebilecek olan diğer bir taraf vardır. Bu iki taraf iklim türevleri piyasasında birbirleriyle karşılaşabilir ve birbirinin risklerini çevreleyen bir sözleşmeye beraberce girebilirler. Bu durum sigorta piyasasında mümkün değildir (Alaton, et al., s.6).

İklim türevleri geleneksel finansal türevlerden çeşitli açılardan farklıdır. Finansal türev ürünler değerleri diğer bazı temel varlıklara bağlı olan finansal ürünlerdir. Bu temel varlıklar da hisse senetleri, tahviller, yabancı para, faiz ve emtia olarak sıralanabilir. Bu anlamda finansal türevler cari piyasada alım satım konu olan varlıkların uzantısı (türevi) konumundaki finansal araçlardır (Chambers, s.1). İklim türevlerinin bağlı olduğu temel varlık ise hava koşulları olduğundan cari piyasada alınıp satılması sözkonusu değildir. İkinci bir fark, fiyatı hedge etmek için oldukça uygun ama miktarı hedge etmek için uygun olmayan finansal türevlerin tersine, iklim türevleri miktarı hedge etmede yararlı fakat fiyatı hedge etmede yararsızdır. Başka bir deyişle iklim türevleri hava koşullarındaki değişiklikler nedeniyle oluşan miktar değişimlerine karşı koruma sağlar. Üçüncü fark ise iklim türevleri piyasasında likiditenin artmasına rağmen, görünen o ki geleneksel finansal türevler piyasası kadar gelişmeyeceğidir. Bunun nedeni havanın doğası gereği standart dışı bir varlık olmasıdır (Campbell/ Diebold, s.2).

İklim türevleri riski düşük getirisi yüksek bir yatırım portföyü oluşturulmasında kullanılabilir. Bu türevlerin, birbirleriyle bağlantısı olmayan ve birbirinden farklı hava göstergelerine dayanması, çeşitlendirilmelerine olanak sağlamakta, bu da portföyün riskini azaltmaktadır. İklim türevleri ve ticareti yapılan emtiadan oluşan bir portföy, hava ve emtia fiyatları arasındaki korelasyon nedeniyle düşük riskli yüksek getiri sağlayabilir. Hisse senedi ve tahvillerden oluşan standart bir yatırım portföyünün kapsamında az sayıda da olsa iklim türevi bulundurmakla, portföyün riski iklim türevlerinin olmadığı duruma

göre daha az riskli hale gelebilecektir. Bunun nedeni iklim türevleri ile finansal piyasalar arasında bir korelasyon olmayışıdır (Jewson, June 2004, s.1).

Literatürde iklim türevlerinin risk ve getirisini hesaplamak için çeşitli modeller geliştirilmiştir. Bunlardan biri CJB modelidir. Bu modelde tek bir yerde, yüzey hava sıcaklığına dayanan tek bir kontratın nasıl modelleneceği sorunu incelenir. CJB, modellenen sıcaklıkların yararlı bir tahmin yapılamayacak kadar gelecekte uzak olması durumunda uygulanabilecek bir modeldir. CJB'de tartışıldığı gibi bir kontratın değil, çok sayıda kontratın fiyatlandırılması ve yönetilmesi önem taşımaktadır. İklim türevlerinden oluşan bir portföyü yönetmenin zorluklarından biri, her bir değişkenin marjinal dağılımlarını ve değişkenler arasındaki bağımlılıkları da barındıran birçok iklim değişkenini, çok değişkenli bir dağılım olarak modellemektir. Bu başarıldıktan sonra risk ve portföyün getirisi arasındaki marjinal değişiklikler göz önüne alınarak kontratlar tek olarak fiyatlandırılabilir ve risk yönetimi olağanüstü sonuçların olasılıklarına bakılarak yapılabilir (Caballero / Jewson, s. 2).

3. İklim Türevlerinin Fiyatlandırılmasında Temel Değişkenler

Günümüz iklim türevleri piyasasının en önemli konularında biri fiyatlandırmadır. Tezgaah üstü piyasalarda iklim türevlerinin yeterince likit olmayışının önde gelen nedenlerinden biri fiyatlandırma prosesinin şeffaflıktan uzak oluşudur. Bazı yatırımcılar kendi fiyatlama modelini, bazıları da klasik Black – Scholes modelini kullanmaktadır. Oysa ki bu model, (daha sonra açıklanacağı üzere) iklim türevleri için uygun bir model değildir (Weather Derivatives Pricing ..., s.31).

Finansal türev ürünlerinin fiyatı bağlı oldukları varlığın fiyatına dayanılarak ölçülür. Benzer şekilde, iklim türevlerinin fiyatı da bağlı oldukları varlık olarak kabul edilen hava ölçümleriyle belirlenir. Ölçümün türü iklim sözleşmesinin özelliklerine bağlıdır. Bu ölçümler ısıtma günleri derecesi (Heating Degree Days, HDD), soğutma günleri derecesi (Cooling Degree Days, CDD), belirli bir dönem içinde yağın

yağmur ve kar miktarı olabilir. Bunların yanısıra, sıkça kullanılmayan enerji günleri derecesi ve tarım sektörüyle ilgili büyüyen günler derecesi (GDD) gibi diğer ölçümler de vardır. Ancak piyasada dolaşımda bulunan iklim türevlerinin %98-99 oranında hava sıcaklığı ölçümlerine bağlı olduğu tahmin edilmektedir (Garman, et al., s.1).

Sıcaklığa bağlı olarak alınıp satılan iklim türevleri, günlük derece ölçümleri olan HDD ve CDD ile ilgili sözleşmelerdir. Bir derece günü ise ortalama günlük sıcaklığın önceden belirlenmiş olan bir sıcaklıktan sapma durumunu gösterir. Amerika'da standart taban ısı 65° F (18° C) olarak kabul edilmiştir. Bunun altında olan derecelerde ısıtma aletlerinin çalışması (HDD), üstünde olan derecelerde ise klimaların, soğutucuların (CDD) çalışması beklenir (Dunis/Karalis, s.2).

3.1. Günlük Sıcaklık Derecesi

Yukarıda belirtildiği üzere iklim türevlerinde önemli temel değişken sıcaklık ölçüm günüdür. Bunun için maksimum ya da minimum sıcaklık değerleri gibi farklı sıcaklıklar kümülatif olarak dikkate alınır. Toplam soğuk ve sıcak gün sayısı, belirlenmiş zaman dilimindeki tüm günlerin günlük sıcaklık değerlerine bağlı olarak bulunur. Günlük sıcaklık derecesi ise aşağıdaki gibi hesaplanır (Alaton, et al., s.4).

$$T_i = \frac{T_i^{\max} + T_i^{\min}}{2}$$

Yukarıdaki formül i günü hava sıcaklığı tanımını göstermektedir. Günlük ortalama sıcaklık derecesi T_i belirli bir hava durumu istasyonunda, i gününde ölçülmüş T_i^{\max} ve T_i^{\min} en yüksek ve en düşük sıcaklığı Celcius olarak (bazan Fahrenheit) gösterir. Günlük ortalama sıcaklık derecesi hesap-

landıktan sonra sıcaklık günleri derecesi hesaplanabilir.

3.2. Sıcaklık Derecesi Ölçümleri

HDD ile CDD temel bir sıcaklık düzeyinden, günlük ortalama sıcaklığın farkını ölçer. Bir HDD ortalama günlük sıcaklık derecesinin belirli bir sıcaklık düzeyinin altında kalması durumunda ortaya çıkan derecedir. Bir CDD ise ortalama günlük sıcaklık derecesinin belirli bir sıcaklık düzeyinin üzerinde olması durumunu gösterir. Bu açıklamalara dayanarak (Garman, et al., s.1, 2):

Günlük HDD=Max (0, Belirlenmiş temel sıcaklık düzeyi – Ortalama günlük sıcaklık)

Günlük CDD=Max (0, Ortalama günlük sıcaklık – Belirlenmiş temel sıcaklık düzeyi)

Formüllerde yer alan temel sıcaklık düzeyi genellikle Fahrenheit olarak 65°, Celcius olarak 18° olarak belirlenmiştir. Bu durumda HDD ve CDD'nin belirli bir i günü için hesaplanması aşağıdaki gibi gösterilebilir (Alaton, et al., s.4).

$$HDD_i = \max(18^\circ - T_i, 0) \quad \text{ve} \quad CDD_i = \max(T_i - 18^\circ, 0)$$

HDD ve CDD belirli bir dönem için hesaplanmak istendiğinde, yalnızca günlük HDD'ler veya CDD'lerin kendi içlerinde birbirine eklenmesi yeterlidir. 7 Günlük bir süre için hesaplanışlarına ilişkin örnek tablolara aşağıda yer verilmiştir. Tablolarda yer alan sıcaklıklar belirli bir coğrafik alanda gözlenmiş ve temel sıcaklık derecesi 65° Fahrenheit olarak alınmıştır (Garman, et al., s. 2).

Tablo 1 : Günlük ve Kümülatif HDD'lerin Hesaplanması

Günler	Temel Sıcaklık Derecesi 65° Fahrenheit							Toplam HDD
	1	2	3	4	5	6	7	
Ort. Gün. Sıc.	50	48	55	65	61	51	49	
HDD	15	17	10	0	4	14	16	76

Tablo 2 : Günlük ve Kümülatif CDD'lerin Hesaplanması

Günler	Temel Sıcaklık Derecesi 65° Fahrenheit							Toplam CDD
	1	2	3	4	5	6	7	
Ort. Gün. Sıc.	76	66	65	65	68	70	74	
CDD	11	1	0	0	3	5	9	29

Sıcaklık bazlı iklim türevlerinin çoğu belirli bir zaman periyodu içinde HDD ve CDD'nin kümülatif toplamına dayanır. Literatürde, bir takvim ayı boyunca günlük HDD ve CDD'nin kümülatif toplamı derece günleri endeksi olarak anılır. Aynı zamanda CME sözleşmeleri olarak da adlandırılan derece günleri endeksi, bu endeksi baz alan futures kontratları ve futures opsiyonları alıp satmayı önerir. Söz konusu endeks halen 11 Amerikan eyaleti için belirlenmektedir. Kümülatif HDD ve CDD'nin hesaplanışına ilişkin formüller aşağıda yer almaktadır. Formülde yer alan n sözleşme dönemindeki gün sayısıdır (Alaton, et al., s.4, 5).

$$H_n = \sum_{i=1}^n HDD_i \quad \text{ve} \quad C_n = \sum_{i=1}^n CDD_i$$

3.3. Riskte Maruz Kalma Süreci

İklim türevlerinin bağlı olduğu HDD ve CDD'nin belirlendiği zaman dilimi genellikle bir takvim ayı ya da yaz/kış dönemidir. HDD Sezonu kış aylarında Kasım-Mart dönemini, CDD sezonu ise yaz aylarında Mayıs-Eylül dönemini içerir. Nisan ve Ekim ayları ise "geçiş ayları" olarak belirlenmiştir. Ancak literatürde yapılan çalışmalarda, ele alınan dönemde incelemelerin aylık ya da mevsimlik olarak yapılması veya çalışmaların amacının farklı olması gibi etkenler nedeniyle, yukarıda belirtilen aylarda değişiklik yapıldığı görülmektedir. Örneğin aylık endekslerin incelendiği bir çalışmada kış dönemi için Aralık, Ocak, Şubat ayları, yaz dönemi içinse Haziran, Temmuz, Ağustos ayları riske maruz kalma süreci olarak ele alınmıştır. Gerekçe olarak da bahsedilen ayların yılın en sıcak ve en soğuk ayları olduğu ve bu dönemde riskten korunmaya

gerek duyulduğu belirtilmiştir (Roustant, et al., s.2, 3).

4. İklim Türevlerinin Çeşitleri ve Fiyatlandırılmaları

Dolaşımda bulunan iklim türevlerinin büyük bir çoğunluğu call veya put opsiyonlar, swaplar ya da bunların kombinasyonu şeklindedir. İklim türevlerinde getiriler, önceden belirlenmiş olan ve sözleşmede yer alan HDD veya CDD ile sözleşme dönemi boyunca görülen, gerçek-leşen kümülatif HDD veya CDD düzeyleri arasındaki farkın, belirli bir tutar, genellikle her derece günü için 1000 \$, ile çarpılmasıyla bulunur. Taraflar arasındaki maksimum getiriyi sınırlandırmak için sözleşmelerde genellikle bir üst limit belirlenmiştir (Garman, et al., s.3).

4.1. İklim Opsiyonları

İklim türevleri sözleşmelerinde yer alan, önceden belirlenmiş HDD ve CDD'ler, iklim opsiyonlarında kullanım derecesi veya kullanım düzeyi olarak adlandırılabilir. Sözleşmede yer alan bu unsur finansal opsiyonlardaki kullanım fiyatına karşılık gelir.

İklim türevlerinde bir HDD call opsiyonunun alıcısı sözleşmenin başlangıcında satıcıya bir prim öder. Bunun karşılığında, sözleşme süresindeki kümülatif HDD, önceden belirlenmiş olan ve sözleşmede yer alan kullanım derecesinden daha büyükse alıcıya bir ödeme yapılır. Ödeme tutarı kullanım derecesi ve tick büyüklüğü tarafından belirlenir. Tick büyüklüğü, sözleşme süresince kullanım derecesi üzerinde kalan her bir derece günü için call opsiyon sahibinin elde edeceği parasal tutardır (Alaton, et al., s. 5). Tick büyüklüğü, en küçük fiyat hareketi genişliği olarak da tanımlanabilir.

Kapsamlı bir iklim opsiyonunda şu parametreler yer alır: Sözleşme çeşidi (call veya put opsiyon), sözleşme dönemi, ilgili

endeks tabanı (HDD, CDD), hava sıcaklığı verilerinin elde edildiği resmi hava durumu istasyonu, kullanım derecesi (kullanım düzeyi), tick büyüklüğü, ödenen prim (call ve put opsiyon için), maksimum ödeme (eğer belirlenmişse) (Zeng, s.73). Üst ödeme limiti belirlenmemiş bir HDD ve CDD call opsiyonu için ödeme tutarları aşağıdadır (Alaton, et al., s. 5):

$$X = \alpha \max (H_n - K, 0) \quad \text{ve}$$

$$X = \alpha \max (C_n - K, 0)$$

Formüllerde; X = call opsiyonun ödeme tutarı, α = tick büyüklüğü, K = kullanım derecesidir. Bir CDD call opsiyonunun sözleşmede belirtilen kullanım derecesi 1000 CDD, tick büyüklüğü 5.000 \$ ise opsiyonun ödeme tutarına ilişkin formül aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

$$\text{İklim call opsiyonunun ödeme tutarı} \\ = 5.000 \$ \times \max (C_n - 1000)$$

Call ve put opsiyonları ödemelerine ilişkin formüller aşağıdaki gibi geliştirilebilir. Formüller HDD iklim opsiyonları için verilmiştir (Garman, et al., s.3).

$$\text{İklim call opsiyonunun ödeme tutarı} \\ = p (\$/DD) \times \max (0, H_n - K)$$

$$\text{İklim put opsiyonunun ödeme tutarı} \\ = p (\$/DD) \times \max (K - 0, H_n)$$

Formüllerde yer alan p (\$/DD), bir derece günü için ödeme tutarını belirten tick büyüklüğüdür. Yukarıdaki formüller benzer şekilde CDD call ve put iklim opsiyonları için de düzenlenebilir. Bir iklim call opsiyonunda uzun pozisyonda olan alıcı, bir sezon için belirlenen HDD veya CDD' nin, kullanım derecesi olan K'dan büyük olması durumunda bir getiri sağlar. İklim put opsiyonunda uzun pozisyonda olan alıcı ise bir sezon için belirlenen HDD veya CDD, kullanım derecesi olan K'dan düşükse bir getiri elde eder. Opsiyon ödemeleri için üst sınır belirlenmişse call ve put opsiyonların ödeme tutarlarına ilişkin formüller aşağıdaki gibi düzenlenir.

$$\text{İklim call opsiyonunun ödeme tutarı} \\ = \min [p (\$/DD) \times \max (0, H_n - K), h]$$

$$\text{İklim put opsiyonunun ödeme tutarı} \\ = \min [p (\$/DD) \times \max (K - 0, H_n), h]$$

Formüllerde yer alan h Dolar olarak belirlenen maksimum ödeme tutarıdır. Alım satma konu olan bir iklim opsiyonunun fiyat tablosuna ilişkin bir örnek aşağıda verilmiştir. (Garman, et al., s.4).

Tablo 3 : Bir İklim Opsiyonunun Fiyat Tablosu

Bölge	Ölçüm Yeri	Derece			Opsiyon Türü	Alım (1000\$)	Satım (1000\$)	Tick Büyüklük. (\$)	Mak. Öd. (Mil. \$)
		Günler	Dönem	Kullan. Der.					
Las Vegas	23.169	CDD	Mayıs-Ekim	3210	Call	260	300	5.000	1
Philadelphia	13.739	CDD	Ağustos	370	Call	115	125	5.000	1

4.2. İklim Swapları

Teknik olarak ele alındığında iklim swapları futures veya forward kontrat olarak düşünülebilir. İklim swapları herhangi bir prim ödenmeden alınıp satılabilir ve ödemeler sıcaklık endekslerine bağlıdır.

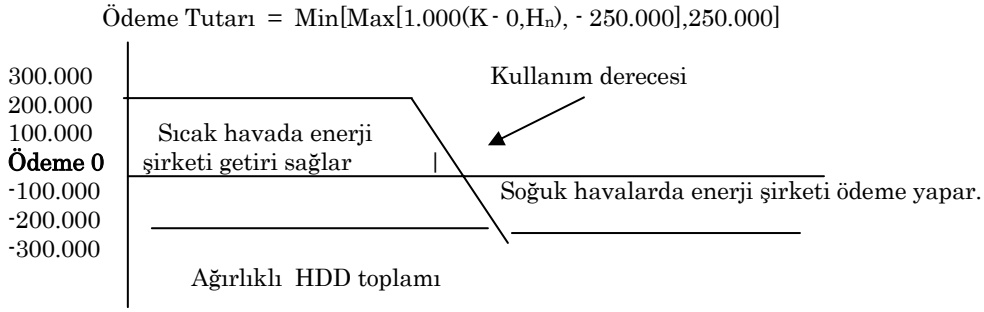
Fiyatlar endeksin kullanım düzeyine göre kote edilir. İklim swapları forwardlar gibi tek dönemlik ve bir defalık ödemelere sahiptir ve oldukça geniş bir alana yayılan tezgah üstü piyasalarda işlem görür. Aynı zamanda swaplar futureslar gibi aylık ya

da sezonluk kontratlar olarak organize piyasalarda dolaşımında bulunur (Jewson, June 2004, s.1). Bir iklim swapı, kullanım dereceleri ve coğrafi bölgeleri aynı olan bir call veya put opsiyonun kombinasyonu olarak da düşünülebilir. Bu swaplara ilişkin ödemeler aşağıdaki gibi gösterilebilir. (Garman, et al., s.5).

$$\min [p (\$/DD) \times \max (0, H_n - K), h] - \min [p (\$/DD) \times \max (K - 0, H_n), h]$$

Swapta uzun pozisyonda olan taraf, önceden belirlenmiş olan HDD veya CDD kullanım düzeyinden daha yüksekse bir getiri sağlayacaktır. Eğer sözleşmede belir-

lenmiş olan HDD veya CDD kullanım düzeyinden daha düşükse kendisi karşı tarafa bir ödeme yapacaktır. Burada HDD bazlı ve limitli iklim swaplarına ilişkin bir örneğe yer verilmiştir. Bir enerji şirketi sıcak kış sezonlarında enerji kullanımının azalışından doğacak düşük getiri riskini karşı bir taraf bularak güvenceye almak istemektedir. Karşı tarafla yapılan anlaşmada tick büyüklüğü 1.000, pozitif veya negatif durumlar için ödeme limiti 250.000 Euro olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre enerji şirketinin ödeme tutarı aşağıdaki gibi formülde ve şekil üzerinde gösterilebilir (Valuation of Weather Derivatives ..., s.1,2).



Yapılan swap anlaşmasına göre, enerji şirketi sıcak geçen kış sezonunda satışların azalması sonucunda düşük kar elde edeceğinden karşı taraf kendisine ödemedede bulunacaktır. Buna karşılık, soğuk kış döneminde enerji şirketinin satışları ve dolayısıyla karı artacak ve kışın soğuk geçmesi nedeniyle zarara uğrayan karşı tarafa ödemedede bulunacaktır. Bu anlaşma ile toplam beklenen getiri sabitlenmiş olmaktadır.

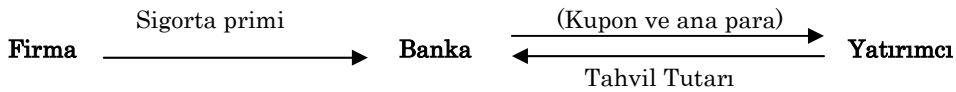
4.3. İklim Tahvilleri

İklim tahvillerinde ana para tutarı risksiz, buna karşılık kupon ödemeleri önceden belirlenmiş olan bir iklim koşulunun gerçekleşmesine bağlıdır. Başka bir deyişle sözkonusu koşul meydana geldiğinde ku-

pon tutarı azaltılacaktır. Bu durumda, tahvili elinde bulunduranlar hiçbir şey olmadığı zaman almaları gereken tutardan daha azını alacaklardır.

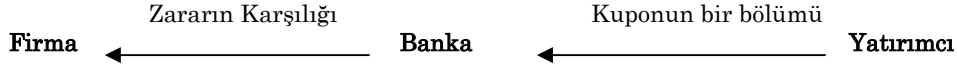
Burada iklim tahviline ilişkin bir örneğe yer verilmiştir (Barrieu/ El Karoui, s. 80, 81). İklim riskiyle karşılaşma olasılığı bulunan bir firmanın riskten kaçınmak için bir bankayla bağlantı kurduğunu düşünelim.

Banka firmadan aldığı prim karşılığında, bir iklim tahvili çıkarır ve bu yolla riski tahvil sahiplerine dağıtma olanağını elde eder. Eğer tahvilin vadesi boyunca hava durumuyla ilgili herhangi bir olay meydana gelmezse, nakit akışı aşağıda gösterildiği gibi bir yapı sergiler.



Yatırımcı aldığı tahvil karşılığında nakit tutarı bankaya öder. Eğer iklim koşullarında bir değişiklik olmazsa vadesinde yatırımcı kupon ve tahvilin ana parasına sahip olacaktır. Tahvilin vadesi

boyunca iklim koşullarında değişiklik olursa aşağıda gösterilen durum söz konusu olur ve nakit akışı bu duruma göre yön değiştirir.



İklim koşullarındaki bir değişiklik nedeniyle firmanın zarara uğraması durumunda yatırımcı tahvil kuponunun bir bölümünü bankaya, banka da zararını karşılaması için firmaya verir. Her durumda

bütün ödemeler banka aracılığıyla yapılır. İklim tahvilinin vadesi boyunca ortaya çıkabilecek nakit akımları bir bütün olarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4 : İklim Tahvilinde Nakit Akımları

	Ödenen Nakit Akımları	Alınan Nakit Akımları
Firma	Prim	İklim değişikliği nedeniyle oluşacak zararını giderecek tutar
Yatırımcı	İklim değişikliği durumunda kuponun bir bölümüne ilişkin nakit tutarı	Kupon + Ana para

İklim koşullarındaki değişiklik nedeniyle ortaya çıkacak nakit akımları koyu harflerle belirtilmiştir. Bu işlemde firma, banka ve yatırımcı olmak üzere üç taraf vardır. Firma ile yatırımcı arasındaki doğrudan bir ilişki genellikle söz konusu değildir. Çünkü firma, özellikle risk transferi konusunda banka ile aynı niteliklere sahip değildir. Böyle bir tahvil çıkarımında, geleneksel tahvillerin tersine iklim tahvillerinin kuponları burada önemli bir rol oynar. İklim tahvillerinin kendilerine özgü bir amacı vardır. Bu tahviller, bazı geleneksel tahviller gibi yatırımcıya cazip gelmesi için çıkarılmayıp, bütün işlemin yapısını ve seyrini belirlemektedir.

5. İklim Türevlerini Fiyatlandırma Modelleri

Modellerin incelenmesine geçmeden önce literatürde fiyatlandırma modellerine ilişkin yapılan çalışmalara, sayfa sınırlaması nedeniyle ancak kısaca, değinilebilecektir. Literatürde yapılan bir araştırmada, mevsimsel tek faktör stokastik modeller iklim türevleriyle ilgili değişkenlere uygulanmıştır. Çalışmada, İspanya'da dört hava istasyonunda saptanmış hava sıcaklıklarını ortalama nüfus ağırlıklarına göre gözlemleyip İspanya için günlük hava sıcaklık

endeksi geliştirilmiştir. Yapılan analizlerde üç gerçeğe dikkat çekilmiştir. Bunlar; mevsimsel trend ortalama değişimi içermelidir, sıcaklığa bağlı oynaklık otoregresif davranıştır, oynaklık sıcaklık seviyesinde düşük duyarlılığa sahiptir ve her ikisi arasında ilişki vardır. Bütün bu özellikler iklim türevlerinin fiyatlanmasıyla ilgili bir model seçiminde dikkate alınmalıdır (Torro, et al., s.1-14). Diğer bir çalışmada, fiyatlar üzerindeki en büyük belirsizliğin özellikle trend ve mevsimsellikteki tahmin hatalarından kaynaklandığı saptanmıştır. Trenddeki küçük bir sapmanın sıcaklık seviyesinde ve fiyatlarda daha büyük bir sapmaya neden olabileceği anlaşılmıştır. Eksik yapılan sıcaklık modellemelerinin iklim türev fiyatları için en zararlı etken olduğu ve bu eksikliklerin modelin trend ve mevsimsellik süreçlerine ilişkin karar verme aşamalarından kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır (Roustant, et al., s.2, 3). Başka bir çalışmada, mevcut modellerin hava sıcaklığı anomalilerinin otokorelasyon yapısı ve tahmin dağılımı açısından keskin değişimlerin yaşandığı yerlerde yeterince doğru sonuçlar veremediği iddia edilmiş ve mevsime göre değişen anormal hava sıcaklığı anomalisi dağılımlarını normal dağılımlara

dönüştürebilen bir model sunulmuştur. Ayrıca hem mevsim farklarını hem de gözlenen hava sıcaklığı anomalilerinin yavaşça bozulan otokorelasyon yapısını kapsayan yeni bir parametrik zaman serileri modeli geliştirilmiştir. Bu model mevsim farkları yavaş değiştiğinde kullanılabilir. Ayrıca, aşırı anormallikler ve hızla değişen mevsim farkları olması durumunda dahi kesin şekilde günlük hava sıcaklığını ölçebilen basit ve nonparametrik bir sistem sunulmuştur (Jewson /Caballero, s.1).

5.1. Burn Analizi (Geçmişteki Verileri Kullanarak Model Oluşturmak)

Black – Scholes fiyatlama modelinin iklim türevleri için uygun olmadığına anlaşılmasından kısa bir süre sonra burn analizi ortaya çıkmış ve geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Bu yöntemin üstünlüğü basit, anlaşılır ve hızlı olmasıdır. Buna karşın yöntem bir yıl için yalnızca bir veri seti sağlamak ya da günlük sıcaklıklarla çalışıldığında her yıl için 365 veri seti oluşturmaktadır (Weather Derivatives Pricing ..., s. 31).

Burn analizi geçmişteki meteorolojik veriler ve tahminler kullanılarak bir endeks oluşturmak için çıktılarının dağılımına ilişkin tahminlerde bulunmayı kapsar. Böyle bir analizin ilk aşamasında geçmişe ait toplanan veriler ayıklanır ve düzeltilir. Çünkü hava durumunu ölçen ekipmanların ve veri aktarma sistemlerinin çalışmaması ya da sıcaklık ölçüm istasyonlarının değişmesi sırasında oluşan kesintiler nedeniyle verilerde bazı boşluklar, kayıplar olabilmektedir. Ayıklama ve düzeltme işlemlerinden sonra dahi meteorolojik verilerde bazı hatalar olabilir. (Bu hataların düzeltilmesinde kullanılan yöntemler için bkz. Dunis, /Karalis, s. 4-14). İklim değişiklikleri ve zaman içinde hava istasyonlarının şehir içinde kalması nedeniyle çeşitli eğilimleri bünyesinde barındırır. Bunun anlamı geçmiş 50 yıldaki hava durumunun gelecekteki hava tahminleri ve iklim türevlerinin oluşturulmasında ve dağılımında iyi bir gösterge olmadığıdır. Bu sorun iki yolla aşılabilir. Bunlardan ilki, son 10 yıl gibi daha kısa bir dönemi içeren verilerin kullanılması ve verilerdeki olası boşlukların ihmal edilebilir düzeyde küçük olduğunun

kabul edilmesidir. İkincisi ise 30 veya 50 yıl gibi daha uzun süreli verilerin kullanılması ve bu süreç içindeki eğilimlerin modellenmesine çalışılmasıdır. Bu yöntemlerin her ikisi de uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. İlk yöntemin üstünlüğü basit olmasıdır. Ancak içinde barındırdığı eğilimler nedeniyle yapılan tahminler genel ve önyargılı, olasılık dağılımları da oldukça zayıftır. İkinci yöntemin avantajı önyargılara daha az yer vermesi ve dağılımlara ilişkin daha sağlıklı tahminlerin yapılabilmesidir. Dezavantajı ise eğilim modelinde yer alan parametrelerdeki belirsizlik nedeniyle hataların daha büyük boyutlu ve değişken olmasıdır (Jewson, June 2004, s.2).

Bu doğrultuda yapılan bir çalışmada, ABD’de 200 hava istasyonunda 1950-2003 yılları arasında 54 yıllık sıcaklık verileri alınmış ve her istasyon için HDD ve CDD endeksleri hesaplanmıştır. Daha sonra her istasyon için endekslere 4 eğilimsizleştirme yöntemi uygulanmıştır. Yapılan analizlerle bu yöntemlerin başarısı karşılaştırılmış ve en başarılı olanın eğilimsiz (trend olmayan) yöntem olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca çalışmada 30 yıllık verilerin 10 yıllık verilerden daha iyi olduğu ve aritmetik ortalamayı daha iyi yansıttığı ortaya çıkmıştır (Jewson/Brix, s.1-4).

Burn modelinin bir diğer dezavantajı endeksin olası aşırı değerlerini örnekleyememesidir. Bu durum, geçmişe ait endeks değerlerine uygun bir dağılım tatbik edilerek dağılımın düzleştirilmesi ve daha düşük ve yüksek ihtimallerin de değerlendirilmesi şeklinde bertaraf edilebilir. Bu işlem endeks modellemesi olarak tanımlanır (Jewson/ Caballero, s.2). Bu yöntemin uygulama aşamaları şöyle sıralanabilir (Jewson, March 2004, s.1). Meteorolojik verilerden geçmişe ait endeks değerlerini hesaplamak, bu değerlerden bir trend çıkarmak, trendden kalanlara bir dağılım uyarlamak, uyarlanan dağılımı opsiyon yapısı kullanılarak ödeme dağılımına dönüştürmek ve ödeme dağılımından beklenen ödemeleri hesaplamak.

Burn analizinin temel varsayımı iklim kontratlarının ödemelerine ilişkin geçmişteki kayıtların gelecekteki ödemelerin dağılımının bir göstergesi olacaktır. Kontratın

fiyatı iklim riski ödemelerinin standart sapması dikkate alınarak hesaplanırsa formül şöyledir (Dunis,/Karalis, s.4):

$$\text{Fiyat}_{\text{alım-satım}}(t) = D(t, T) \times (\mu \pm \alpha\sigma)$$

Formülde; $D(t, T)$ = sözleşmenin vadesi olan T 'den fiyatlandırma zamanı t 'ye kadar olan iskonto faktörü, μ = geçmişteki ödemelerin ortalaması, α = satıcının risk toleransını gösteren pozitif bir katsayı, σ = geçmişteki ödemelerin standart sapmasıdır.

5.2. Monte Carlo Simulasyonu

Geçmiş serilere dayanan model oluşturulduktan sonra geleceğe ait serilerin tahmini mümkündür. Bu tahminler Monte Carlo metodu ile yapılabilir. Bunun için öncelikle aşağıdaki değerler tespit edilmiştir (Valuation of Weather Derivatives ..., s.2, 3).

$$E^{\wedge}(g(y)) = \int g(y) f(y) dy = g^{\wedge}$$

Formülde; $g(y)$ = rastgele değişken ve $f(y)$ = olasılık sıklığıdır. g^{\wedge} ise aşağıdaki formül yardımıyla tahmin edilebilir.

$$g^{\wedge} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g(y_i)$$

Formülde yer alan n , bağımsız örnek değerleri olup, olasılık sıklığından tahmini g^{\wedge} 'nin oluşturulması için çekilir. $n=10.000$ olduğu kabul edilirse, 1 Ocak'dan 31 Mart'a kadar gelecek dönemlere ait sıcaklık serileri için 10.000 senaryo oluşturulabilir. Güven aralığı incelendikten sonra bütün senaryolar için önce HDD'ler, bunlara dayanılarak da 10.000 senaryo için ödemeler hesaplanır. Daha sonra bu olası ödemelerin ortalaması alınarak iklim türevinin beklenen getirisi bulunur. Kullanım derecesinin 1.375 HDD olduğu kabul edilirse beklenen kar 100.000 Euro'dan fazla olabilecektir. Daha düşük bir kullanım derecesi ise daha düşük bir karlılık sağlayacaktır. Kullanım derecesinin beklenen ağırlıklı HDD toplamına eşit olması durumunda ödemeler büyük olasılıkla sıfır

olacaktır (Valuation of Weather Derivatives ..., s.1).

5.3. Risk Modelleme Yaklaşımı

İklim türevleri piyasasının yeterince likit ve şeffaf olmayışı nedeniyle, piyasa katılımcıları piyasayı belirleme (işlem günü sonunda elde edilen kar ve zararların tarafların hesabına geçirilmesi) yaklaşımından çok modeli belirleme yaklaşımını tercih ederler. Bu yaklaşımda standart sapma prensibine dayalı fiyatlama kuralı uygulanmaktadır. Buna göre (Roustant, et al., s.2,3):

$$P(X) = E[X] + \lambda\sigma[X]$$

Formülde X beklenen ödemeleri, $E[X]$ net primi, $\sigma[X]$ ise risk primini simgelemektedir. Modeli belirleme yaklaşımı yüksek bir riskle sonuçlanır. Bu nedenle riskin kaynaklarını araştırmak önem taşımaktadır. Risk, parametre belirsizliğinden veya sıcaklık sürecindeki yanlış tanımlamalardan kaynaklanabilir. Burada, riskle olan bağlantısı nedeniyle, ARMA sıcaklık modellemesinden söz etmekte yarar vardır. Bu model anlaşılır olmasının yanısıra sıcaklığın trend, mevsimsellik, mevsimselliğin dağılımı ve diğer dinamiklerin karmaşıklığı gibi temel özelliklerini içermesi bakımından önem taşımaktadır. Bu modelde iklim futures ve opsiyonları risk primlerindeki belirsizlik ve net primler bağımsız olarak değerlendirilir. Sıcaklığın dağılımındaki $Q(\Theta)$ parametrelerin vektörünün Θ olduğu kabul edildiğinde ve standart sapma dikkate alındığında gerçek fiyat aşağıdaki gibi formüle edilebilir (Roustant, et al., s.2,3).

$$P = P(\Theta) = E^{Q(\Theta)}[\text{indirgenmiş ödemeler}] + \lambda\sigma^{Q(\Theta)}[\text{indirgenmiş ödemeler}]$$

Formülde yer alan $E^{Q(\Theta)}$ ve $\sigma^{Q(\Theta)}$, sırasıyla $Q(\Theta)$ altında beklentileri ve standart dağılımı temsil etmektedir. Risk modelleme yaklaşımı iklim türevlerini fiyatlandırmanın yanısıra, finans biliminin diğer dallarında da yaygın olarak kullanılmaktadır.

5.4. Black – Scholes Modeli

Finansal türev opsiyonlarını fiyatlama modeli olan Black – Scholes modeli, sıralanan nedenlerden dolayı iklim

türevleri için geçerli değildir (Garman, et al., s.7).

1) Hava koşulları bir varlığın fiyatının rassal yürüyüşü gibi yürümez ve prensipte sonuza veya sifıra gidebilir. Onun yerine, sıcaklık gibi değişkenler dar aralıklarda kalmaya ve tarihsel seviyelerine gelmeye eğilimlidir.

2) Hava durumunun bir varlığın fiyatının rassal yürüyüşü gibi yürümemesinin bir diğer nedeni, doğası gereği kısa vadede tahmin edilebilir ve uzun vadede yaklaşık olarak tarihsel ortalamalar çerçevesinde rastgele oluşudur. Bu demektir ki kısa vadeli iklim türevleri temelde uzun vadeli-lerden farklı davranışlar sergileyebilir.

3) Black – Scholes opsiyonunda ödemeler, opsiyonun vade gününde ve opsiyonla ilgili varlığın değeri tarafından belirlenir. İklim türevleri ise genelde belirli bir süreç içinde bir ortalama sağlar ve bu nedenle daha 'Asyalı' veya ortalama fiyat opsiyonludur. (Bilindiği üzere finansal opsiyonlar Avrupa ve Amerikan opsiyonu olmak üzere ikiye ayrılır). Diğer bir deyişle iklim türevlerinin Black – Scholes olmayan ödemeleri vardır.

4) Standart Black-Scholes modeli ile fiyatlanan opsiyonların tersine, çoğu iklim türevlerinin ödemeleri bir üst limitle sınırlandırılmıştır.

5) İklim türevlerinin ilgili olduğu varlığın alım satımı yapılan bir fiyatı olmadığından, fiyatlandırılmaları ekonomideki risk karşıtı faktörlerden, Black – Scholes modelinin tersine, bağımsız değildir.

6) Black-Scholes modeli arbitraj içermeyen bir model olup, türev ürünle ilgili varlığın alım satımını gerektirir. Buna karşılık iklim türevlerinin bağlı olduğu sıcaklık endekslerinin alım satımı sözkonusu olmadığından, arbitraj olmayan modeller iklim türevlerini fiyatlandırmak için doğrudan kullanılamazlar (Zeng, s.74).

7) İklim türevinin bağlı olduğu varlık hedge edilemediğinden Black-Scholes modeli uygulanamaz. İklim türevlerinde fiyat, riske duyarsız olmaktan çok gerçek olasılıklar ve risk dahilinde beklenen ödemeler olarak düşünülür (Jewson, December 2003, s.1).

6. Sonuç

İklim türevlerinin ilgili olduğu varlık alım satımı yapılamayan sıcaklık, yağın yağmur ve kar miktarı veya rüzgar hızı gibi değişkenlerdir. Hava koşullarıyla ilgili bu değişkenler verilen bir zaman dilimi içinde, belirlenen bir mekanda gözlemlenebilir ve gözlemlere dayanarak bu değişkenler olasılık dağılımı, ortalama, standart sapma ve diğer parametrelerle istatistiki olarak modellenilebilir. Bu parametreler genellikle pi-yasa bilgilerinden çok hava durumuyla ilgili geçmişteki verilerden türetilir. Bu yüzden hem hava durumu verileri hem de bu verilerin yeterli miktarda uygun ve yüksek kalitede olması, gerek iklim türevlerinin fiyatlandırılması gerekse hava koşullarındaki değişimlerle ilgili risk yönetiminin başarısı için büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de vadeli işlemler piyasasının yeni olduğu ve finansal türev ürünlerin işlem hacminin düşük oluşu dikkate alındığında, iklim türevlerinin Türkiye'de kısa ve orta vadede uygulanma şansının zayıf olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, vadeli işlemler piyasasının yüksek bir gelişme potansiyeline sahip ve yeniliklere açık olması, iklim türevlerini sanılandan daha kısa sürede uygulanma olasılığının bulunduğunu göstermektedir.

Kaynakça

ALATON, Peter/Djehiche, Boualem/ Stilberger, David, On Modelling and Pricing Weather Derivatives. (http://www.energyforum.net/downloads/reports/fat_1.pdf)

BARRIEU, Pauline/ El Karoui, Nicole, Optimal Design Of Weather Derivatives, Algo Research Quarterly Vol. 5, No. 1 Spring 2002.

CABALLERO, Rodrigo / Jewson, Stephen P., Multivariate Long- Memory Modeling of Daily Surface Air Temperatures and The Valuation of Weather Derivative Portfolios, Haziran 2002.

(www.papers.ssm.com/sol3/papers.cfm)

CAMPBELL, Sean D./Diebold, Francis X, Weather Forecasting for Weather Derivatives, Penn Institute for Economic Research, Working Paper 02-046, December 2000.

CHAMBERS, Nurgül, Türev Piyasalar, Avcıol Basım-Yayın, İstanbul, 1998.

DUNIS, Christian L./Karalis, Vassilios, Weather Derivatives Pricing and Filling Analysis for Missing Temperature Data, January 2003. (cwis.livjm.ac.uk/bus/cibef/workingpapers/cibef0103.pdf)

GARMAN, Mark/Blanco, Carlos/Ericson, Robert, Weather Derivatives: Instruments and Pricing Issues, Financial Engineering Associates, 2000.

(http://www.fea.com/resources/pdf/a_weather_derivatives.pdf)

JEWSON, Stephen/Brix, Anders, Weather Derivatives Pricing and the Year Ahead Forecasting of Temperature Part 1: Empirical Results, April 2004. (http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=535142)

JEWSON, Stephen/Caballero, Rodrigo, Seasonality in the Statistics of Surface Air Temperature and the Pricing of Weather Derivatives, October 2002. (http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=405781)

JEWSON, Stephen, Risk Loading and Implied Volatility in the Pricing of Weather Options, December 2003. (http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=481905)

JEWSON, Stephen, The Relative Importance of Trends, Distributions and the Number of Years of Data in the Pricing of Weather Options, March 2004. (http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=516503)

JEWSON, Stephen, Introduction to Weather Derivative Pricing, June 2004. (http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=557831)

ROUSTANT, Oliver/Laurent, Jean Paul/Bay, Xavier/Carraro, Laurent, Model Risk in the Pricing of Weather Derivatives, September 2003.

RODGON, Maris, Over-the-Counter Weather Derivatives and Catastrophe Derivatives, Morgan, Lewis & Bockius LLP, Luncheon Presentation, Frankfurt, Germany, October, 1999.

TORRO, Hipolit/Meneu, Vicente/Valor, Enric, Single Factor Stochastic Models with Seasonality Applied to Underlying Weather Derivatives Variables. (1papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=264178)

Valuation of Weather Derivatives Using Monte Carlo Simulation, Zanders&Partners Treasury Consultants. (<http://www.gtnews.com/article/2052.pdf>)

Weather Derivatives Pricing, Caution to the Wind, Weather Risk Special Report, Risk, Energy & Power Risk Management, August, 2000. (www.eprm.com/news)

ZENG, Lixin, Pricing Weather Derivatives, Journal of Risk Finance, Spring 2000, s.73. (<http://www.atmos.washington.edu/~lixin/Zeng2000.pdf>).

VI. Avrupa Ekonomi Tarihi Konferansı

9-10 Eylül 2005 Tarihlerinde

**Boğaziçi Üniversitesi – Atatürk Enstitüsü Tarafından
Organize Ediliyor**

Dünya'da iktisat tarihçileri konferansı ve kongrelerinin düzenlenmesine yön veren Economic History Association ve benzeri kuruluşlar tarafından desteklenen konferans, Boğaziçi Üniversitesi'nden Prof. Dr. Şevket Pamuk başkanlığında organize edilmiştir. Konferans dolayısı ile yakın zamanda ekonomi tarihi konusunda doktora yapanlar arasında araştırma yarışması da düzenlenmiştir.

Konferans ile ilgili bilgiler www.eh.net/ehes web sitesinden temin edilebilir.