

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
PARA, SERMAYE PİYASALARI VE FİNANSAL KURUMLAR
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İKLİM TÜREV ÜRÜNLERİNİN HEDGE
ETKİNLİĞİNİN
ANALİZİ

BİNGÜL SATIOĞLU
2501180670

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ERDİNÇ ALTAY

İSTANBUL - 2021

ÖZ
İKLİM TÜREV ÜRÜNLERİNİN HEDGE ETKİNLİĞİNİN
ANALİZİ
BİNGÜL SATIOĞLU

Hava durumu riski, tüm ekonomileri makroekonomik düzeyde etkilemekle beraber aynı zamanda ekonomideki tüm sektörler de belirli bir dereceye kadar hava durumu koşullarına karşı hassastır. Hava durumu riskinin bir alt çeşidi olan katastrofik hava risklerinden doğan zararlar, uzun süredir bu sektörde hizmet vermekte olan sigorta ve reasürans şirketleri tarafından yönetilmektedir. Ancak iklim değişikliğine bağlı etkiler tüm ekonomik sektörleri etkileyerek daha belirgin hale geldikçe, katastrofik olmayan hava durumu risklerinin yönetimi gitgide önem kazanmıştır. İklim türev ürünleri, şirketlerin katastrofik olmayan hava durumu riskine maruz kalmaları durumunda karşılaşılan kayıplara karşı bu şirketlerinin kendilerini hedge etmesi için esnek çözümler sunan finansal türev ürünlerdir. İklim türev ürünleri üzerine gerçekleştirilen birçok çalışma bu ürünlerin fiyatlandırılması sorununa değinirken, bu ürünlerin hedge etkinliği üzerine az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın temel amacı, bir iklim türev ürün sözleşmesi tasarlamak ve tasarlanan bu türev sözleşmenin hedge etkinliğini Türkiye tarım sektöründe analiz etmektir. Buna göre çalışmada ilk olarak geçmiş veriler kullanılarak mısır verimi (kg/da) ve daha çok tarım alanında kullanılan kümülatif büyüyen günler derecesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Ardından uygun bir iklim türev ürünü tasarlanmış ve devamında Burn Analizi kullanılarak tasarlanan türev ürünün fiyatlandırılması gerçekleştirilmiştir. Son olarak ise varyans metodu kullanılarak iklim türev ürününün hedge etkinliği analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre, iklim türev ürünü kullanılması durumunda mısır yetiştiriciliği yapan çiftçilerin gelir volatiliteleri %14 ile %34 arasında düşüş göstermektedir. Bunun yanı sıra, elde edilen bulgulara göre mısır verimi ve dayanak varlığın arasındaki korelasyon arttıkça çiftçilerin gelir volatiliteleri daha yüksek düşüşler gösterme eğilimindedir.

Anahtar Kelimeler: Hava durumu riski, İklim türev ürünleri, Hedging, Hedge Etkinliği, Varyans Metodu

ABSTRACT
THE ANALYSIS OF THE HEDGE EFFECTIVENESS OF
WEATHER DERIVATIVES
BİNGÜL SATIOĞLU

Weather risk affects the economies worldwide in macroeconomic way and but also all economic sectors are to some extent weather sensitive. As a subpart of weather risk, the impacts of the catastrophic weather risks have been long managed by the insurance and reinsurance companies. However the managing of the non- catastrophic weather risks gains in importance as the climate change affects becomes more pronounced in all economic sectors. Weather derivatives are financial instruments that provide flexible solutions to companies to insure themselves against the losses they can incur because of non- catastrophic weather risks. While many studies touch on the problem of pricing of weather derivatives, few studies have looked at the hedge efficiency of these products. Therefore, the main purpose of this study is to design a weather derivative contract and analyze the hedging efficiency in the agriculture sector at Turkey. Firstly, using historical data, the relationship between corn yield (kg/daa) and cumulative growing degree days which is generally used in agriculture sector is examined. Then, the structure of this weather derivative is explored. Thirdly, option premium is calculated based on Burn Analysis method. Lastly, hedge effectiveness of the weather derivative is analyzed by using the variance method. Results show that using weather derivatives reduces the farmers' income volatility between 14% and around 34%. Also, findings show that as the correlation between corn yield and underlying asset of weather derivatives increases, the income volatility of farmers tend to show higher decreases.

Keywords: Weather risk, Weather Derivatives, Hedging, Hedge Effectiveness, Variance Method

ÖNSÖZ

Hava durumu makroekonomik düzeyde ekonomiler üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu kadar sektörel bazlı da olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Özellikle insan faaliyetlerinin etkileri sonucu ortaya çıkan iklim değişikliğine bağlı olumsuz koşullar gittikçe etkinliğini artırmaktadır. Bu durumda ortaya çıkan ve hava durumlarının öngörülemeyen bileşenleri şeklinde tanımlanan hava durumu risklerinin etkin bir şekilde yönetimi ise gittikçe önem kazanmaktadır. Gerçekleşme ihtimali düşük ancak gerçekleştiği takdirde etkisi yüksek olan katastrofik hava durumu riskleri sigortalama işlemi aracılığıyla uzun süredir hedge edilebilmektedir. Gerçekleşme ihtimali daha yüksek ancak etkisi daha düşük olan katastrofik olmayan hava durumu riskleri ise iklim türev ürün sözleşmeleri ile hedge edilmektedir.

Çeşitli hava durumu göstergeleri üzerine düzenlenen ve ödemesi bu hava durumu göstergesine bağlı gerçekleşen iklim türev ürünleri, maruz kalınan ya da kalınması beklenen hava durumu risklerini hedge etme amacıyla kullanılan finansal türev üründür. Enerji şirketlerinin hava durumu risklerine karşı daha hassas olması bu ürünlerin ilk olarak bu sektörde kullanılmasına ve ardından yaygınlaşmasına sebebiyet vermiştir. İklim türev ürünleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle bu türev ürünlerin fiyatlanması üzerine yoğunlaşıldığı görülmektedir. Ancak bu türev ürünlerin hedge etkinliği üzerine gerçekleştirilen çalışmalar sınırlıdır. Bu açıdan bu çalışmada bir iklim türev ürün sözleşmesi tasarlanmış ve tasarlanan bu türev sözleşmenin hedge etkinliği analiz edilmiştir. Bu anlamda gerçekleştirilen çalışma, iklim türev ürününün dayanak varlığının seçiminden; bu türev ürünün fiyatlandırılmasına ve en sonunda tasarlanan türev ürünün hedge etkinliğinin analizine kadar bütüncül bir analiz sunmaktadır. Bu nedenle çalışma, stratejik bir yol haritası olarak da görülebilir.

Yüksek lisans eğitimim süresince bana yol gösteren, destek ve sabrını esirgemeyen ve bu çalışmanın sonlandırılmasına yardım eden sayın hocam ve danışmanım Prof. Dr. Erdiñ ALTAY'a teşekkürlerimi borç bilirim. Ayrıca bu zamana kadar üzerimde emeği olan tüm hocalarıma ve çalışmada eserlerinden yararlandığım tüm bilim insanlarına şükranlarımı sunarım. Bu süreçte beni yalnız bırakmayarak destek olan Ayşenur ATALAY, Aslıhan ALKANAT başta olmak üzere bu yolda beni

destekleyen tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim. Son olarak bir an olsun sevgi ve desteklerinden beni mahrum bırakmayan sevgili anne ve babama tüm kalbimle teşekkür ederim.

İSTANBUL – 2021
BİNGÜL SATIOĞLU



İÇİNDEKİLER

BİRİNCİ BÖLÜM İKLİM TÜREV ÜRÜNLERİ

ÖZ	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
GİRİŞ	1
1.1. İklim Türev Ürünleri	6
1.2. İklim Türev Ürünlerinin Ortaya Çıkışı	8
1.3. İklim Türev Ürünleri Piyasasının Gelişimi	10
1.4. İklim Türev Piyasasının Katılımcıları.....	14
1.4.1. Son Kullanıcılar	14
1.4.1.1. Enerji Sektörü.....	15
1.4.1.2. İnşaat Sektörü.....	16
1.4.1.3. Tarım Sektörü.....	16
1.4.1.4. Turizm Sektörü.....	17
1.4.1.5. Perakende Sektörü.....	17
1.4.1.6. Ulaşım Sektörü.....	18
1.4.1.7. Belediye ve Devlet Yönetimi	18
1.4.2. İklim Türev Ürünü Sağlayıcıları	20

1.5. Sigorta Sözleşmeleri ve İklim Türev Ürünleri Arasındaki Farklar	20
1.6. İklim Türev ve Diğer Türev Ürünleri Arasındaki Farklar	22
1.7. İklim Türev Ürünlerinin Bağlı Olduğu Endeksler	22
1.7.1 Günlük Sıcaklık Derecesi.....	25
1.7.2. Isıtma Günleri Derecesi (HDD) ve Soğutma Günleri Derecesi (CDD) ...	25
1.8. İklim Türev Ürün Sözleşmeleri.....	29
1.8.1. İklim Futures Sözleşmeleri	29
1.8.2. İklim Swap Sözleşmeleri.....	31
1.8.3. İklim Opsiyon Sözleşmeleri	33
1.9. İklim Türev Ürünlerinde Baz Riski	37
1.9.1. Konum Baz Riski	38
1.9.2. Zaman Baz Riski	38
1.9.3. Ürün Baz Riski	39
1.10. İklim Türev Ürünlerinin Fiyatlandırılması	39
1.10.1. Burn Analizi	40
1.10.2. Monte Carlo Simülasyonu	41
1.10.3. Endeks Modelleme.....	42

İKİNCİ BÖLÜM

HEDGE ETKİNLİĞİ

2. 1. Risk Kavramı.....	43
2.2. Çeşitlendirme Ölçütüne Göre Riskler	43
2.2.1. Sistematik Riskler	44
2.2.1.1. Faiz Oranı Riski	45
2.2.1.2. Enflasyon Riski (Satın Alma Gücü Riski)	45
2.2.1.3. Piyasa Riski.....	46
2.2.1.4. Kur Riski	46
2.2.2. Sistematik Olmayan Riskler.....	47

2.2.2.1. Finansal Risk.....	48
2.2.2.2. İş Riski	48
2.2.2.3. Yönetim Riski	48
2.3. Riskten Korunma (Hedging).....	49
2.3.1. Hedging Türleri.....	50
2.3.1.1. Kısa Hedge (Short Hedge)	50
2.3.1.2. Uzun Hedge (Long Hedge)	51
2.3.1.3. Çapraz Korunma (Cross Hedge)	51
2.3.2. Riskten Korunma (Hedging) Stratejileri	52
2.3.2.1. Forward Sözleşmeler ile Riskten Korunma	52
2.3.2.2. Futures Sözleşmeler ile Riskten Korunma.....	53
2.3.2.3. Opsiyon Sözleşmeleri ile Riskten Korunma	54
2.3.2.4. Swap Sözleşmeleri ile Riskten Korunma.....	57
2.4. Riskten Korunma (Hedging) Teorileri.....	59
2.4.1. Geleneksel Riskten Korunma Teorisi	59
2.4.2. Portföy Hedging Teorisi.....	60
2.5. Riskten Korunma Oranı (Hedge Ratio).....	61
2.6. Riskten Korunma Etkinliği (Hedge Etkinliği).....	64
2.6.1. Varyans (Variance) Metodu	65
2.6.2. Yarı-varyans (Semivariance) Metodu	66
2.6.3. Alt Kısmi Moment Yaklaşımı	68
2.6.4. Riske Maruz Değer-RMD (Value-at-Risk/VaR) Yaklaşımı	69
2.6.5. Koşullu Riske Maruz Değer (Conditional VaR) Yaklaşımı	70

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

İKLİM TÜREV ÜRÜNLERİNİN HEDGE ETKİNLİĞİNİN ANALİZİ

3.1. Çalışmanın Amacı	72
3.2. Veri Seti ve Varsayımlar	73

3.3. Çalışma Metodolojisi	76
3.3.1. Hava Durumu Göstergesinin Seçimi ve Endeksin Oluşturulması	76
3.3.2. İklim Türev Ürününün Oluşturulması.....	80
3.3.3. Opsiyon Priminin Hesaplanması.....	82
3.3.4. Hedge Etkinliği	86
3.4. Bulgular.....	88
SONUÇ.....	90
KAYNAKÇA	94



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Finansal Türev Ürünlerin Sınıflandırılması.....	7
Şekil 2. Mısır Verimliliği ve Kümülatif GDD Endeksi Korelasyon Matrisi	80



GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1. 2007 Yılında Sektörlere Göre İklim Türev Ürünlerinin Kullanım Yüzdeleri	19
Grafik 2. 2011 Yılında Sektörlere Göre İklim Türev Ürünlerinin Kullanım Yüzdeleri	19
Grafik 3. 2010/2011 Yılı Tezgah Üstü Piyasa Sözleşmelerinin Bağlı Olduğu Endeksler.....	24



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Hava Şartlarına Maruz Kalan Sektörler ve Karşılaştıkları Riskler	15
Tablo 2. İklim Futures Sözleşmeleri Kullanımı	31
Tablo 3. HDD Swap Sözleşmesi Örneği	32
Tablo 4. HDD/ CDD Alım ve Satım Opsiyonlarının Kullanımı	35
Tablo 5. Örnek Opsiyon Sözleşmesi	36
Tablo 6. 2004-2020 Yılları İllerin Mısır Verimi Tanımlayıcı İstatistikleri.....	74
Tablo 7. 2004- 2020 Yılları İllerin AGDD’lerinin Tanımlayıcı İstatistikleri	74
Tablo 8. Shapiro Wilk Testi Sonuçları	75
Tablo 9. 2004-2020 Yılı Adana İli İçin Tasarlanan Opsiyon Özellikleri.....	83
Tablo 10. 2004-2020 Yılı Mersin İli İçin Tasarlanan Opsiyon Özellikleri.....	84
Tablo 11. 2004-2020 Yılı Osmaniye İli İçin Tasarlanan Opsiyon Özellikleri.....	85
Tablo 12. 2004-2020 Dekar Başına Ortalama Gelir Varyansı (TL/dekar).....	88

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AGDD	: Kümülatif Büyüyen Günler Derecesi (<i>Accumulated Growing Degree Days</i>)
Bs.	: Basım
C.	: Cilt
CDD	: Soğutma Günleri Derecesi (<i>Cooling Degree Day</i>)
CME	: Chicago Mercantile Exchange
EDD	: Enerji Günleri Derecesi (<i>Energy Degree Days</i>)
EKK	: En Küçük Kareler Yöntemi
GDD	: Büyüyen Günler Derecesi (<i>Growing Degree Days</i>)
GARCH	: Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (<i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity</i>)
HDD	: Isıtma Günleri Derecesi (<i>Heating Degree Days</i>)
RMD	: Riske Maruz Değer (<i>Value-at-Risk</i>)
ss.	: sayfa sayısı
t.y.	: tarih yok
vb.	: ve benzeri
vd.	: ve diğerleri
yay.	: Yayıncılık

GİRİŞ

İnsanlığın var oluşunu devam ettirebilmesi için gerekli yegâne etmenlerden biri hava durumunun elverişliliğidir. Zira geçtiğimiz 2 ilâ 3 bin yıllık zaman dilimi incelendiğinde hava durumunun dolayısıyla iklimin insanlık için elverişli olduğu zaman dilimi içerisinde toplumsal hareketliliklerin, gelişme ve ilerlemelerin yaşandığı ancak iklim açısından elverişsiz dönemlere ise istikrarsızlığın ve krizlerin hakim olduğu görülmektedir (Gerste, 2017). İnsan yaşamında bu denli önemli etkiye sahip olan hava durumunun ekonomi üzerindeki etkisi kaçınılmazdır. Hava dalgalarının öngörülemeyen bileşimi şeklinde ortaya çıkan hava durumu riski ise makro düzeyde olumsuz sonuçlara yol açabileceği gibi mikro düzeyde de birçok sektör ve işletme üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bunun yanı sıra 1850-2020 döneminde küresel ortalama sıcaklığın 1,3 °C arttığı; eğer önlem alınmaz ise bu sıcaklık artışının 2040 yılında 1,5 °C'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2021). Bu noktadan hareketle belirtmek gerekmektedir ki küresel ısınmanın da getireceği sonuçlar ile hem makro hem de mikro düzeyde karşılaşılacak hava durumu riskleri önümüzdeki dönemde artış gösterecektir. Bu nedenle hava durumu riskinin etkin bir şekilde yönetimi gittikçe önem arz eden bir husus haline gelmiştir.

Hava durumu riski katastrofik ve katastrofik olmayan hava durumu riski şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Katastrofik hava durumu riskleri sıklıkla karşılaşılmayan ancak karşılaşıldığı takdirde etki alanı yüksek olan hava durumu risklerini ifade etmektedir. Bu riskler arasında sel, taşkın, kasırga vb., hava durumu olayları yer almaktadır. Belirtilen hava durumu riskleri sigortalama işlemi aracılığıyla bu konuda uzmanlaşmış ve uzun süredir hizmet vermekte olan sigorta ve reasürans şirketleri tarafından yönetilmektedir. Katastrofik olmayan hava durumu riski ise etki alanı düşük ancak gerçekleşme ihtimali yüksek olan hava durumu risklerini kapsamaktadır. Ortalamadan daha soğuk geçen bir yaz mevsimi soğuk içecek üretimi gerçekleştiren firmanın gelirlerinde düşüş yaratabilmekte iken kışın ortalamadan daha az miktarda gerçekleşen kar yağışı ise kayak sezonunun başlayamamasına veya geç başlayan sezonunun kayak merkezinde faaliyet gösteren otel ve diğer işletmelerin gelirinde yaşayacağı muhtemel düşüşe yol açabilmektedir. İşletmelerin olağan seyrinde faaliyetlerini sürdürürken maruz kaldığı bu katastrofik olmayan hava durumu riskleri,

diğer finansal türev ürünlere kıyasla görece yeni bir türev ürün sayılabilecek iklim türev ürünleri ile sermaye piyasasına transfer edilerek yönetilmektedir.

İklim türev ürünleri, genel bir ifadeyle, maruz kalınan ya da kalınması beklenen olumsuz hava durumu riskini hedge etmek için kullanılan türev ürün çeşididir (Egi vd., 2006:241). Başka bir şekilde, belirlenen hava durumu göstergesi üzerine düzenlenen ve ödemesi bu hava durumu göstergesinin seyrine bağlı gerçekleşen türev ürünler iklim türev ürünleri olarak tanımlanmaktadır (Connors, 2003:21; Prabakaran ve Singh, 2017:8104).

Enerji sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin hava durumu koşullarına karşı daha hassas olması iklim türev ürünlerinin ilk olarak bu sektörde faaliyet gösteren şirketler tarafından kullanılmasına neden olmuştur (Tindall, 2006). Öte yandan başta tarım olmak üzere inşaat, turizm ve perakende sektöründe faaliyet gösteren şirketler de hava durumuna karşı son derece hassastır (Chen ve Chang, 2005; UNWTO ve UNEP, 2008; Murray vd.,2010; Alzarrad vd.,2017). Bu nedenle iklim türev ürünü kullananlar olarak adlandırılan son kullanıcılar arasında bu sektörlerde faaliyet gösteren şirketler de yer almaktadır. İklim türev ürünlerinin sağlayıcıları arasında ise enerji şirketleri, bankalar, reasürans ve sigorta şirketlerinin yer aldığı bilinmektedir.

Finansal türev ürünlerin dayanak varlıkları arasında faiz, emtia, döviz kurları, pay senetleri ve endeksler yer almaktadır. Buna karşın iklim türev ürün sözleşmelerinin dayanak varlıkları arasında ise rüzgarın esme hızı, nemlilik, sıcaklık dereceleri, günlük güneşlenme süresi şeklinde sıralanabilmektedir arttırılabilecek hava durumu göstergeleri yer almaktadır. Finansal türev ürünlerin dayanak varlıkları spot piyasada alınıp satılabilirken; iklim türev ürün sözleşmelerinin dayanak varlığı olan çeşitli hava durumu göstergeleri spot piyasada alınıp satılamaz. Belirtilen bu farklılık ise iklim türev ürünleri ve diğer finansal türev ürünler arasındaki en temel farklılıktır (Campbell ve Diebold, 2005:2).

Finans yazınında iklim türev ürünleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde bu ürünlerin fiyatlandırılmasının nasıl gerçekleştirileceği üzerine yoğunlaşıldığı, bu konuda birçok çalışma gerçekleştirildiği görülmektedir. Ancak özellikle opsiyon fiyatlamada genel kabul gören Black & Scholes Modeli'nin (1973) temel varsayımlarının iklim türev ürünleri için geçerli olmayışı bu türev ürünlerin fiyatlandırılması üzerinde genel kabul gören bir fiyatlandırma modelinin oluşumuna

engel teşkil eden başlıca etmendir (Dischel, 1998). Yapılan çalışmalarda farklı fiyatlama modelleri üzerinde durulmuş; bu modeller birbirleriyle karşılaştırılmış olsa da Burn Analizi, Monte Carlo Simülasyonu ve Endeks Modelleme başlıca öne çıkan fiyatlama modelleridir. Ancak belirtmek gerekmektedir ki iklim türev ürünlerinin fiyatlanmasına yönelik çalışmalar devam etmekte ve üzerinde mutabakata varılan bir fiyatlandırma modeli üzerinde karar kılınamamıştır (Boran, 2012).

İklim türev ürünlerinin sağladığı avantajlar arasında, hava durumu riskine maruz kalan işletmelerin nakit akışlarını istikrarlı hale getirmek ve bu işletmelere öngörülebilir nakit akışı sağlamak yer almaktadır (CME Group, 2009). Bu türev ürünlerin sağladığı en önemli avantaj ise hava durumu olaylarına bağlı riskleri sermaye piyasasına transfer ederek; bu riskleri azaltmaktır. Bu noktadan hareketle, çalışmada sadece iklim türev ürünlerinin fiyatlandırılması üzerinde durulmamış aynı zamanda tasarlanan iklim türev ürünün hedge etkinliğinin analizi de gerçekleştirilmiştir.

Enerji sektöründe faaliyet gösteren firmaların hava durumu risklerine karşı hassasiyetli oluşu bu türev ürünlerinin bu firmalar tarafından sıklıkla kullanılmasına sebebiyet vermektedir. Buna karşın tarım sektörü de hava olaylarına karşı son derece hassas bir sektördür. Yetiştirilen mahsulün kalitesi ve miktarı gerçekleşen olumsuz hava koşullarından doğrudan doğruya etkilenebilmektedir (Kadioğlu vd.,1999). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde olumsuz hava koşullarının tarım sektörünü doğrudan etkilediği dikkat çekmektedir (Hess vd., 2002). Gelişmekte olan ülkeler kategorisinde kendisine yer edinen ülkemizde tarım sektörü önemli bir paya sahiptir. Nitekim tarım sektörü ülkemiz gayri safi milli hasılasının %4,3'ünü (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021) ve istihdamın da %17'sini oluşturmaktadır (TÜİK, 2021). Öte yandan iklim değişikliği ve kuraklığın etkilerinin ülkemiz tarım sektörü üzerinde son derece etkili olduğu görülmektedir. Bu nedenlere istinaden, çalışmada iklim türev ürün kullanımının tarım sektörü üzerindeki etkisi değerlendirilmeye alınmış ve çalışmanın ülkemiz açısından önem arz eden bir örnek olacağı düşünülmüştür.

Çalışmanın amacı geliştirilen sıcaklık endeksi baz alınarak bir iklim türev ürün sözleşmesi tasarlamak ve tasarlanan bu ürünün hedge etkinliğini değerlendirmektir. Ülkemizde mısır yetiştiriciliğinin önemli bir paya sahip olmasına ve mısırın birçok sektörde ana ürün olarak kullanılmasına istinaden çalışmada sıcaklık ve mısır üzerindeki ilişkinin incelenmesine karar kılınmıştır. Bu nedenle çalışmada ilk olarak

Ülkemizde mısır üretiminde önde gelen Adana, Osmaniye ve Mersin illerinin 2004-2020 yılları arasındaki mısır verimleri (kilogram/dekar) ve bu illerdeki mısır yetişme dönemi olan Nisan- Ağustos aylarında gerçekleşmiş tarım alanında sıklıkla kullanılan ve ortalama sıcaklık değerinin 10°C altında gerçekleştiği durumda ortaya çıkan (Turvey, 2001) büyüyen günler derecesinden türetilen kümülatif büyüyen günler derecesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Hedge stratejisi olarak ise Avrupa tipi iklim satım opsiyonu belirlenmiş ve buna uygun opsiyon tasarlanmış ve tasarlanan opsiyonun primi Burn Analizi kullanılarak hesaplanmıştır. Her üç il için ayrı ayrı tasarlanan iklim satım opsiyon sözleşmesinin hedge etkinliği ise varyans metodu ile analiz edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlardan ilki, her üç il için de kümülatif büyüyen günler derecesi (°C) ve mısır verimi (kg/da) arasında yüksek korelasyonun varlığıdır. Diğer bir sonuç, üç il için tasarlanan iklim satım opsiyonunun primlerinin illerde gerçekleşen kümülatif büyüyen günler derecesine göre farklılık göstermesidir. Buna göre Adana'da mısır yetiştiriciliği yapan çiftçinin tasarlanan iklim satım opsiyonunu satın almak için ödemesi gereken opsiyon primi 33,26 Türk lirası iken Mersin'de bu prim 29,92 Türk lirası ve Osmaniye'de ise 31,7 Türk lirası olarak bulunmuştur. Çalışma kapsamında ulaşılan bir diğer sonuç ise hedge etkinliği ile ilgilidir. Buna göre, Adana'da mısır yetiştiriciliği yapan bir çiftçinin gelirindeki volatilitte tasarlanan iklim satım opsiyonunu kullanması durumunda %34,07 oranında azalmaktadır. Diğer taraftan Mersin'de düşüş %27,82 iken Osmaniye ise %14 şeklinde gerçekleşmiştir. Çalışma sonucunda ulaşılan bulgular ise literatür ile uyumludur.

Bu alışma üç bölüm olarak oluşturulmuştur. Giriş bölümünü takiben birinci bölümde iklim türev ürünleri detaylı bir şekilde aktarılmaktadır. Bu bölümde iklim türev ürün sözleşmeleri, bu sözleşmelerin gelişimi, diğer finansal türev ürünler ve sigorta işlemi ile arasındaki farklar açıklanmıştır. Bunun dışında iklim türev ürün sözleşmelerinin bağlı olduğu dayanak varlıklar, bu türev ürün eşitleri ve bu ürünlerin fiyatlandırılması bu bölümde ele alınmaktadır. Ardından yer alan ikinci bölümde ise risk kavramından başlayıp hedge etkinliğine değin devam eden bir yazın halinde hedge etkinliği detaylandırılmaktadır. Bu bölümde risk çeşitlerine, hedge stratejilerine, hedge oranına ve hedge etkinliğinde kullanılan metot/yaklaşımlara yer verilmiştir.

Çalışmanın son kısmında ise veri tanımı, metodoloji ve ampirik bulgular tartışılmaktadır.



BİRİNCİ BÖLÜM

İKLİM TÜREV ÜRÜNLERİ

1.1. İklim Türev Ürünleri

Hava durumu, birçok ekonomik faaliyet üzerinde ve makroekonomik düzeyde önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Buna göre yapılan çalışmalarda sanayileşmiş ekonomilerin gayrisafi milli hasıllarının %25 ilâ %35’lik kısmının hava durumundan olumsuz anlamda etkilendiği tespit edilmiştir (Larsen, 2006; Dutton, 2010). Nitekim hava durumunun etkin bir şekilde yönetildiği taktirde küresel çıktının 250 milyar dolar üzerinde artacağı da tahminlere yansımıştır (Waterbill Inc., 2008). Öte yandan işletmelerin %70’inin ticari faaliyetlerinin bir şekilde hava durumu riski ile karşı karşıya olduğu bilinmektedir (Bertrand ve Parnaudeau, 2019). Özellikle son dönemde etkisini giderek arttıran küresel ısınmanın birçok sektör üzerinde önemli derecede baskıya neden olduğu da bilinmektedir. Diğer yandan hava durumu tahminlerinde gelişmiş istatistiksel yöntemler ve makine öğrenmesi kullanılmasına rağmen mevcut sistemler hava durumunu tahmin etmede başarısız olabilmektedirler (Rudrappa ve Vijapur, 2019). Bu nedenler ile hem işletme bazında hem de makroekonomik düzeyde karşılaşılabilecek olumsuz hava koşullarından kaynaklanacak riskler gitgide önem arz eden bir husus haline gelmiştir.

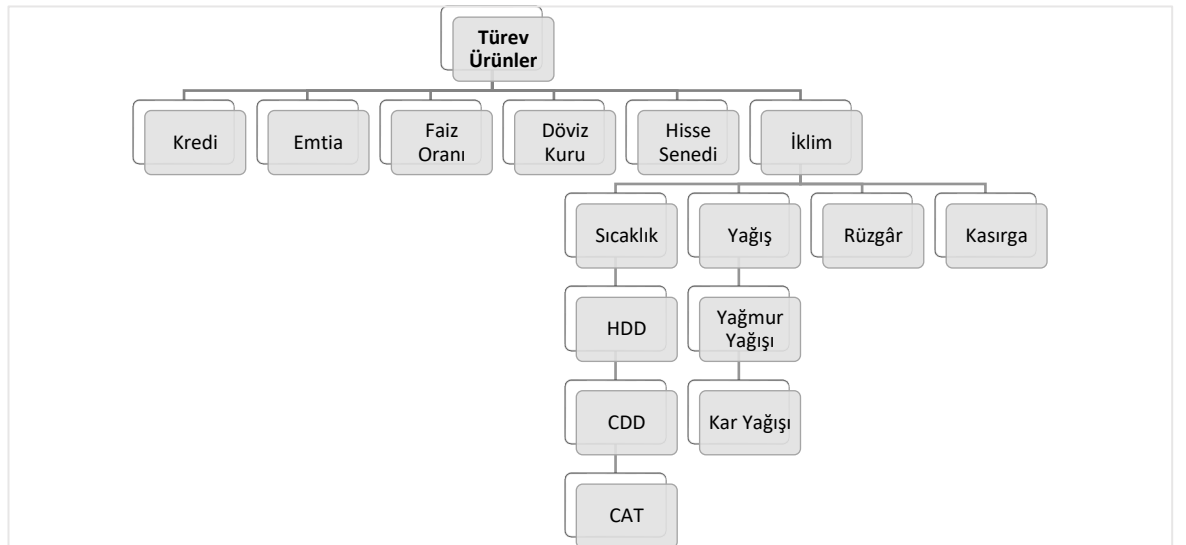
Hava durumu riski, işletmelerin faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen hava dalgalanmalarının öngörülemeyen bileşimi olarak tanımlanmaktadır (Campbell ve Diebold, 2005:6; Bank ve Wiesner, 2010:582). Hava durumu riski, katastrofik ve katastrofik olmayan riskler olarak ikiye ayrılmaktadır. Katastrofik riskler; kuraklık, hortum, sel ve taşkın gibi gerçekleşme ihtimali düşük ancak gerçekleştiği taktirde etkisi yüksek olan hava durumu risklerini kapsamaktadır. Katastrofik olmayan hava durumu riskleri ise işletmelerin maruz kaldıkları ortalamadan sıcak geçen kış mevsimini ve ortalamadan soğuk geçen yaz mevsimini, beklenilenden az veya çok yağış, nem ve rüzgar gibi olumsuz hava koşullarını kapsamaktadır (Clemmons, 2002). Uzun süredir kullanılmakta olan sigortalama işlemi ile katastrofik hava durumu

risklerinden doğan zararlar hedge edilebilmektedir. Ancak işletmelerin gelir ve giderlerinde doğrudan ve dolaylı etkisi olan katastrofik olmayan hava durumu risklerinin yönetimi ise iklim türev ürünleri ile gerçekleştirilebilir (Pres, 2009:427).

İklim türev ürünleri, işletmelerin maruz kaldığı olumsuz hava koşulu kaynaklı hava durumu risklerini hedge etmek için kullanılan finansal türev üründür (Egi vd., 2006: 241). Başka bir ifade ile iklim türev ürünleri, genellikle bir hava istasyonundan meteorolojik veriler baz alınarak oluşturulmuş hava koşulları üzerine düzenlenen ve ödemesi yine bu hava koşuluna bağlı gerçekleşen türev üründür (Connors, 2003:21; Prabakaran ve Singh, 2017:8104). İklim türev ürünlerinin hava durumu riskine karşı koruma sağlaması nedeni ile firmalar bu türev ürünleri risk yönetim stratejilerinin bir parçası olarak kullanabilmektedirler (Salgueiro ve Rodon, 2020:164).

Geleneksel finansal türev ürünlerin dayanak varlıkları arasında emtia, faiz oranı, döviz kuru ve hisse senedi yer almaktadır. İklim türev ürünlerinin bağlı olduğu değişkenler arasında ise sıcaklık ve sıcaklıktan türetilen HDD, CDD ve CAT endeksleri, yağmur ve kar yağışı miktarı, nem, rüzgarın esme hızı, atmosfer basıncı ve günlük güneşlenme süresi vb. gibi hava durumu olayları yer almaktadır (Pardo vd., 2002:56; Pryke, 2007:581). Aşağıda yer alan Şekil 1’de finansal türev ürünlerin sınıflandırılması ve iklim türev ürünlerinin bağlı olduğu bazı değişkenler yer almaktadır.

Şekil 1. Finansal Türev Ürünlerin Sınıflandırılması



Kaynak: Achilleas Zapranis ve Antonios Alexandridis, Weather Derivatives: Modeling and Pricing Weather- Related Risk, 2013, Londra, Springer, ss.5.

İklim türev ürünlerinin bağlı olduğu endeksler, bağımsız ve resmi yetkililerce onaylanmış hava istasyonundan alınmış meteorolojik verilere dayanmaktadır (van Asseldon, 2003:138). İşletmelerin çoğu bir meteoroloji istasyonu baz alarak türev ürün sözleşmesi gerçekleştirse de bazı durumlarda iki istasyon arasındaki fark baz alınarak oluşturulan iklim türev ürün sözleşmeleri bulunmaktadır (Mitü, 2008:1961).

Enerji, tarım, inşaat ve eğlence sektörü başta olmak üzere hava durumu risklerine karşı hassas olan sektörlerde yer alan firmaların gelir ve giderleri belirsiz hava koşulları altında dalgalanmaktadır. Örneğin kışın kar yağmaması kar botu üreticisi olan firmanın gelirlerinin azalmasına neden olabileceken kar yağışının fazla olması tuzlama çalışması gerçekleştirecek belediyelere ek masraf oluşturacaktır. Bu nedenle iklim türev ürünleri günümüz hava durumu koşullarında ve ekstrem hava koşullarının artacağı düşünülen gelecek dönemde gittikçe önem kazanacaktır (Torriani vd., 2008:77).

İklim türev ürünlerinin sağladığı avantajlar arasında firmaların nakit akımı ve kazançlarını istikrarlı hale getirmek, hava durumu olaylarına bağlı riski azaltmak, işletmenin öngörülebilir nakit akışını sürdürülebilir kılmak ve işletme bilançosunu güçlendirmek yer almaktadır. Böylelikle firma, iklim türev ürünü kullanarak hava durumu risklerini yönetmiş olacak ve esas faaliyet alanına daha fazla yönelebilecektir (CME Group, 2009). Diğer yandan iklim türev ürünlerinin diğer finansal ürünlerle arasındaki korelasyonun zayıf veya 0 olması bu türev ürünlerin yatırımcılar tarafından portföy çeşitlendirilmesinde kullanılmasına da olanak sağlamaktadır (Yang vd., 2011).

1.2. İklim Türev Ürünlerinin Ortaya Çıkışı

İklim türev ürünleri piyasası hızlı bir gelişme göstermesine rağmen görece yeni bir piyasa sayılmaktadır. Bu ürünlerin ortaya çıkması ise üç temel etmene bağlanmaktadır (Pollard vd., 2008). 1990'lı yılların başından itibaren yeryüzü sıcaklığının atmosferdeki sera gazı emisyonlarının yoğunluğunun artmasına bağlı artış göstermesi (Stern, 2005:1) iklim değişikliğine karşı olan farkındalığın ve endişenin artmasına neden olmuştur. Bu nedenle bu dönemde çeşitli kesimler iklim değişikliğinin getirdiği/getireceği masraflara finansal piyasaların çözüm bulması gerektiği önerisinde bulunmuştur. Öte yandan Rio Konferansı (1992) ve Kyoto Protokolü (1997), iklim değişikliğinin uluslararası ekonomi politik bir unsur olarak

sayılmasına olanak sağlamıştır. Bu da şirketlerin sadece kendi karşılaştıkları hava durumu riskini değil ayrıca uluslararası iklim politikalarını da risk yönetimlerine dahil etmesine sebebiyet vermiştir. 1996 yılında yayımlanan IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) raporunda ekonominin tamamına yönelik hava durumu riskleri üzerinde durulmasının yanı sıra ilk defa sektörel bazlı da şirketlerin karşılaşacağı hava durumu risklerine değinilmiştir. Bunun yanında sadece ekstrem hava olaylarının değil günlük hava değişimlerinden kaynaklanan zararların da giderek medyada kendine yer edinmesi olumsuz hava koşullarına karşı önlem alınması gerekliliğinin önemini arttırmıştır (Randalls, 2006: 114-115).

İklim türev piyasasının gelişmesinde etkili olan bir diğer etmen, hava durumu ve iklimin metalaştırılmasıdır. Hava durumu ölçen ekipmanların zamanla gelişerek daha net sonuçlar vermeye başlaması ve bilgisayar kapasitelerinin ilerleme kat etmesi daha doğru meteorolojik verilerin elde edilmesine olanak sağlamıştır (Pollard vd., 2008:619-620).

İklim türev ürünlerinin ortaya çıkarak gelişmesine neden olan en önemli etmen ise 1990'lı yılların ortalarında Amerikan enerji piyasalarının neo-liberal politikalardan etkilenecek dereğüle edilmesidir. Deregölasyon öncesinde monopolistik bir yapıya sahip olan Amerikan enerji piyasasında beklenmeyen hava durumu riskleri “iklim normalleştirme ayarlamaları” ile vergi yükümlölüklerine yüklenmiştir. Ancak deregölasyon ile özel sektörün piyasadaki payı artmış ve daha fazla kâr elde etmek isteyen yatırımcılar enerji piyasasını fonlamaya başlamışlardır. Kârı attırmak ve hava durumu riskinin ortaya çıkardığı masrafları düşürmek için alternatif yollar aranmış ve bu da iklim türev ürünlerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır. (Janda ve Vylezik, 2011: 7-9)

Enerji şirketlerinin hava durumunda yaşanan değişimlere karşı daha hassas olması iklim türev ürünlerinin ABD (Amerika Birleşik Devletleri)'den başlayarak bu sektörde ortaya çıkmasına yol açmıştır. Enron ise iklim türev ürünü geliştiren ilk şirket sayılabilmektedir. Buna göre şirket tarafından 1996 yılında boru hatları üzerine yapılan bir çalışma sonucunda kışları daha az gazın pompalandığı ve bunun da şirketin kârını düşürdüğü saptanmıştır. Sigorta şirketlerinin bu riski hedge etmek için yüksek

primler istemesinin de etkisiyle şirket, yeni bir ürün geliştirme üzerine çalışmıştır ve sıcaklık endeksine dayalı iklim türevi üzerinde mutabakata varılmıştır. Diğer enerji şirketlerinin de hava durumu risklerini minimize etmek istemesi ve o dönemde bu şirketlerin iyi derecelendirme notlarına sahip olmaları nedeniyle birbirleri ile kolayca gerçekleştirebildiği finansal işlemler iklim türev ürün piyasasının gelişmesine olanak sağlamıştır (Randalls, 2006: 115-121).

1.3. İklim Türev Ürünleri Piyasasının Gelişimi

Enerji sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin hava durumu riskine karşı daha hassas olması bu şirketlerin iklim türev ürünü piyasasını ilk deneyimleyen sektörlerden biri olmasına neden olmuştur. Buna göre, ilk iklim türev ürünü sözleşmeleri 90'lı yılların sonunda Enron, Aquila ve Koch Energy arasında gerçekleşmiştir. Kamuoyuna resmi olarak sunulan ilk iklim türev sözleşmesi ise 1997 yılında Koch Energy ve Enron arasında yapılmıştır. Anlaşma, ABD'nin Wisconsin Eyaleti'nin Milwaukee şehrinin sıcaklık değerleri baz alınarak gerçekleştirilmiş bir iklim swap sözleşmesidir (Tindall, 2006:4). Sözleşme kapsamında Enron, sıcaklığın normalin altına düştüğü her bir derece için Koch şirketine 10 bin dolar ödemeyi kabul etmiştir. Ancak vade sonunda Koch Energy, Enron'a normalin üzerinde gerçekleşen her bir sıcaklık değeri için 10 bin dolar ödemiştir (Huston Business Journal, 1999). Bunun yanı sıra 1997/98 yıllarında yaşanan El Nino ve La Nina¹ hava olayları özellikle Amerika'da gelecek dönemdeki kışların ılık geçmesine neden olmuştur. Sıcak hava riski, başta enerji sektörü olmak üzere diğer birçok sektörde faaliyet gösteren işletmelerin gelirinde düşüşe neden olmuştur. Amerikan medyasında da sıklıkla bu hava olayına yer verilmesi diğer sektörlerin de dikkatini çekmiştir. Amerikan enerji sektöründe yaşanan bu gelişmeler 1998 yılında Enron'un Londra'da İskoç bir

¹ El Nino ve La Nina hava olayları Güney Amerika'nın batı kıyılarında okyanus akıntılarının yönünde ve yüzey sıcaklıklarında gözlemlenen atmosferde meydana gelen periyodik bir değişiktir. Bu hava olayları özellikle Ekvator etrafında yer alan belli bölgelerde etkisini hissettirmektedir. Nitekim ABD diğer ülkelere göre bu hava olayından görece az etkilense de hava olayı etkisini 1-2 yıl sürdürmüş ve ABD'nin kuzey bölgeleri ortalamanın üstünde sıcak günler geçirirken; güney ve kıyı kesimlerinde ise yağış miktarında artış gözlenmiştir.

hidroelektrik santrali firmasıyla iklim türev sözleşmesi imzalaması sonucu Avrupa'ya kadar genişlemiştir (Randall, 2006:127).

El Nino'nun ardından hava durumu riskinin de risk yönetiminin bir parçası olması gerektiğine dair olan farkındalık işletmeler tarafından giderek önem kazanmıştır. Bu nedenle sigorta şirketleri kazandıkları düşük primlerle yüksek risk oluşturan katastrofik hava durumu risklerini üstlenmek yerine opsiyon ve swap gibi türev sözleşmelerle katastrofik olmayan hava durumu riskleri ile likiditelerini arttırma yolunu tercih etmeye başlamışlardır (Akkaya, 2010:207). Bunun yanında bankaların, reasürans şirketlerinin ve hedge fonlarının da bu piyasanın katılımcıları arasında yer almaya başlaması tezgah üstü piyasaların gelişmesine olanak sağlamıştır (Janda ve Vylezik, 2011:10).

Tezgah üstü piyasalarda yaşanan hızlı ilerleme ve enerji şirketleri dışında diğer sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerin de hava durumu riskinden kaçamayacaklarının ve bu riski yönetmek zorunda olduklarının farkına varması bu ürünlerin organize borsalarda işlem görmesine neden olmuştur. Buna istinaden Chicago Mercantile Exchange (CME), Eylül 1999'da 10 ABD şehrinin hava sıcaklığına dayanan futures ve opsiyon sözleşmelerini kullanıma sunmuştur. Atlanta, Cincinnati, New York, Dallas, Philadelphia, Portland, Tucson, Des Moines ve Las Vegas şehirleri nüfus yoğunluklarına, mevsimsel değişikliklerine ve bu şehirlerdeki tezgah üstü piyasada gerçekleştirilen işlem adedine bakılarak seçilmiştir (Cao vd., 2003:3). Bu dönemde CME'nin piyasa yapımcıları arasında Koch Enerji, Enron, Acquila, Southern Energy gibi büyük enerji şirketleri yer almıştır (Alaton vd., 2002: 3).

CME'de ilk iklim sözleşmesinin 1999 yılında piyasaya sürülmesinin ardından 2003 yılına kadar 24.094 adet işlem gerçekleştirilmiştir. İlgi azlığı sonucu bu piyasanın kapatılacağı düşünülmekte iken CME, piyasayı daha aktif hale getirmek amacıyla mevsimsel ve aylık yeni iklim türev sözleşmelerini piyasaya sunmuştur. Böylece 2003-2004 yılları arasında toplamda 139.303 adet işlem gerçekleştirilmiştir. 2005 yılında dört yeni Avrupa şehrini içeren sözleşmenin, 2006 yılında kar yağışı endeksinin ve 2007 yılında kasırgaya bağlı türev sözleşmelerin işleme konulması bu

piyasanın gelişmesini sağlamıştır (CME Group, 2009). CME, şu anda dokuz ABD şehrini (Atlanta, Şikago, Cincinnati, New York, Dallas, Las Vegas, Minneapolis, Sacramento ve Portland); iki Avrupa şehrini (Londra ve Amsterdam) ve bir de Tokyo'yu kapsayan opsiyon ve futures iklim sözleşmelerini yatırımcılarına sunmaktadır (<https://www.cmegroup.com/trading/weather/files/updated-weather-product-slate.pdf>).

Avrupa piyasasında ilk iklim türev ürünü sözleşmesi ise Fransız enerji şirketi SOCCRAM tarafından kullanılmıştır. Buna göre şirket, kışın aşırı sıcak geçmesine karşı satışlarındaki düşüşlerden kaynaklı yaşanacak gelirlerindeki düşmeyi iklim türev ürünü kullanarak hedge etmek istemiştir (Müller ve Grandi, 2000:286). ABD'de olduğu gibi Avrupa piyasasında da enerji ve sigorta şirketleri önemli piyasa yapıcılarındandır. Ancak Fransa'da Societe Generale ve Credit Lyonnaise; Almanya'da Deutsche Bank ve Dresdner Bank ve İtalya'da ise Banca Nazionale del Lavoro bankaları iklim türev ürünleri piyasası oyuncularındandır (Buckley vd., 2002).

İklim türev ürünlerinin Avrupa organize borsalarında işlem görmeye başlaması ise 2001 yılında Londra Uluslararası Finansal Futures ve Opsiyon Borsası (LIFFE) ile başlamıştır. Buna göre LIFFE; Londra, Paris ve Berlin şehirleri için günlük ortalama sıcaklık endeksini baz alan sözleşmeleri yatırımcılarına sunmuştur. Sunulan bu sözleşmeler ise yaz mevsiminde talep olmamasından dolayı kış mevsimini kapsamıştır (Buckley vd., 2002). Ancak bu girişim Euronext'in 2002 yılında LIFFE'yi satın alması ile sekteye uğramıştır. Ardından 2005 yılının Kasım ayında Fransa merkezli enerji borsası olan Powernext ve Meteo France ortaklığında ağırlıklı olarak enerji şirketlerine odaklanılan dokuz Avrupa şehrini (Fransa, Birleşik Krallık, İtalya, Belçika, Hollanda, Portekiz, İspanya ve İsviçre) kapsayan yeni bir girişimde bulunulmuştur. 2007 yılında ise bu girişim Meteo-France ve Euronext ortaklığında Metnext'in oluşturulmasıyla gelişmiştir (Barrieu ve Scaillet, 2010: 161).

Nisan 2008 ve Mart 2009 dönemleri arasında Avrupa piyasasında toplamda 34,068 adet² iklim türev ürün sözleşmesi işlem görmüştür (Janda ve Vylezik,

² Veri yetersizliği nedeni ile geçmiş verilerden hareket edilmektedir.

2011:16). İklim türev ürünlerinin Avrupa piyasasında ABD'deki kadar gelişmemesinin ve piyasanın likit olamayışının en önemli sebebi Avrupa'daki enerji sektörünün tamamıyla deregüle edilmemiş olmasıdır. Örneğin Almanya'da enerji piyasasında deregülasyon yeni başlamış iken Fransa, Birlik içindeki en katı kuralları izlemeye devam etmektedir. Diğer yandan işletmelerin hava risklerini fiyatlayabilmeleri için öncelikle güvenilir, standartlaştırılmış ve ucuz geçmiş meteorolojik verilere ihtiyacı vardır. Ancak bu veri kalitesi ve fiyatı Avrupa'da önemli derecede değişmektedir. Verileri yayınlayan *Ecomet* veri başına 0,5 ilâ 10 euro ücret talep etmektedir (Pollard vd., 2008:620). Bu da işletmelerin veriye etkin bir şekilde ulaşmasını engellemektedir. Deregülasyonların yayılması, meteorolojik verilerin güvenilir, ulaşılabilir ve ucuz hale getirilmesi Avrupa iklim türev ürünü piyasasına yeni katılımcıların girmesini ve piyasanın giderek daha likit hale gelmesini sağlayacaktır (Ghiulnara ve Viegas, 2010; Buckley vd., 2002).

Japonya özelinde Asya'da enerji piyasasının deregüle edilmeye başlanması bu bölgede iklim türev ürünlerine olan talebin artmasına neden olmuştur. Buna istinaden Japonya'da resmi olarak gerçekleştirilen ilk iklim türev sözleşmesi 1999 yılında Mitsui Marine ve spor malzemeleri üreten yerel bir üretici arasında gerçekleşmiştir. Bu sözleşme bir opsiyon sözleşmesi olup gelecek kıştaki kar kalınlığını baz almaktadır. Diğer yandan Aquila, Avustralya ve Yeni Zelanda piyasasına da katılarak iklim türev ürün piyasasının bu bölgede giderek yaygınlaşmasına olanak sağlamıştır. Avustralya'da gerçekleştirilen ilk iklim türev ürün sözleşmesi ise 1998 yılının Mart ayında United Energy Marketing ve Utilicorp arasında Sydney ve Melbourne illerinin sıcaklıkları baz alınarak gerçekleştirilmiştir (Tindall, 2006:9; Insurance Journal, 2001).

Türkiye'de ise iklim türev ürününü kullanan ilk firma Bursa Gaz olmuştur. Bursa'da Kasım 2004- Nisan 2005 kış döneminde sıcaklıklar mevsim normallerinin üzerinde seyretmiş ve firma müşteri taleplerinde düşüş yaşamış, dolayısıyla firmanın gelirlerinde önemli bir azalma meydana gelmiştir. Bunun üzerine iklim opsiyonu araştırması yapan firma, Türkiye'deki herhangi bir kuruluş, ürün hakkında bilgi sahibi olmadığı için Swiss Re ile anlaşmaya varmıştır. Buna göre taraflar arasında -kasım

ayının sözleşmeye yetişmemesi nedeni ile- Aralık 2005- Nisan 2006 vade tarihli iklim satım opsiyonu sözleşmesi belirlenen prim karşılığında (prim miktarı firma tarafından belirtilmemektedir) gerçekleştirilmiştir. Ancak opsiyon sözleşmesinde belirlenmiş olan 9 °C sıcaklık düzeyine ulaşılmadığı için opsiyon işleme konulmamıştır (Sarıoğuz, 2007: 222-223).

1.4. İklim Türev Piyasasının Katılımcıları

İklim türev ürün sözleşmeleri her ne kadar ilk olarak büyük enerji şirketleri ve finansal kurumlar arasında gerçekleştirilen işlemlere dayansa da diğer sektörler tarafından da bu ürünlerin yaygın olarak kullanılmaya başlanması iklim türev piyasası katılımcılarının giderek çeşitlenmesine sebebiyet vermiştir. Ancak iklim türevleri piyasa katılımcılarını genel olarak son kullanıcılar ve bu ürünü sağlayanlar olarak ikiye ayırmak mümkündür (Müller ve Grandi, 2000:284).

1.4.1. Son Kullanıcılar

Esas faaliyetlerini gerçekleştirirken doğrudan hava durumu riskine maruz kalan ve bunu iklim türev ürünleriyle hedge eden kullanıcılar son kullanıcılar olarak tanımlanmaktadır (Müller ve Grandi, 2000:284). İklim türev ürünleri her ne kadar enerji şirketleri ve bu şirketlerin tüketicileri tarafından sıklıkla kullanılıyor olsa da süpermarket zincirleri, içecek ve gıda üreticileri, tarım ve eğlence sektöründe faaliyet gösteren işletmeler de bu ürünlerin son kullanıcıları arasında sayılmaktadır (Hull, 2001:414). Aşağıda yer alan Tablo 1’de örnek olarak bazı son kullanıcılar ve bu kullanıcıların karşılaştıkları riskler yer almaktadır. Tablo ardından ise alt başlıklar halinde detaylandırılmış bir şekilde bazı sektörlerin karşılaştıkları hava durumu riskleri aktarılmıştır.

Tablo 1. Hava Şartlarına Maruz Kalan Sektörler ve Karşılaştıkları Riskler

Risk Sahibi	Hava Durumu	Risk
Enerji Sektörü	Sıcaklık	Ilık geçen kışlarda daha az satış
Enerji Tüketicileri	Sıcaklık	Soğuk kışlar/sıcak yazlarda daha yüksek ısıtma/soğutma maliyetleri
İçecek Üreticileri	Sıcaklık	Soğuk kışlarda daha az satış
İnşaat Malzemesi Satan Şirketler	Sıcaklık/Kar miktarı	Soğuk kış şartlarında daha az satış
İnşaat Şirketleri	Sıcaklık/Kar Miktarı	Proje teslim zamanında gecikmeler/ertelemeler
Kayak Merkezleri	Kar Miktarı	Ortalamadan az kar yağışı sonucu gelirlerde düşüş
Tarım	Sıcaklık/Kar/Yağmur Miktarı	Kuraklık ya da aşırı yağış sebebiyle mahsulde/gelirde kayıp
Belediyeler	Kar Miktarı	Ortalamadan fazla kar miktarı sebebiyle kar temizleme maliyetlerinde artış
Yol Tuzu Firmaları	Kar Miktarı	Az kar yağışı sonucu gelirde düşüş
Hidroelektrik Santralleri	Yağış Miktarı	Kurak geçen dönemlerde düşük gelir

Kaynak: Narcis Eduard Mitu, “Weather Derivatives – A Concept In The Weather Insurances”, Editura Universitaria Craiova, 2008, ss.1960.

1.4.1.1. Enerji Sektörü

Yapılan çalışmalar elektrik ve gaz tüketiminin başta sıcaklık olmak üzere rüzgar hızı, nemlilik ve yağış miktarından önemli derecede etkilendiğini göstermiştir (Li ve Sailor, 1995; Sailor ve Munoz, 1997). Öte yandan mevsimsellik etkisi kaynaklı enerji tüketimindeki yükseliş ve düşüş eğilimi, enerji arz ve talebinde değişime yol açarak enerji fiyatlarını etkilemektedir (Isaac ve van Vuuren, 2009). Bu nedenle enerji şirketleri olumsuz hava koşulları kaynaklı risklerini hedge etmek ve aynı zamanda

ticari kâr elde etmek amacıyla iklim türev ürünlerini kullanmaktadırlar. ABD, Birleşik Krallık ve Japonya’da gerçekleştirilmiş iklim türev sözleşmelerinin %70 ilâ %80’inin enerji şirketleri tarafından gerçekleştirildiği bilinmektedir (Geyser, 2004: 448). Böylelikle bu ülkelerde faaliyet gösteren büyük enerji şirketlerinin kendilerini iklim türev ürünü kullanarak hedge ettikleri görülmektedir.

1.4.1.2. İnşaat Sektörü

İnşaat firmaları genellikle sözleşmede belirlenen proje teslimat tarihine göre projelerini tamamlamaya çalışmaktadırlar. Eğer proje teslim tarihinden önce biterse firma bunun karşılığında ödül alabileceği gibi proje belirlenen son teslimat tarihini geçerse de şirket projenin iptaline varana kadar ceza ile karşılaşabilmektedir. Projelerin teslimatının sarkmasına neden olacak çeşitli etmenler bulunmaktadır. Ancak olumsuz hava koşulları bu sarkmaların en önemli nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Normalin üstünde gerçekleşen kar veya yağmur yağışı, inşaat işçilerinin çalışmasına engel olabilecekken beton dökme gibi faaliyetlerin de gecikmesine engel olabilmektedir (Alzarrad vd., 2017). Özellikle belediyeler ve hükümetler tarafından verilen inşaat projeleri teslimatında yaşanan sarkma, firmanın gün başına ağır bir tazminat ödemesine neden olabilmektedir (Sarioğuz, 2007:168). Bu nedenle inşaat firmaları iklim türev ürünlerini risk yönetim aracı olarak kullanabilir ve proje teslimatı gecikmesinden kaynaklı maddi zararlarını böylelikle minimize edebilirler.

1.4.1.3. Tarım Sektörü

Olumsuz hava koşulları tarım ürünlerinde, bu ürünlerin üretiminde ve aynı zamanda tedarik zincirleri üzerinde risk oluşturmaktadır (Chen ve Chang, 2005). Öte yandan sıcaklık, haşere ile mücadelede, ürünlerin ekim ve hasat tarihlerinde önemli bir etkiye sahiptir (Kadioğlu vd.,1999). Güneşlenme süresi, nemlilik, yağış miktarı da tarım ürünlerinin verimini doğrudan etkilemekte ve dolayısıyla bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerin/çiftçilerin gelirlerini olumsuz anlamda etkilemektedir. İklim değişiklikleri hem ürün kalitesini düşürmekte hem de ürün çeşitliliğinde azalmaya neden olmaktadır. İklim değişikliğine ek, tarım sektöründe artarak devam eden liberalleşme süreci de bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerin gelirlerinde dalgalanmalar yaşanmasına neden olmaktadır (Pelka ve Musshoff, 2013:359). Bunun

yanı sıra tarımın diğer sektörlerle yakın ilişkili olması ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde tarımın hava risklerine karşı yüksek hassasiyetli oluşu bu sektörde etkin risk yönetiminin önemini ön plana çıkarmaktadır (Seth vd., 2009:55). Olumsuz hava durumu koşullarından doğabilecek belirtilen riskler kullanabilecek iklim türev ürün ile yönetilebilir, böylece bu sektörde faaliyet gösteren kimseler risklerini hedge edebilirler.

1.4.1.4. Turizm Sektörü

Turizm sektörünün meteorolojik koşullara karşı hassas sektörlerden biri olduğu kabul edilmektedir (UNWTO ve UNEP, 2008). Yapılan çalışmalar özellikle küresel ısınmanın kar kalınlığını azaltacağını, kayak sezonunu kısaltacağını ve yapay kar yapma maliyetlerinde artış yaşanacağını yansıtmaktadır (Abegg, 2007; Steiger ve Mayer, 2008). Özellikle 2006/07 yılında Avrupa’da kar kalınlığının ana sezonda istenilen seviyede gerçekleşmemesi birçok kayak merkezi ve bu sektörde faaliyet gösteren üreticilerin zarara uğramasına neden olmuştur (Bank ve Weisner, 2010). Öte yandan Japonya’da kış mevsiminde sıcaklığın 3 °C artmasının kayak rezervasyon oranlarında %30 azalmaya yol açtığı görülürken; Avusturya’da kar kalınlığının azalmasına bağlı turizm gelirlerinde yaşanan düşüşün çeşitli çarpan etkileriyle ülkenin gayri safi milli hasılasının yaklaşık %1,5’ini etkilediği saptanmıştır (Scott vd., 2006:377). Bunun yanı sıra ülkelerin geleneksel kutlamaları da olumsuz hava şartlarından etkilenmekte ve bu da turist sayısında, otel rezervasyonlarında ve işletmelerin gelirlerinde düşüşe neden olmaktadır (Salgueiro ve Rodon, 2021). Bu nedenlerle turizm sektöründe faaliyet gösteren işletmeler olumsuz hava koşullarından ortaya çıkan zararlarını iklim türev ürün sözleşmesi kullanarak hedge edebilmektedirler.

1.4.1.5. Perakende Sektörü

Yapılan çalışmalar perakende sektöründe yer alan firmaların/işletmelerin hava koşullarına duyarlılığının tek tip olmadığını; hava duyarlılığının bölgeye, mağazaya, mevsime ve ürüne bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Buna göre güneşli havalarda tüketicilerin harcamalarında artış yaşandığı (Murray vd.,2010); sıcak havanın bira ve şarap satışlarını arttırdığı (Agnew vd.,1999) ve nem ile güneş ışığı gibi faktörlerin

tüketicilerin mağaza içi davranışlarını etkilediği saptanmıştır (Parsons, 2001). Bunun yanı sıra olumsuz hava koşulları tüketicilerin evden çıkmasına engel olup evlerinin yakınlarındaki küçük işletmelerden alışveriş yapmasına, banliyölerde yer alan büyük mağazaları tercih etmemesine de neden olabilmektedir (Štulec, 2017). Bu nedenle bu sektörde faaliyet gösterip olumsuz hava koşullarından etkilendiğini düşünen işletmeler iklim türev ürünleri ile risklerini yönetebilirler.

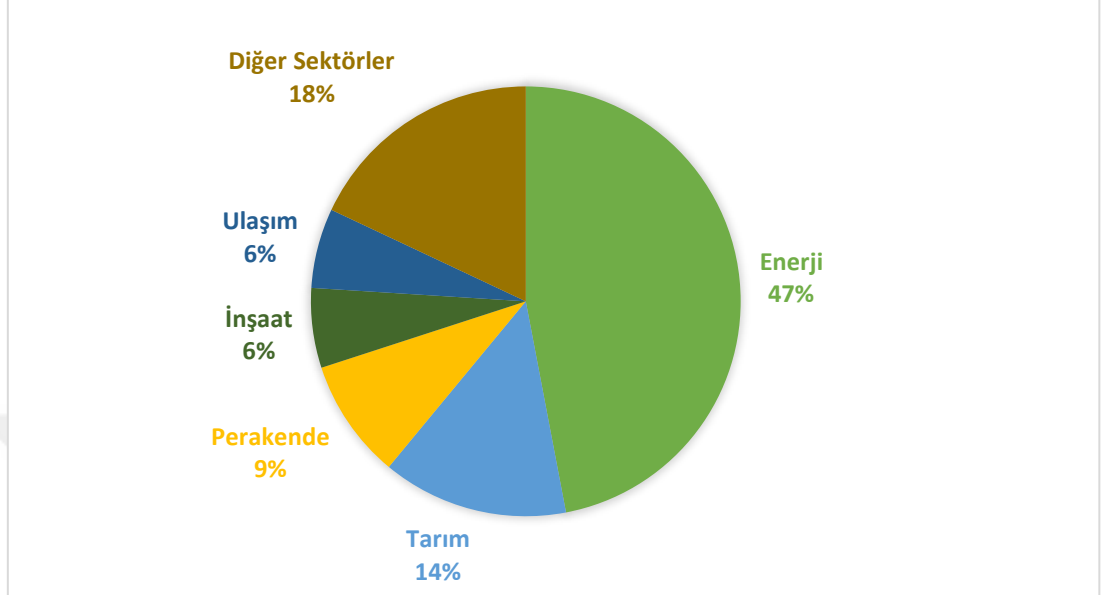
1.4.1.6. Ulaşım Sektörü

Ulaşım, olumsuz hava koşullarından doğrudan etkilenen bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. Aşırı kar ve yağmur yağışı ve bunun yanı sıra buzlanma, don ve sis trafik kazalarını artırmakta ve aynı zamanda ulaşımın aksamasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra rüzgarın esme hızı, sis ve kar yağışı gibi olumsuz hava koşulları uçuşların ertelenmesine ya da iptal edilmesine yol açmakta ve havayolu şirketinin zarara uğramasına neden olmaktadır. Bu nedenle en doğru tahminlerin en kısa sürede alınması amacıyla havaalanı yakınlarında meteoroloji istasyonu/istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonları kullanarak havayolu şirketleri iklim türev ürünleri uygulamaya koyarak karşılaştıkları riskleri minimize edebilirler.

1.4.1.7. Belediye ve Devlet Yönetimi

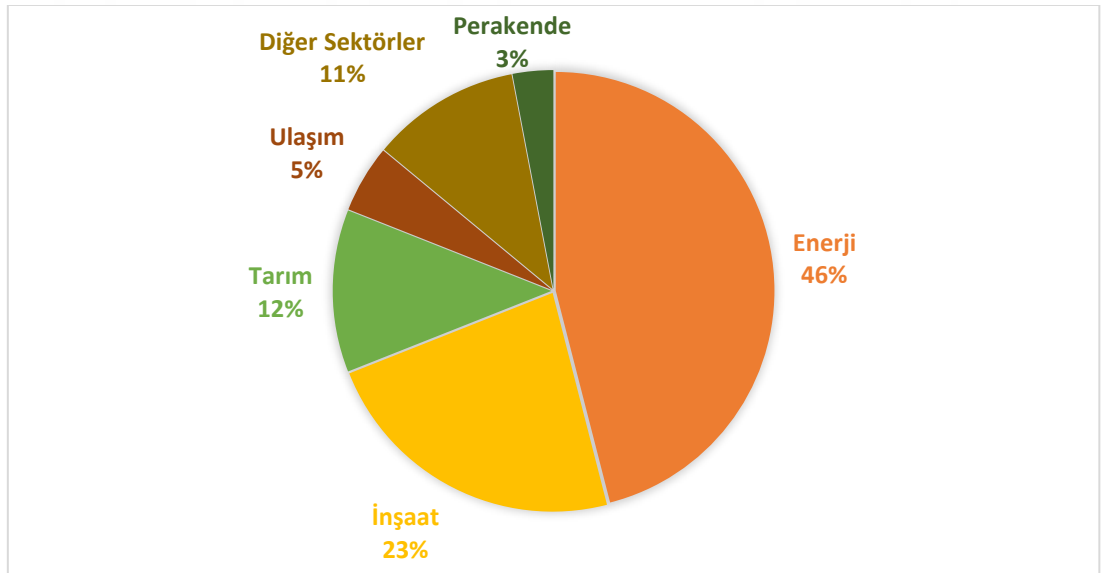
Yukarıda yer alan sektörlerle ek olarak, yerel ve ulusal hükümet kuruluşları ve aynı zamanda hayır kurumları da iklim türev ürünlerini kullanarak olumsuz hava koşullarından doğacak risklerini hedge edebilirler. Böylelikle bu kurum/kuruluşlar mevsimden mevsime veya yıldan yıla artan masraflarının düşmesini sağlayarak bütçelerindeki beklenmedik aşırımları dengeleyebilirler (Jewson ve Brix, 2005:3). Bunun yanı sıra uluslararası bir kuruluş olan Dünya Bankası'nın çalışma birimlerinden biri olan Emtia Riski Yönetim Grubu (Commodity Risk Management Group) ise tarımsal risklerin sermaye piyasasına etkin bir şekilde entegre olmasını sağlamak amacı ile iklim türev ürünlerini kullanarak özellikle gelişmemiş olan ülke ekonomilerine yardımcı olmaya çalışmaktadır (Barrieu ve Scaillet, 2010:163). Grafik 1 ve Grafik 2'de ise sırasıyla 2007 yılında ve 2011 yılında tezgah üstü piyasada gerçekleşmiş iklim türev ürün sözleşmelerinin sektörlere göre dağılımı yer almaktadır.

Grafik 1. 2007 Yılında Sektörlere Göre İklim Türev Ürünlerinin Kullanım Yüzdeleri



Kaynak: Jan Erik Blom, Hedging Revenues With Weather Derivatives: A Literature Review of Weather Derivatives & A Case Study of Rigness AS, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Norges Handelshøyskole, 2009), ss.55.

Grafik 2. 2011 Yılında Sektörlere Göre İklim Türev Ürünlerinin Kullanım Yüzdeleri



Kaynak: Anıl Umut Boran, Türev Ürünler ve Yeni Bir Finansal Ürün Olarak İklim Türev Ürünleri, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi SBE, 2012) ss.81.

Buna göre 2007 yılında iklim türev ürünlerini en fazla kullanan sektör %47 ile enerji iken bu sektörü %18 ile diğer sektörler izlemiştir. Tarım sektöründe ise iklim türev ürünü kullanma oranı %14 olarak gerçekleşmiştir. 2011 yılında ise iklim türev

ürünü kullanımından en yüksek pay alan sektör ise %46 ile yeniden enerji sektörü olmuştur. Enerji sektörünü ise %23 ile inşaat ve %12 ile tarım sektörü izlemiştir. Aynı yıl içerisinde iklim türev ürününü en az kullanan sektörler ise sırasıyla %3 ile perakende ve %5 ile ulaşım sektörü olmuştur.

1.4.2. İklim Türev Ürünü Sağlayıcıları

Enerji sektöründe faaliyet gösteren şirketler iklim türev ürünlerinin son kullanıcıları olmalarının yanı sıra aynı zamanda bu ürünlerin sağlayıcılarıdır. Bu nedenle enerji şirketleri bu piyasada aktif bir rol üstlenmektedir. Diğer yandan piyasanın önemli aktörlerinden olan Enron 2001 yılında batmış ve Acquila piyasadan ayrılmış olsa da özellikle yatırım bankalarının ve reasürans şirketlerinin bu piyasaya ürün sağlayıcı olarak katıldıkları görülmektedir (Edrich, 2003:166).

Sigorta ve reasürans şirketleri uzun süredir katastrofik hava durumu risklerini yönetmekte uzmanlaşmıştır. Ancak bu şirketler hem portföylerini çeşitlendirmek hem de sermayelerini alternatif bir yöntemle değerlendirebilmek için iklim türev ürünleri piyasasında da faaliyet göstermektedirler. Swiss Re, AIG, AXA ve American Re başta olmak üzere diğer sigorta ve reasürans şirketleri iklim türev piyasasının katılımcıları arasında yer almaktadır (Blom, 2009:38).

Yatırım bankaları ise iklim türev ürünlerinin diğer finansal ürünlerle korelasyonunun zayıf veya 0 olmasından da hareketle bu türev ürünleri diğer finansal türev ürünlerle pazarlayabileceğinin farkına varmıştır. Bu nedenle yatırım bankaları da bu ürünlerin pazarlayıcısı olarak bu piyasaya katılım sağlamışlardır. Öte yandan bazı hedge fonları da spekülatif amaçlarla bu piyasaya girmekte ve kazanç elde etmek istemektedir (Alexandridis ve Zapraniş, 2013:7).

1.5. Sigorta Sözleşmeleri ve İklim Türev Ürünleri Arasındaki Farklar

Sigorta şirketleri, işletmelerin doğrudan veya dolaylı olarak maruz kaldıkları hava riskini sigortalama işlemi aracılığıyla yönetmektedir. Öte yandan iklim türev ürünleri de hava durumu risklerini hedge etmeye olanak sağlaması dolayısıyla sigorta sözleşmeleri ile aynı iş kolu üzerinde faaliyet göstermektedir. Bu nedenle hava riskini

yönetmek isteyen işletme, iklim türev ürünleri kullanmak yerine sigorta sözleşmesi uygulamaya koymayı düşünebilir. Ancak bu iki ürün arasında temel farklılıklar bulunmasıyla bu sözleşmelerin birbirleri yerine kullanılabileceğinin düşünülmesi hatalara neden olacaktır. Bu nedenle aşağıda maddeler halinde iklim türev ürünleri ve sigorta sözleşmeleri arasındaki farklılıklar sıralanmıştır:

- Sigorta sözleşmeleri kasırga, tayfun ve sel gibi gerçekleşme ihtimali daha düşük ancak gerçekleştiği takdirde etkisi daha yüksek olan hava olaylarını kapsamaktadır. İklim türev ürünleri ise kışın ılık geçmesi veyahut beklenen kadar kar yağışı olmaması gibi yüksek olasılıklı ancak etkisi daha az olan hava olaylarını kapsamaktadır (Bank ve Weisner, 2010: 585).
- Sigorta sözleşmelerinde, poliçe sahibi olan taraf gerçekleşen hava olayı sonucu oluşan hasarını kanıtlamak zorundadır ve ancak bu hasarı kanıtlayabildiği takdirde tazminat alabilmektedir. Örneğin Bodrum'daki otelini sel riskine karşı sigortalamış otel sahibi ancak Bodrum'da gerçekleşen sel sonucu oteli zarar gördüğünde ve bunu ispatladığında sigorta şirketinden tazminat alabilmektedir. Ancak iklim türev ürünlerinde taraflar herhangi bir şekilde kanıt sağlamak veya kanıtlarını ispat etmek zorunda olmaksızın ödeme alabilmektedir (Pollard vd., 2008:618).
- İklim türev ürünleri piyasasında taraflar birbirlerinin riskini hedge edebilecek şekilde türev sözleşmeler imzalayabilmektedir. Bir başka ifade ile taraflardan biri önümüzdeki kış mevsiminin ılık geçmesi sonucu zarara uğrayacak olabilir. Buna karşın karşı taraf ise kışın ılık geçmesi sayesinde kâr elde edebilecek durumda olabilir. Böylece her iki taraf iklim türev ürün piyasasında buluşarak birbirlerini risklerini hedge eden iklim türev sözleşmesi oluşturabilirler. Ortaya çıkan bu karşılıklı risk hedge etme durumu sigorta sözleşmelerinde görülmemektedir (Chambers, 2005:57).
- Meteorolojik verilere bağlı olarak hava durumu ile ilgili geleceğe yönelik tahminlerde bulunularak iklim türev ürününün koruma sağlayıp sağlayamayacağı ya da ek sözleşmeye ihtiyaç duyulmasının hesabı yapılabilir. Başka bir deyişle iklim türev ürünleri zaman geçtikçe yeniden değerlendirilebilir. Dolayısıyla iklim türev ürünleri sigorta sözleşmelerine kıyasla daha esnektir (Pollard vd., 2008:618).
- Sigorta sözleşmelerinde meydana gelen zarar ile nihai ödeme arasında çok az fark bulunmaktadır. Diğer bir deyişle poliçe sahibi kendi riskine uygun sigorta sözleşmesi

ile riskini minimize edebilir. Ancak iklim türev ürünlerinde karşılaşılan baz riski kişinin riskini tam olarak karşılamasına engel olmaktadır (Tindall, 2006: 11).

- İklim riskine karşı duyarlı olmaksızın da iklim türev ürünü alınıp satılabilmektedir. Böylece bu sözleşmeler sadece ek kazanç sağlamak için de kullanılabilir (Taştan, 2016:3).
- İki ürün arasında muhasebe uygulamaları, sözleşme yapıları ve vergi yükümlülükleri açısından farklılıklar bulunmaktadır (Taştan, 2016:3).

1.6. İklim Türev ve Diğer Türev Ürünleri Arasındaki Farklar

İklim türev ürünleri türev ürün sayılmasına rağmen bazı temel farklılıklarla geleneksel türev ürünlerden ayrılmaktadır. Bu nedenle aşağıda maddeler halinde iklim türev ürünleri ve geleneksel türev ürünler arasındaki farklılıklar sıralanmaktadır (Campbell ve Diebold, 2005):

- Geleneksel türev ürünlerin dayanak varlıkları döviz kuru, hisse senedi, emtia ya da faiz gibi spot piyasada işlem gören varlıklardır. Ancak iklim türev ürünlerinin dayanak varlığı hava koşullarıdır ve hava spot piyasada alınıp satılamamakta ve bu nedenle bir fiyatı bulunmamaktadır. Bu, iklim türev ve geleneksel türev ürünler arasındaki en temel farkı oluşturmaktadır.
- Geleneksel türev ürünler fiyat dalgalanmalarına karşı koruma sağlamakta iken miktar riskinden kaynaklanan risklere karşı herhangi bir koruma sağlayamamaktadır. İklim türev ürünlerinde ise tam tersi bir durum söz konusu olarak bu ürünler miktar değişimlerine karşı koruma sağlamaktadır.
- Havanın emtia piyasasındaki gibi standardize olmayışı ve bölgeden bölgeye göre değişmesi beraberinde çeşitli riskleri getirmektedir. Her ne kadar iklim türev ürünleri piyasasında gelişmeler yaşanıyor olsa da bu çeşitlilik piyasanın diğer türev ürün piyasaları kadar derinleşmesine engel olmaktadır.

1.7. İklim Türev Ürünlerinin Bağlı Olduğu Endeksler

Finansal türev ürünlerin dayanak varlıkları arasında faiz, döviz kuru, hisse senedi veya emtia yer almaktadır. İklim türev ürünlerinin dayanak varlıkları ise hava ölçümlerine dayanmaktadır. İklim türev ürünlerinde en sık kullanılan dayanak varlık

ise hava sıcaklığıdır. İklim türev ürün sözleşmeleri doğrudan sıcaklığa bağlı olarak oluşturulabilir. Öte yandan ortalama sıcaklık derecesinin belirlenen referans sıcaklık değerinden sapması ile ortaya çıkan ısıtma günleri derecesi (HDD) ve soğutma günleri derecesi (CDD) de sıklıkla dayanak varlık olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında belirli bir dönem aralığını kapsayan kümülatif HDD/CDD ve kümülatif ortalama HDD/CDD endeksleri de dayanak varlık olarak kullanılabilir. Bunun yanında yağmur miktarına, kar miktarına, güneşli geçen gün sayısına, rüzgar şiddetine, sise, kasırgaya ve neme bağlı sözleşmeler de bulunmaktadır.

İklim türev ürünlerinde hava sıcaklığının diğer hava ölçümlerine kıyasla daha sık kullanılmasının üç temel nedeni bulunmaktadır. Bunlardan ilki sıcaklık değişimlerinin başta enerji sektörü olmak üzere diğer sektörlerin gelirlerinde doğrudan bir etkiye neden olmasıdır. İkincisi ise bazı sektörler sis, don ve dolu gibi hava olaylarından daha çok etkilenseler de bu risklerin getireceği kayıplar yine sıcaklık sözleşmeleriyle uygun hale getirilerek minimize edilebilmektedir. Son olarak ise sıcaklığa dayalı olarak gerçekleştirilen sözleşmeler, sıcaklık değişimlerinden kaynaklanan her türlü riske karşı piyasa katılımcılarının ihtiyaçlarını karşılamak için diğer sözleşmelere kıyasla daha geniş çerçeve çizmektedir ki bu da sıcaklığa bağlı sözleşmelerin avantajını oluşturmaktadır (Zong, 2015:12).

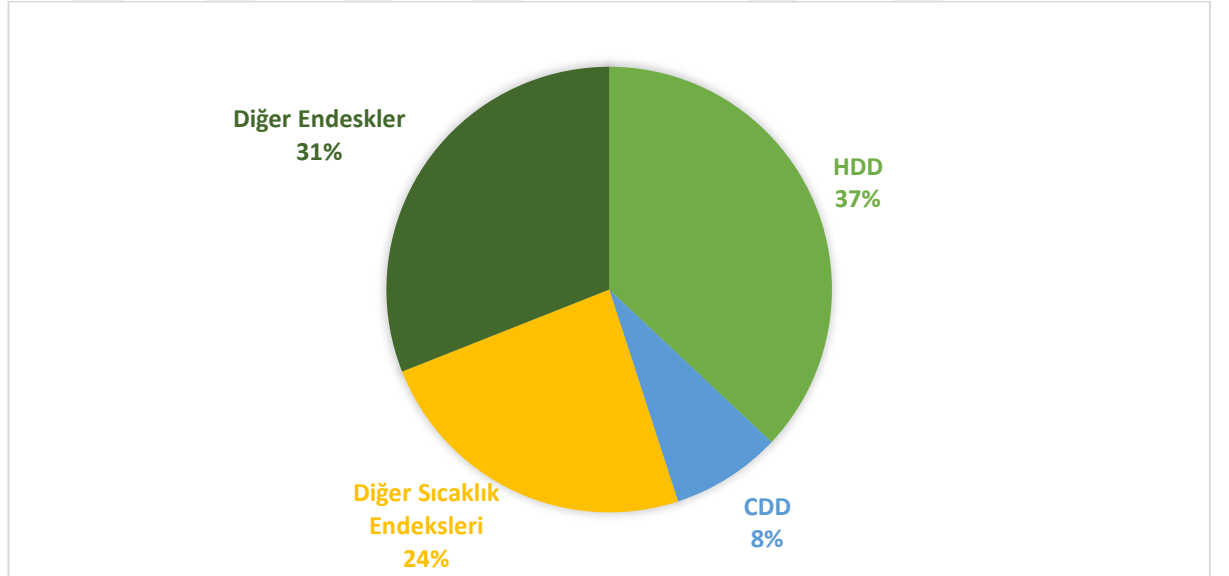
Yağış endeksi, sıcaklıktan sonra iklim türev ürünlerinde en sık kullanılan endekstir. Ancak iklim türev ürünlerinin genellikle enerji şirketleri tarafından tercih ediliyor oluşu hava sıcaklığının yağış endeksinden daha sık kullanımına yol açmaktadır. Bunun yanında yağış miktarını ölçen hava istasyonlarının birbirlerine yakın olmalarına rağmen farklı değerler vermesi yağış endeksine bağlı modellerin sıcaklığa bağlı modellere kıyasla net olmayan sonuçlar vermesine yol açmaktadır. Ancak hidroelektriğe bağlı elektrik üretiminin artış göstermesi tüm bu dezavantajlarına rağmen yağış endeksinin iklim türev sözleşmelerinde dayanak varlık olarak tercih edilme sıklığını artırmıştır. Bu nedenle de yağış endeksine bağlı iklim türev ürünlerinin özellikle Batı Amerika ve İskandinavya'da sıklıkla tercih edildiği görülmektedir (Tindall, 2006:7; Banks, 2004:166).

Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji sektöründeki hızlı ilerleme yatırımcıların rüzgar çiftliklerine daha fazla yatırım yapmasına neden olmuştur. Rüzgar enerjisine bağlı elektrik üreten şirketler, rüzgarın şiddetinin beklenilenden az olması durumunda

gelir kaybı ile karşılaşmakta ve yaptıkları başlangıç sermayelerini telafi etmede zorluklar yaşamaktadır. Bu nedenle rüzgar enerjisine bağlı elektrik üreten firmalar da rüzgarın esme hızına bağlı iklim türev ürünlerini kullanarak kendilerini koruma altına alabilmektedirler (Banks, 2004:166). Ayrıca elektrik üretiminde güneş enerjisinin gittikçe artan payı bu sektörde faaliyet gösteren şirketlerin de iklim türev ürünlerini kullanarak kendilerini olumsuz hava koşullarından korumalarını sağlayabilmektedir (Boyle vd., 2020).

PwC ve WRMA'nın ortaklaşa gerçekleştirdiği iklim türev ürünleri kullanımı anketinin sonuçlarına göre, 2009/2010 yılında tezgah üstü piyasada en fazla tercih edilen iklim türev ürünü yüzde 38 ile HDD endeksi olmuştur. Bunu yüzde 32 ile diğer sıcaklık endeksleri, yüzde 24 ile diğer endeksler ve yüzde 6 ile CDD endeksi izlemiştir (Boran, 2012:82-83). Aşağıda yer alan Grafik 3'de ise 2010/2011 yılında tezgah üstü piyasalarda gerçekleştirilmiş iklim türev ürünlerinin dayanak varlıkları yer almaktadır.

Grafik 3. 2010/2011 Yılı Tezgah Üstü Piyasa Sözleşmelerinin Bağlı Olduğu Endeksler



Kaynak: Anıl Umut Boran, Türev Ürünler ve Yeni Bir Finansal Ürün Olarak İklim Türev Ürünleri, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi SBE, 2012), ss.83.

Buna göre 2010/2011 yıllarında %37 ile HDD endeksi iklim türevlerine en fazla dayanak varlık oluşturan endeks olurken onu %31 ile diğer endeksler izlemiştir. Bu yıl aralığında en az işlem gören endeks ise %8 ile CDD endeksi olmuştur.

1.7.1 Günlük Sıcaklık Derecesi

Yukarıdaki paragraflarda belirtildiği üzere iklim türev ürünlerinde en sık tercih edilen dayanak varlık sıcaklıktır. Öte yandan sıcaklığa bağlı türev ürünlerin CME’de işlem görmeye başlaması bu ürünlerin ulaşımını daha kolay hale getirmiş ve kullanımının artmasına olanak sağlamıştır (Woodard ve Garcia 2008:103).

Sıcaklık dereceleri saatlik, günlük maksimum/minimum olarak ifade edilebileceği gibi günlük ortalama değer olarak da ifade edilmektedir.

Günlük ortalama sıcaklık derecesi ise aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Alaton vd., 2002:4):

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

Yukarıdaki denklemde T_i^{max} ve T_i^{min} , i gününde belirli bir istasyondan ölçülmüş sırasıyla maksimum ve minimum hava sıcaklık derecelerini göstermektedir. T_i ise i gününde ölçülmüş günlük ortalama sıcaklığı temsil etmekte ve i gününde gerçekleşen maksimum ve minimum hava sıcaklıklarının ortalaması alınarak hesaplanmaktadır.

Birçok ülkede günlük ortalama sıcaklık gün içinde gerçekleşen maksimum ve minimum değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Ancak bazı ülkelerde uygulama farklılıklarının da olduğu bilinmektedir. Buna göre, günde ikiden fazla sıcaklık değerinin ağırlıklı ortalaması baz alınarak da günlük ortalama sıcaklık derecesi hesaplanması gerçekleştirilmektedir (Jewson ve Brix, 2005:10).

1.7.2. Isıtma Günleri Derecesi (HDD) ve Soğutma Günleri Derecesi (CDD)

HDD veya CDD, günlük ortalama sıcaklığın belirlenen referans değerinden sapma durumunu göstermektedir (Mraoua ve Bari, 2007:24). HDD, ortalama günlük sıcaklık derecesinin baz alınan referans değerinin altında seyrettiği durumda oluşmaktadır. Buna karşın CDD ise ortalama günlük sıcaklık derecesi referans değerinin üstünde gerçekleştiğinde ortaya çıkmaktadır (Considine, t.y.:2). Referans değerinden her derece uzaklaşmada HDD değerinde artış yaşanacaktır. Dolayısıyla hava daha soğuk olacak ve ısınmak için gerekli enerji miktarında artış yaşanacaktır. Ancak

yüksek CDD, yüksek sıcaklık anlamına gelmekte ve soğutma ihtiyacı için enerji kullanılmasını gerektirmektedir (Kosmala, 2020:945-946).

HDD genellikle kasım ve mart ayları arasında kışın kullanılmaktadır. CDD sezonu ise mayıs ve eylül aylarıdır. Nisan ve ekim ayları ise geçiş ayları olarak adlandırılmaktadır (Cao ve Wei, 2004:1068). Ancak uygulamada, riskin etkin bir şekilde yönetimi için aylarda ve endekslerde çeşitli farklılıklar ve kombinasyonlar gerçekleştirilmektedir (Zong, 2015: 15).

Bir gün içinde yalnızca CDD veya HDD hesaplanabilmekte bir başka deyişle iki değer aynı anda ortaya çıkmamaktadır. Bunun yanında HDD veya CDD fark etmeksizin ortalama günlük sıcaklık derecesi referans değerine eşit olduğunda değerler 0'a eşitlenmektedir. Ancak ne HDD ne de CDD negatif bir değer alamamaktadır (Jewson ve Brix, 2005:16).

Aşağıdaki denklemlerde HDD ve CDD değerlerinin hesaplanması yer almaktadır (Alaton vd., 2002:4):

$$HDD_i = \max[(T_{ref} - T_i), 0]$$

$$CDD_i = \max[(T_i - T_{ref}), 0]$$

T_{ref} , baz alınan sıcaklık referans değerini ve T_i günlük ortalama sıcaklığı sembolize etmektedir. Buna göre HDD_i , i gününde ortaya çıkan HDD değerini ve CDD_i ise i gününde oluşan CDD değerinin hesaplanışını göstermektedir. Öte yandan HDD ve CDD değerleri 0'ın altında değer alamayacağı için bu endeks değerleri minimum 0'a eşit olacaktır.

Sıcaklık değerleri Amerika'da Fahrenheit (°F) cinsinden ölçülmekte ve referans değer olarak 65 °F (18,33 °C) olarak belirlenmiştir. Bunun yanında Amerika'nın bazı sıcak iklimlerinde bu referans değer 75 °F olarak belirlendiği de görülmektedir. Bunun dışında diğer ülkeler ise Celcius (°C) değerini kullanmakta ve referans değer, 18 °C (64,4 °F) olarak baz alınmaktadır (Jewson ve Brix, 2005: 11; Ghiulnara ve Viegas, 2010).³ Geçmiş kullanımda referans değeri olan 65 °F, elektrik

³ (°F), Fahrenheit değerini ve (°C) Celcius değerini temsil etmek üzere;

dağıtımını gerçekleştiren şirketlerin fırını açmak için baz aldığı referans derece olarak kullanılmıştır. Ancak günümüzde ise bu kullanım daha modern hale getirilmiştir. Buna göre referans değeri, iç ortam sıcaklığının korunması için gerekli olan enerji tüketim tahminin gerçekleştirilmesine yönelik kullanılmaktadır. Oda sıcaklığının 65 °F altında gerçekleştiği her bir derece için odayı ısıtmak için kaloriferler yanmalı ve bu da daha fazla enerji kullanımı anlamına gelmektedir. Öte yandan 65 °F üstünde gerçekleşen her bir derece odanın soğukluğunun korunması için klimaların çalıştırılmasını gerektirmekte ve dolayısıyla daha fazla enerji ihtiyacı hâsıl olmaktadır (Cao vd., 2003:4).

Belirtilen 65 °F ve 18 °C referans değerlerine göre belirli bir *i* gününde ortaya çıkan HDD ve CDD'nin hesaplanması ise aşağıda yer alan denklemlerde belirtildiği üzere hesaplanmaktadır:

$$HDD_i = \max[(65^\circ F - T_i), 0] ; \quad HDD_i = \max[(18^\circ C - T_i), 0]$$

ve

$$CDD_i = \max[(T_i - 65^\circ F), 0] ; \quad CDD_i = \max[(T_i - 18^\circ C), 0]$$

Bunun yanında enerji derecesi günleri (EDD) de HDD ve CDD değerlerinin yerine kullanılabilir. EDD'ler, oluşan HDD ve CDD değerlerinin toplamı olarak ifade edilmektedir. EDD'ler ise sıcaklık riskinin sadece mevsimsel bazda değil tüm yıl olarak ölçülmesini sağlamaktadır. Bu nedenle EDD'leri genellikle hem yazın hem de kışın olumsuz hava şartlarından etkilenmekte olan şirketler kullanmaktadır (Blom, 2009:28). Buna göre EDD değerinin hesaplanması aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

$$EDD_i = [(Günlük HDD) + (Günlük CDD)]$$

°F cinsinden ölçülmüş HDD'yi °C HDD'ye çevirmek için : °C HDD = [(5/9) x (°F HDD)],
°C cinsinden ölçülmüş HDD'yi °F HDD'ye çevirmek için: °F HDD = [(9/5) x (°C HDD)] formülleri kullanılmaktadır.

EDD_i , belirli bir zaman diliminde oluşan enerji günlerini temsil etmek üzere; bu değer bu zaman diliminde oluşan günlük HDD ve günlük CDD değerlerinin toplanmasıyla hesaplanmaktadır.

Bitkiler çimlenmek, tohumdan meyveye geçmek veya olgunlaşmak için belirli bir sıcaklık derecesine ihtiyaç duymaktadırlar. Bu nedenle daha çok tarım alanında kullanılan büyüyen günler derecesi (growing degree days- GDD) de tercih edilmektedir. GDD için baz alınan referans değeri genellikle $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Buna göre büyüyen günler derecesi aşağıdaki şekilde formülize edilebilmektedir (Turvey, 2001):

$$GDD_i = \max[(T_i - 10\text{ }^{\circ}\text{C}), 0]$$

GDD_i gün içerisinde oluşan büyüyen günler derecesini temsil etmek üzere bu değer; gün içerisinde gerçekleşen ortalama sıcaklık T_i derecesinin $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (36°F)'nin üzerinde gerçekleştiğinde ortaya çıkmaktadır.

Sıcaklık bazlı iklim türev ürünleri genellikle belirli bir takvim ayını ya da belirli bir mevsim olan yaz veya kış mevsimini kapsamaktadır. Bu nedenle belirli bir dönem boyunca HDD ve CDD değerlerinin kümülatif toplamlarını ifade eden derece günleri endeksi üzerine yazılmış kümülatif HDD veya kümülatif CDD endeksleri de piyasada sıklıkla kullanılmaktadır. Aşağıdaki denklemlerde bu endekslerin hesaplanışı yer almaktadır (Alaton, vd., 2002:5):

$$H_n = \sum_{i=1}^n HDD_i$$

ve

$$C_n = \sum_{i=1}^n CDD_i$$

denklemlerde yer alan n gün sayısını, H_n ve C_n ise sırasıyla n günde gerçekleşen kümülatif HDD ve CDD endekslerini göstermektedir. Buna göre H_n ve C_n değerleri, n günde oluşan HDD ve CDD değerlerinin toplamından oluşmaktadır.

1.8. İklim Türev Ürün Sözleşmeleri

İklim türev ürünleri sözleşme çeşitleri genellikle swap, futures, alım/satım opsiyonu veya bu opsiyonların kombinasyonları şeklinde işlem görmektedir. Bu sözleşmelerin büyük çoğunluğunun ise geçmiş dönemdeki hava sıcaklık değerlerine ulaşımın diğer hava durumu göstergelerine nazaran daha kolay olması ve son kullanıcıların sıcaklık bazlı sözleşmeleri daha fazla talep etmesinden kaynaklı sıcaklık üzerine gerçekleştiği görülmektedir. Ancak yine de kar ve yağmur yağışı miktarı ve diğer hava durumu göstergeleri baz alınarak oluşturulan sözleşmeler mevcuttur.

1.8.1. İklim Futures Sözleşmeleri

İklim futures sözleşmeleri, öncelikle enerji sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin sıcaklık değişimi sonucu karşılaştığı olumsuz hava risklerini minimize etmek istemesi ile kullanılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla iklim futures sözleşmeleri, enerji ve diğer sektörlerde yer alan işletmelerin beklenmedik hava koşullarının neden olduğu zararlardan korunmak amacıyla dayanak varlığı hava endeksi olan bir türev üründür (Balı, 2012:9).

İklim futures sözleşmelerinin dayanak varlıkları arasında HDD, CDD, kümülatif ortalama sıcaklık ve sisli günler yer almaktadır (Dorfleitner ve Wimmer, 2010:1360). İklim futures sözleşmelerini diğer iklim türev ürünlerinden ayıran en önemli özellik bu sözleşmelerin CME gibi organize bir piyasada işlem görmesidir. Bu nedenle bu sözleşmeler standardize edilmiş belirli unsurları içermektedir. Bir başka deyişle, futures sözleşmelerin işlem saatleri, sözleşme ayları, kullanım düzeyleri, tik büyüklükleri ve uzlaşım prosedürleri işlem gördüğü ilgili borsa tarafından belirlenerek, standardize edilmiştir.⁴

İklim futures sözleşmesinde dayanak varlık hava olduğu ve hava da fiziksel nitelik taşımadığı için bu sözleşmeler daima nakdi mutabakat yoluyla sonlandırılmaktadır (Burçkin ve Boyacıoğlu, 2004: 96). Bunun yanında iklim futures piyasalarında, vade tarihini beklemeksizin aynı sözleşmede aynı miktarda ters pozisyon alınarak açılan pozisyon kapatılabilmektedir.

⁴ CME’de işlem gören iklim futures sözleşmelerinin detaylı bilgileri için lütfen bkz. CME Group, Weather Products, <https://www.cmegroup.com/trading/weather/>.

CME’de işlem gören iklim futures sözleşmelerinin fiyatı genellikle sözleşme sonunda gerçekleşmesi beklenen kümülatif HDD ve CDD endekslerini yansıtmaktadır. Bir başka deyişle, bu sözleşmelerin fiyatı piyasadaki arz ve talebe bağlı olarak oluşan adil fiyatlamayı göstermektedir. Bu nedenle de sözleşmeye girmek için gerekli olan başlangıç teminatı düşüktür. Aynı zamanda iklim futures sözleşmelerinin likit olması dolayısıyla bu sözleşmelerde işlem ve yönetim maliyetleri de düşük seyretmektedir (Tauşer & Čajka, 2014:310-311).

Diğer organize borsada işlem gören türev ürün sözleşmelerinde olduğu gibi iklim futures sözleşmelerinde de takas kurumu merkezi karşı taraf hizmeti kapsamında alıcıya karşı satıcı, satıcıya karşı alıcı konumunda hizmet vermektedir. Bunun yanında yatırımcının futures sözleşmesinden elde edeceği kâr ya da zarar, futures sözleşmesinin vadesi boyunca HDD ve CDD endeksinin gelişimine bağlı olarak nemalanmaktadır. Buna göre de gün sonunda müşterinin hesabına yansıtılmaktadır (Oetomo ve Stevenson, 2005:106). Öte yandan bu türev sözleşmelerinin organize borsada işlem görmesi sadece bu borsa tarafından belirlenmiş şehirlerde işlem gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Örneğin Los Angeles’da otel inşaatı çalışması yürüten bir firma olumsuz hava koşullarından kaynaklı proje teslimi gecikmesini engellemek için iklim futures piyasasında işlem yapmak istediğinde Los Angeles’a en yakın CME’de kote edilmiş Las Vegas’ı baz alan işlem gerçekleştirebilir. Bu durumda ise türev ürün getirileri ile dayanak varlığın maruz kaldığı riskler birbiri ile net bir şekilde eşleşmeyebilir. Nitekim baz riski olarak da adlandırılan bu risk çeşidi, iklim futures sözleşmelerinin en önemli dezavantajıdır.

Aşağıda yer alan Tablo 2’de bu futures sözleşmelerinin hangi sektörler tarafından ne zaman kullanılabileceğine dair özet bir bilgi yer almaktadır.

Tablo 2. İklim Futures Sözleşmeleri Kullanımı

Risk	Futures Kullanımı	Futures Sözleşmesi Kullanım Alanı
Aşırı Sıcak Yazlar	CDD Futures Alımı	Düşük hasat sonucu zarar görecektir olan çiftçi
Ilık Geçen Yazlar	CDD Futures Satımı	Satışların azalmasından korkan içecek şirketi
Ilık Geçen Kışlar	HDD Futures Satımı	Enerji talebinin düşeceğini düşünen enerji şirketi
Aşırı Soğuk Kışlar	HDD Futures Alımı	Proje teslimat tarihinde gecikme yaşanacağını düşünen inşaat şirketi

Kaynak: Hilary Till, Why Haven't Weather Derivatives Been More Successful As Futures Contracts? A Case Study, Journal of Governance and Regulation, 2015, 4,4 ss.369.

Buna göre yaz mevsiminin ılık geçerek normalden az satış yapacağını öngören soğuk içecek firması sahibi, CME'de işlem gören CDD endeksine bağlı futures sözleşmesi satımı gerçekleştirerek riskini hedge edebilir. Diğer taraftan yaz mevsiminin aşırı sıcak geçeceğini ve bu nedenle zarar edeceğini düşünen bir çiftçi de CDD endeksine bağlı futures sözleşmesi alımı gerçekleştirerek, düşük hasat sonucu karşılaşacağı düşük kârı iklim futures sözleşmesinden elde edeceği kâr ile hedge edebilir.

1.8.2. İklim Swap Sözleşmeleri

İklim swapları taraflar arasında üzerine anlaşılan sıcaklık düzeyine ve sözleşme vadesinin sonunda gerçekleşen sıcaklık düzeyine bağlı olarak karşılıklı nakit akışının gerçekleştirildiği bir iklim türev ürünü sözleşmesidir. İklim swap sözleşmeleri tezgah üstü borsalarda işlem görmektedir. Bu nedenle bu sözleşmenin unsurları tarafların ihtiyaçlarına göre şekillenmektedir.

Faiz swap sözleşmelerinin nakit akışlarının takas edildiği birden fazla tarih bulunmakta iken iklim swap sözleşmelerinde nakit akışlarının takas edildiği yalnızca bir tarih bulunmaktadır. Bu nedenle bu sözleşmeler teknik olarak forward sözleşmeler olarak düşünülmektedir (Jewson, 2004:3). Sözleşme dönemleri ise genellikle tek takvim ayları veya ocak-mart ayları gibi dönemlerdir. Bunun yanı sıra bu

sözleşmelerde genellikle 200 derece güne karşılık gelen maksimum ödeme tutarı da bulunmaktadır (Alaton vd., 2002: 6).

Yapılan iklim swap anlaşmasına göre swap alıcısı olan taraf, gerçekleşen kümülatif HDD/CDD düzeyinin sözleşmede önceden kararlaştırılan kullanım düzeyinden yüksek olduğunda ödeme alıp bir getiri sağlayacaktır. Kullanım düzeyi gerçekleşen kümülatif HDD/CDD düzeyinin altında kaldığında ise swap alıcısı, swap satıcısı olan tarafa ödeme yapacaktır. Aşağıda Tablo 3'te bir HDD swap sözleşmesi örneği oluşturulmuştur.

Tablo 3. HDD Swap Sözleşmesi Örneği

İstasyon	İzmit İstasyonu
Alıcı	XYZ A.Ş. (sabit faizle ödeme)
Satıcı	ABC Re. (değişken faizle ödeme)
Sözleşme Dönemi	1-20 Şubat 2021
Tık Büyüklüğü	HDD başına 4,000 €
Sabit Faiz	2000 HDD (önceden belirlenen kullanım düzeyi)
Değişken Faiz	Gerçekleşen HDD: 1500 HDD

Örnekte yer alan XYZ A.Ş. kışın ılık geçmesi nedeni ile gelirlerinde düşüş yaşamayı tahmin eden bir doğalgaz firmasıdır. Bu nedenle de gelirinde yaşayacağı düşüşe karşı ABC Re. adlı reasürans şirketiyle anlaşarak bir HDD swap sözleşmesi imzalamıştır. Buna göre, HDD başına tık büyüklüğü 4,000 € olarak belirlenmiş ve XYZ A.Ş., ABC Re'ye 2021 yılı Şubat ayında gerçekleşen değişken faizli kümülatif HDD'ye karşılık, sabit faizli 2000 HDD ödemeyi kabul etmiştir. Ancak vade sonunda kümülatif HDD 1500 olarak gerçekleşmiş ve bu nedenle ABC Re, XYZ A.Ş'ye $200,000 \text{ €} = [(4,000 \times (1500 - 2000))]$ ödemeyi kabul etmiştir.

1.8.3. İklim Opsiyon Sözleşmeleri

İklim opsiyon sözleşmeleri, tarafların çeşitli hava durumu endeksleri üzerine gerçekleştirdiği bir opsiyon sözleşmesi türüdür. Diğer iklim türev ürünlerinde olduğu gibi iklim opsiyonlarının büyük çoğunluğunun sıcaklık endeksleri olan HDD veya CDD baz alınarak gerçekleştirildiği görülmektedir. Buna göre HDD veya CDD endeksleri üzerine gerçekleştirilmiş iklim opsiyon sözleşmelerinin iklim türev piyasasının %70 ilâ %80'ini oluşturduğu bilinmektedir (Özdemir, 2008:149).

İklim opsiyonları hem organize borsada hem de tezgah üstü borsalarda işlem görmektedir. Tezgah üstü borsalarda işlem gören opsiyonların en önemli özelliği “terzi işi” özellik taşımalarıdır. Bir başka deyişle taraflar uygun gördükleri sözleşme unsurları altında kişiselleştirilmiş iklim opsiyon sözleşmeleri ile risklerini hedge edebilmektedirler. Ancak CME’de işlem gören bir iklim opsiyon sözleşmesi vade, endeks, istasyon ve tik büyüklüğü açısından işlem gördüğü ilgili borsa tarafından standartlaştırılmış unsurları içermektedir. CME’de işlem gören iklim opsiyon sözleşmeleri Avrupa tipi opsiyon sözleşmeleri olup yatırımcısına sadece vade sonunda opsiyonu kullanma hakkı vermektedir.⁵

İklim opsiyonları, iklim alım opsiyonları ve iklim satım opsiyonları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İklim alım opsiyonu, yatırımcısına yüksek seyreden endeks seviyesine karşı koruma sağlamakta iken, iklim satım opsiyonu ise yatırımcısını düşük seyreden endekse karşı korumaktadır (Wang vd., 2015:3). Buna göre HDD endeksine bağlı bir alım opsiyonu alan taraf, sözleşme başında sözleşme satıcısı olan tarafa opsiyon primi ödemektedir. Vade sonunda kümülatif HDD endeksi sözleşmede belirlenen kullanım düzeyini geçtiği takdirde, opsiyon satıcısı opsiyon alıcısına ödeme yapmak zorundadır (Clements vd., 2008:4). Taraflar arasında gerçekleştirilecek olan ödeme miktarı sözleşmede belirlenen kullanım düzeyi ve tik büyüklüğüne bağlı olarak belirlenmektedir. Tik büyüklüğü ise sözleşme boyunca kullanım düzeyi üzerinde kalan her bir derece günü için alım opsiyonu sahibinin elde ettiği tutar olarak tanımlanmaktadır (Kordi, 2012:9).

⁵ CME’de işlem gören iklim opsiyon sözleşmelerinin detaylı bilgileri için bkz. CME Group, Weather Products, <https://www.cmegroup.com/trading/weather/>.

İklim opsiyonu parametreleri genellikle kendisini koruma altına almak isteyen tarafın geçmiş dönemde hava değişimine göre karşılaştığı gelir gider dalgalanmasındaki bilgiye dayanmaktadır. Buna göre kapsamlı bir iklim opsiyonunda yedi sözleşme parametresi bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilmektedir (Zeng, 2000:2077):

- Sözleşme türünün belirlenmesi (alım veya satım opsiyonu hakkında karar kılınması),
- Sözleşme vadesinin belirlenmesi (örneğin, 1 Kasım 2020 - 31 Mart 2021),
- Meteorolojik verilerin sağlanacağı hava istasyonun belirlenmesi (örneğin, Tuzla İstasyonu),
- Sözleşme endeksinin belirlenmesi (HDD, CDD veya kar/yağmur yağıışı endeksi),
- Kullanım düzeyine (kullanım derecesi) karar verilmesi,
- Tik büyüklüğü,
- Sözleşme başında taraflar arasında kararlaştırılan prim tutarı ve eğer belirtilmiş ise ödenecek olan maksimum ödeme tutarı.

İklim opsiyon sözleşmelerinin organize borsada işlem gören iklim futures sözleşmelerinden ayıran en önemli özelliği bu sözleşmelerin sağladığı esnekliktir. Buna göre, iklim opsiyon sözleşmeleri finansal opsiyon sözleşmelerinde de olduğu gibi alıcısına, opsiyonu uygulamaya koyma ya da koymama hakkı vermektedir. Örneğin bir havayolu şirketi yoğun sisin doğuracağı sonuç ile uçuşlarında yaşanacak gecikme ve erteleme kaynaklı zararını telafi etmek için HDD endeksi üzerine gerçekleştirilmiş bir alım opsiyonu alabilir. Eğer kümülatif HDD endeksi sözleşmede belirlenen kullanım düzeyinden yüksek ise şirket, opsiyonu uygulamaya koyar aksi taktirde şirket ödediği prim kadar zarar eder. Öte yandan bir içecek firması yazın serin geçmesi sonucu satışlarında yaşanacak düşüşten kaynaklı gelirlerindeki azalmayı CDD satım opsiyonu alımı yaparak telafi edebilir. Buna göre sözleşmede belirtilen kullanım düzeyi kümülatif CDD değerinden yüksek olduğu taktirde işletme sahibi opsiyonu uygulamaya koyar aksi gerçekleştiğinde opsiyonunu kullanmama hakkına sahiptir.

Tablo 4'te ise HDD ve CDD endeksleri üzerine gerçekleştirilebilecek iklim alım ve satım opsiyonlarının sağlayacağı koruma, uygulama zamanı ve opsiyon uygulamaya koyulduğu taktirde ödemenin nasıl hesaplanacağı yer almaktadır.

Tablo 4. HDD/ CDD Alım ve Satım Opsiyonlarının Kullanımı

Opsiyon Türü	Sağladığı Koruma	Uygulama Zamanı	Ödeme Yapısı
CDD Satım Opsiyonu	Aşırı Serin Yazlara Karşı	$CDD < \text{Kullanım Düzeyi}$	Tik x (Kullanım Düzeyi-CDD)
CDD Alım Opsiyonu	Aşırı Sıcak Yazlara Karşı	$CDD > \text{Kullanım Düzeyi}$	Tik x (CDD-Kullanım Düzeyi)
HDD Satım Opsiyonu	Aşırı Ilık Yazlara Karşı	$HDD < \text{Kullanım Düzeyi}$	Tik x (Kullanım Düzeyi-HDD)
HDD Alım Opsiyonu	Aşırı Soğuk Kışlara Karşı	$HDD > \text{Kullanım Düzeyi}$	Tik x (HDD-Kullanım Düzeyi)

Kaynak: Andreas Müller ve Marcel Grandi, Weather Derivatives: A Risk Management Tool For Weather-Sensitive Industries, The Geneva Papers on Risk and Insurance, 2000, 25,2, ss. 280.

HDD ve CDD alım ve satım opsiyonları için ödeme tutarlarının hesaplanması aşağıdaki denklemlerde yer almaktadır (Kordi, 2012:10):

$$C(T) = a \max \{H_n - K, 0\}$$

$$C(T) = a \max \{C_n - K, 0\}$$

ve

$$P(T) = a \max \{K - H_n, 0\}$$

$$P(T) = a \max \{K - C_n, 0\}$$

denklemlerde yer alan a tik büyüklüğünü, K ise kullanım düzeyini temsil etmektedir. Buna göre hesaplanan $P(T)$ ve $C(T)$ değerleri ise sırasıyla alım ve satım opsiyonlarının ödeme tutarlarını temsil etmektedir.

Hava koşullarında meydana gelebilecek ekstrem durumların opsiyon sözleşmesinde yaratacağı yüklü ödemeyi engellemek için iklim opsiyonlarında genellikle taraflar arasında maksimum ödeme (tavan ödeme) tutarı belirlenmektedir.

Buna göre aşağıdaki denklemde U maksimum ödeme tutarını belirtmek üzere, HDD endeksine bağlı gerçekleştirilen maksimum ödeme tutarlı bir iklim alım opsiyonunun ödeme tutarı aşağıdaki şekilde hesaplanabilmektedir (Wang vd., 2015:3):

$$C(T) = \min\{a_{\max}(H_n - K, 0), U\}$$

Aşağıda yer alan Tablo 5'te kışın aşırı soğuk geçmesi halinde uçuşlarda yaşanacak aksamadan dolayı zararını minimize etmek isteyen KLM havayolu şirketinin uzun pozisyonda ve XYZ Bank'ın da kısa pozisyonda olduğu bir HDD alım opsiyonu sözleşmesi örneği oluşturulmuştur.

Tablo 5. Örnek Opsiyon Sözleşmesi

Opsiyon Türü	HDD Alım Opsiyonu
Opsiyon Alıcısı	KLM
Opsiyon Satıcısı	XYZ Bank
İstasyon	İstanbul Havaalanı, Türkiye
Opsiyon Başlangıç Dönemi	1 Ocak 2021
Opsiyon Bitiş Dönemi	1 Temmuz 2021
Tik Büyüklüğü	20,000 €
Prim Miktarı	10,000 €
Kullanım Düzeyi	2500 HDD
Maksimum Ödeme Miktarı	20,700,000 €
Gerçekleşen Kümülatif HDD	4741 HDD

Tabloda yer alan opsiyon sözleşmesi verilerine göre vade sonunda hesaplanan kümülatif HDD düzeyi 4741 olarak gerçekleşmiş ve sözleşmede belirlenen kullanım düzeyi olan 2500 HDD değerini geçmiştir. Bu nedenle KLM Şirketi'nin XYZ Bank'tan alacağı ödeme tutarı 45,020,000 € $[((=4751-2500) \times 20,000)]$ olacaktır. Ancak sözleşmede maksimum ödeme miktarının 20,700,00 € olarak belirlenmesi

dolayısıyla şirketin alacağı ödeme tutarı sözleşmede belirlenen maksimum ödeme tutarı ve prim arasındaki fark kadar bir başka deyişle 20,690,000 € kadar olacaktır. Öte yandan eğer vade sonunda gerçekleşen kümülatif HDD değeri sözleşmede belirlenen 2500 HDD değerinden düşük gerçekleşseydi KLM Şirketi opsiyonu uygulamaya koymayacak ve ödediği prim miktarı olan 10,000 € kadar zararda olacaktı.

Alım ve satım opsiyonlarının doğrudan kullanımı yerine meteorolojik durumun tahminine bağlı olarak çeşitli opsiyon stratejileri de uygulanabilir. Hava durumunda göze çaracak kadar bir değişim oluşmasını beklemeyen hedger, kullanım düzeyleri aynı olan alım ve satım opsiyonlarını eş zamanlı satarak straddle stratejisi uygulayabilir. Collar stratejisinde ise hedger, eş zamanlı olarak aynı kullanım düzeyine sahip bir satım opsiyonu alıp bir de alım opsiyonu satarak riskten korunma sağlayabilir. Ancak bu stratejiler iki farklı opsiyonun kombinasyonu oldukları için yatırımcının çift prim ödemesi gerekmektedir ki bu da risk priminin ikiye katlanması anlamına gelmektedir (Müller ve Grandi, 2000:279)

Spread stratejisinde ödeme iki farklı konum arasındaki hava sıcaklığı farkına bağlı olarak ayarlanmış olabilmektedir. Örneğin, Londra ve Paris arasındaki HDD endeksine bağlı olarak spread sözleşmesi gerçekleştirilebilir. Sepet sözleşmesinde ise bir yerine birden fazla lokasyona bağlı olarak sözleşme gerçekleştirilebilir. Bu sözleşme türünü genellikle birden fazla yerde riskini hedge etmek ancak aynı zamanda gerçekleştireceği işlem sayısını da en aza indirmek isteyen kullanıcılar tercih etmektedir. Örneğin ABD’de gerçekleştirilecek bir sepet sözleşmesi Şikago, New York ve Los Angeles’ın sıcaklık değerlerine bağlı olarak gerçekleştirilebilir (Jewson and Brix, 2005: 25-26).

1.9. İklim Türev Ürünlerinde Baz Riski

İklim türev ürünlerinin risk yönetiminde etkin bir şekilde uygulanamamasının hem organize hem de tezgah üstü piyasada daha likit olamamasının önündeki başlıca kısıt, bu türev ürün sözleşmelerinde ortaya çıkması muhtemel baz riskidir (Manfredo ve Richards, 2009). Baz riski, türev ürün getirilerinin dayanak varlığın maruz kaldığı risklere karşılık gelmediğinde ortaya çıkmaktadır (Woodard ve Garcia, 2008:101). Başka bir ifade ile iklim türev ürünleri kapsamındaki getirilerin olumsuz hava

koşullarının neden olduğu gerçek hasara bakmaksızın yalnızca sözleşme kapsamında belirlenen hava endeksine göre belirlenmesi bu ürünlerde baz riskine neden olmaktadır (Štulec, 2017:5). İklim türev ürünlerinde karşılaşılan baz riski konum baz riski, zaman baz riski ve ürün baz riski olarak üçe ayrılmaktadır (Rohrer, 2004).

1.9.1. Konum Baz Riski

Konum baz riski, iklim türev sözleşmesinde belirlenen konum ile sözleşmede varsayılan konum arasında ortaya çıkan hava durumu değerleri arasındaki uyumsuzluk olarak tanımlanmaktadır (Salgueiro ve Tarrazon-Rodon, 2021:168). Örneğin Avusturalya’da havanın oldukça değişken olması hava istasyonu ve tarla arasındaki mesafe kısa olsa dahi fark edecektir. Böylece hava riski kaynaklı oluşacak gerçek hasar ile finansal türev ürünün getirisi tam anlamıyla eşleşmeyecek ve bir konum baz riski ortaya çıkacaktır (East, 2005:4). Bu risk çeşidi özellikle CME’de işlem gören standardize edilmiş opsiyon ve futures sözleşmelerinde ortaya çıkmaktadır (Rohrer, 2004).

Organize borsada işlem gören iklim türev ürün işlemleri şeffaf bir şekilde gerçekleşmektedir. Bunun yanında bu piyasada takas kurumunun faaliyet göstermesi karşı taraf riskinin ortaya çıkmasına engel olmaktadır. Bunlar organize borsada işlem gören iklim türev sözleşmelerinin tezgâh üstü borsada işlem gören iklim türevlerine göre avantajını oluşturmaktadır. Fakat aynı zamanda organize borsa, yatırımcısına standardize edilmiş iklim türev ürünleri sunmaktadır. Bu borsada işlem gören şehirler ve bu şehir endekslerine meteorolojik veri sağlayan hava istasyonları ilgili borsa tarafından belirlenerek sınırlandırılmıştır. Bu nedenle CME’de işlem gören şehirler dışında bir işlem gerçekleştirmek isteyen hedger, iki farklı konumun hava şartlarındaki uyumsuzluktan kaynaklı konum baz riski ile karşı karşıya kalacaktır (Brockett vd., 2008:2-5).

1.9.2. Zaman Baz Riski

İklim türev ürünlerinde karşılaşılan bir başka baz riski türü zaman baz riskidir. Bu risk ise iklim türev ürün sözleşmesinde referans alınan zaman periyodu ile yatırımcının riske maruz kaldığı zaman periyodunun tam olarak eşleşmediğinde ortaya çıkmaktadır (Rohrer, 2004).

1.9.3. Ürün Baz Riski

İklim türev ürünlerinde karşılaşılan bir diğer baz riski ise ürün baz riskidir. Özellikle tezgâh üstü piyasada yatırımcının maruz kaldığı hava riskine karşılık gelebilecek en uygun hava endeksini ve zaman periyodunu içeren iklim türev sözleşmesini bulması zordur. Bu nedenle yatırımcı kendisine daha uygun gördüğü bir hava endeksine bağlı sözleşme ile riskini hedge etmeyi düşünebilir. Bu durumda ise iki alternatif iklim türev ürünü arasında ürün baz riski ortaya çıkmaktadır (Rohrer, 2004; Woodard ve Garcia, 2008:102).

1.10. İklim Türev Ürünlerinin Fiyatlandırılması

İklim türev piyasasının gelişemeyerek likit bir piyasa olamamasının önündeki en önemli engel bu ürünlerin herkes tarafından kabul görmüş, evrensel bir fiyatlama modeline sahip olmayışıdır. Black & Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli (1973), finansal opsiyonları fiyatlamada genel kabul görmüş bir fiyatlama türüdür. Bu model bugün hala geçerliliğini sürdürmekte ve finansal ürünlerin teorik fiyatlarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Ancak Black & Scholes (1973) modelinin bazı varsayımları bu modelin iklim türev ürünleri fiyatlandırılması için kullanılmasını mümkün kılmamaktadır.

Black & Scholes modelinin temel varsayımı, finansal varlığın zaman içerisinde prensipte sıfır ve sonsuz arasında rassal bir yürüyüş sergilediğine dayanmaktadır. Ancak iklim türev ürünlerinin dayanak varlığı olan hava koşulları rassal değildir ve dolayısıyla rassal yürüyüş sergilememektedir. Tersine, özellikle sıcaklık değişkeni ortalama tarihsel seviyelerde gezinmeye eğilimli olduğu için dar bir aralıkta seyir izlemektedir. Bir başka şekilde ifade etmek gerekirse, dar aralıkta seyreden hava durumu kısa vadede tahmin edilebilir olmakla beraber uzun vadede ise ortalama tarihsel seyrine geri dönebilmektedir (Garman vd., 2000:7).

Black & Scholes Modeli, dayanak varlığın nakit hesabında kısa pozisyon, alım opsiyonu hesabında ise uzun pozisyon tutarak risksiz faiz oranında getiri elde eden bir portföy oluşturma varsayımına dayanmaktadır. Bu nedenle bu model arbitraj içermeyen bir model olup, ilgili dayanak varlığın piyasada alım satımını gerektiren varsayım

dayanmaktadır (Black ve Scholes, 1973). Buna karşın iklim türev ürünlerinin dayanak varlıkları olan hava koşulları piyasada işlem görmemekte, alınıp satılamamaktadır. Bu nedenle iklim türev ürünleri piyasası, eksik piyasa (*incomplete market*) olduğu için geleneksel fiyatlama modeli olan Black & Scholes Modeli ile bu türev ürünler fiyatlanamamaktadır (Dischel, 1998). Diğer taraftan Black & Scholes Modeli, opsiyonun vadesinde oluşan varlık fiyatı ile ödemelerin gerçekleşmesine dayanan Avrupa tipi alım/satım opsiyonu fiyatlamaları için kullanılmaktadır. Ancak iklim türev ürünleri genellikle vadeye kadarki süre içerisinde oluşan ortalama fiyat ile ödemelerin gerçekleşmesine dayanan Asya tipi opsiyonlardan oluşmaktadır. Bunun yanı sıra iklim türev ürünlerinde hava koşullarında meydana gelebilecek ekstrem durumların opsiyon sözleşmesinde yaratacağı yüklü ödemeyi engellemek için taraflar arasında tavan ödeme miktarı belirlenmiştir. Ancak Black & Scholes Modeli çerçevesinde fiyatlanması gerçekleştirilecek bir opsiyonda bir tavan ödeme miktarı belirlenmemektedir (Garman vd., 2000: 7).

Belirtilen nedenler neticesinde iklim türev ürünleri fiyatlandırılmasının Black & Scholes Modeli çerçevesinde fiyatlanan diğer türev ürünlerden farklı olması, bu ürünlerin başka metotlar kullanılarak fiyatlandırılmasına sebebiyet vermiştir. Bu fiyatlama modellerini ise Burn Analizi, Monte Carlo Simülasyonu ve Endeks Modelleme başlıkları altında üç kategoride incelemek mümkündür.

1.10.1. Burn Analizi

Geleneksel opsiyon fiyatlama modellerinin iklim türev ürünleri kullanımı için uygun olmaması bu ürünlerin fiyatlandırılması için çeşitli alternatif yöntemlerin kullanımını gerektirmiştir. Kısa bir süre sonra oldukça yaygın bir şekilde uygulama alanına sahip olan Burn Analizi ise iklim türev ürünlerinin fiyatlandırılmasında temel yaklaşım olarak kabul görmüştür.

Bu yöntem bir olayın birçok kez tekrarlandığında daha güvenilir verilere ulaşacağına inanılan Büyük Sayılar Yasasına dayanmaktadır (Hamisultane, 2008). Buna göre yöntemin temel varsayımı geçmişin, geleceğin aynısı olduğudur. Daha açık bir ifade ile yöntem, geçmiş iklim sözleşmelerinden elde edilen ödeme dağılımlarının gelecekteki ödemelerin dağılımlarının kusursuz bir göstergesi olduğu varsayımına dayanır (Dischel, 1999). Bu nedenle bu yöntemde geçmiş hava durumu verileri

kullanılarak bir endeks oluşturmaktadır. Ardından ise gerçekleşen ödemelerin iskonto edilmiş ortalaması gelecek opsiyon ödemesi olarak kabul edilmektedir. Örneğin, 30 yıllık günlük sıcaklık değerlerine sahip olan Bursa ili için Kasım ayı HDD değerleri üzerine bir satım opsiyonu oluşturulduğunu varsayalım. İlk adım olarak 30 yılın her Kasım ayı için HDD değerleri baz alınarak geçmiş Kasım ayına ait 30 adet opsiyon ödemesi hesaplanmaktadır. Ardından ise bu ödemelerin ortalaması alınmakta ve iskonto edilmektedir. Ortaya çıkan geçmişe ait bu ortalama değer gelecek opsiyonun da ödemesi olacaktır.

Burn Analizinin kullanılabilmesi için gerekli ön koşul geçmiş verilerin temiz ve güvenilir olmasıdır. Buna göre geçmiş meteorolojik verilerde dikkat edilmesi gereken husus, hava durumu ölçüm metotlarında ve ekipmanlarda yıllar içerisinde değişim yaşanabileceğidir. Bunun yanı sıra istasyonların değişmesi ile veri aktarımında da bazı sıkıntılar yaşanabilir. Bu nedenler neticesinde verilerde bazı eksiklikler, kayıplar ya da ekstrem değerler ortaya çıkabilir. Diğer taraftan, şehir dışında kurulu istasyonlar kentleşme ile zaman içerisinde şehir içerisinde kalabilir ve verilerde eğilimlere sebep olabilir (Jewson ve Brix, 2005:42-44). Bu nedenle verilerde öncelikle ayıklama ve düzeltme işlemleri gerçekleştirilmeli, veri eksiksiz ve aynı zamanda güvenilir hale getirilmelidir.

Bunun yanı sıra Burn Analizinin bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bunlardan ilki yöntemin olası ekstrem hava durumunu örnekleyememesidir. İkincisi ise her yıl için yalnızca bir veri veya günlük verilerde çalışıldığında her yıl için 365 verinin ortaya çıkmasıdır. Ancak Burn Analizi, diğer yöntemlere kıyasla daha anlaşılır, basit ve aynı zamanda hızlı sonuç vermektedir (Chambers, 2005: 63). Bunun yanında Burn Analizinde verileri hesaplamak için herhangi bir tahmin veya modelleğe ihtiyaç duyulmamaktadır (Piovani vd., 2012:355). Bu nedenle de Burn Analizi birçok çalışmada iklim türev ürünü fiyatlandırılmasında temel metot olarak kullanılmaya devam etmektedir (Dorfleitner ve Wimmer, 2010).

1.10.2. Monte Carlo Simülasyonu

Monte Carlo Simülasyonu, deneysel nitelikli matematiksel bir modelleme tekniğidir. Bu model ile sistemlerin davranışları incelenip, tanınabilir ve sistemdeki değişimlerin etkisi belirlenerek gelecek davranışları için tahminlerde bulunulabilir. Bu

yöntemde geçmişe dönük veriler üzerine herhangi bir şekilde varsayımda bulunmadığı için farklı iklim türev ürünü fiyatlamaları bu yöntemle esnek bir şekilde gerçekleştirebilmektedir. Bu yöntem farklı simülasyonlar altında oluşturulmuş senaryolar ile çok sayıda HDD ve CDD endeksinin oluşturulmasına olanak sağlayarak gelecek iklim türev ürünü ödemesi için hesaplamalar gerçekleştirilebilmektedir.

Bu yaklaşımda önemli olan nokta simüle edilen iklim türevlerinin başlangıç verilerinin hangi zaman dilimine ait olacağının belirlenmesidir. Sözleşme süresi yakın bir tarihte ise başlangıç değeri olarak bugün belirlenmeli ve bugünün gözlemlenen hava durumu değeri baz alınmalıdır. Ancak sözleşme süresi uzak bir tarihi kapsıyor ise başlangıç değeri olarak bugün gözlemlenen hava durumu koşullarını baz alarak tahminde bulunmak sonucu etkileyecektir. Çünkü yakın gelecekteki hava durumu üzerine gerçekleştirilen bu sözleşme gelecekte gerçekleşecek hava durumunu pek fazla etkilemeyecektir (Balı, 2012:14). Böylece bu ürünlerin adil fiyatı, paranın zaman değeri de dikkate alınmış bir şekilde hesaplanabilecektir.

1.10.3. Endeks Modelleme

Belirtilen yöntemlerin avantajlarının olmasının yanı sıra dezavantajlarının da olması iklim türev ürünlerin fiyatlandırılması için diğer alternatif yöntemlerin kullanılmasını gerektirmiştir. Burn Analizi ve Monte Carlo Simülasyonundan bir adım daha ileri giden Endeks Modelleme, istatistiksel bir modelleme içermemektedir. Buna göre Endeks Modelleme, parametreleri genellikle tarihsel verilere dayalı olarak tahmin edilen bir olasılık dağılımı ile sözleşmeye dayalı varlık oluşturan hava endeksini modellemektedir (Zapranis ve Alexandridis, 2013:45).

İKİNCİ BÖLÜM

HEDGE ETKİNLİĞİ

2. 1. Risk Kavramı

Risk, yaşamın doğal bir ögesi olarak günlük yaşantıda sıklıkla karşılaşılan ve dolayısıyla sık sık dile getirilen bir kavramdır. Sözlük anlamı olarak risk, olumsuz bir sonucun ortaya çıkma ihtimali, bu durum sonucu zarara uğrama tehlikesi olarak tanımlanabilmektedir. Diğer bir ifade ile tanımlamak gerekir ise risk, gelecekte ortaya çıkması muhtemel hasar ve zararları kapsamaktadır.

Finansal anlamda risk ise gerçekleşen getiri ve gelecekte gerçekleşmesi beklenen getiri arasındaki fark, sapma olarak tanımlanmaktadır. Bu sapma, pozitif veya negatif bir şekilde ortaya çıkabilmektedir. Ancak belirtilmiş olduğu üzere risk olumsuz, negatif durumları ve aynı zamanda belirsizliği içerisinde barındırmaktadır. Her ne kadar hem günlük hayatta hem de finansal piyasalarda risk ve belirsizlik kavramları birbirleri yerine sıklıkla kullanılıyor olsalar da aslında bu iki kavram birbirinden ayrılmaktadır. Buna göre risk, istatistiksel bir şekilde hesaplanan objektif bir olasılık tahmini içermektedir. Belirsizlikte ise gerçekleşmesi beklenen olayların olasılık tahminleri sübjektiftir. Başka bir deyişle risk, belirsizliğin ölçülebilen kısmını ifade etmektedir (Usta ve Demireli, 2010: 26).

Risk içerisinde barındırdığı belirsizlik nedeniyle hem tehlikeyi hem de fırsatı bir arada taşıyan bir kavramdır. Bu noktadan hareketle, etkin bir risk yönetiminin yürütülmesi durumunda kavramın tehlikeli değil fırsat içeren kısmı ön plana çıkabilir. Etkin bir risk yönetiminin gerçekleştirilebilmesi için ortaya çıkan en önemli husus, riskin kaynaklarının açık bir şekilde belirlenmesi ve risk yönetiminde buna uygun hareket edilmesidir. Bu nedenle de finansal riskler, risklerin farklı özellikleri baz alınacak şekilde sınıflandırılmaktadır.

2.2. Çeşitlendirme Ölçütüne Göre Riskler

Yatırımcıların ve firmaların karşılaştığı finansal riskler, riskin kaynağına, riskin olası sonuçlarına ve riskin çeşitlendirilmesine göre sınıflandırılmaktadır.

Çalışma hedge stratejisi üzerine odaklandığından aktarılan risk çeşitleri, çeşitlendirme ölçütü sınıflandırılması baz alınarak incelenmiştir.

Yatırımcıların ve işletmelerin karşılaştığı risk çeşitlendirme yoluyla ortadan kaldırılabılır. Bu nedenle ortaya çıkan toplam risk; çeşitlendirme ölçütüne göre sistematik ve sistematik olmayan risk olarak iki grupta incelenmektedir.

2.2.1. Sistematik Riskler

Pazar riski olarak da adlandırılan sistematik risk, piyasanın tamamını ilgilendiren makro düzeyde risk çeşidi olmakla birlikte tüm menkul kıymetlerin üzerinde büyük bir etki yaratmaktadır (Fabozzi ve Modigliani, 1995:194). Tüm bu menkul kıymetleri etkileyen sistematik riskin nedenleri ise ekonomik, politik, sosyal ve çevresel faktörlerden kaynaklanabilmektedir (Karan, 2004:156). Sistematik risk örnekleri arasında ise ekonomik durgunluk, yüksek düzeyde işsizlik/enflasyon/faiz oranı, savaş vb. durumlar yer almaktadır. Bu tür durumlardan kaynaklı ortaya çıkan sistematik risk, reel veya finans sektörü fark etmeksizin bütün işletmelerin ve yatırımcıların yatırım yapma durumlarını/kabiliyetlerini etkilemektedir.

Yatırımcıların ve işletmelerin, yatırımlarını farklı varlıklarla destekleme yoluna gitmesi çeşitlendirme stratejisi olarak adlandırılmaktadır. Ancak yatırımcının çeşitlendirme yolunu tercih etmesi ile sistematik riskin bertaraf edilmesi mümkün değildir. Bunun nedeni ise portföy içerisinde yer alan varlık fiyatlarının sistematik risk unsurlu ortaya çıkan olumsuz durumundan aynı yönlü şekilde etkilenmesine dayanmaktadır. Bu durumda çok iyi bir çeşitlendirme stratejisine gidildiği takdirde bile toplam risk ancak sistematik olmayan risk düzeyine kadar inecek ve çeşitlendirme stratejisi, sistematik olmayan riskten korunmak için yetersiz kalacaktır (Tanrıöven ve Aksoy, 2011:120). Bu nedenle de sistematik riskin bir diğer ismi çeşitlendirilemeyen risktir.

Riski azaltma, riski ortadan kaldırma ya da riskten korunma amacıyla kullanılan riskten korunma stratejisi bir diğer adıyla hedging, yatırımcıların sistematik riskten korunmasını sağlamaktadır. Hedging stratejisinde ise yatırımcılar türev piyasada işlem gerçekleştirmektedir. Böylece varlığın fiyatında gelecekte oluşacak

artış ya da azalışa karşılık varlık fiyatında sabitlemeye gidilecek ve yatırımcı kendisini koruma altına alacaktır (Altay, 2015:5).

Sistematik riskin kaynakları arasında ise faiz oranı riski, enflasyon riski (satın alam gücü riski) ve kur riski yer almaktadır.

2.2.1.1. Faiz Oranı Riski

Faiz oranı riski, piyasadaki faiz oranlarının değişiminden kaynaklanan risk olarak tanımlanabilir. Piyasa faiz oranında meydana gelen değişimler, tüm finansal varlıkları aynı şekilde etkilemekte ancak bu etki farklı yönde gerçekleşmektedir. Buna göre, faiz oranındaki değişimler ile menkul kıymet fiyatları arasında ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Diğer tüm koşullar sabit olduğunda, piyasa faiz oranlarındaki yükselme menkul kıymet fiyatlarının düşmesine neden olmaktadır (Delice, 2000:62).

Faiz oranı riskinden tüm finansal varlıklar etkilense de özellikle tahvil gibi sabit getirili menkul kıymetler bu riskten daha fazla etkilenmektedir. Çünkü, bir varlığın bugünkü değeri yatırımcısına sağlayacağı nakit akışlarının piyasa faiz oranı ile iskonto edilmesiyle hesaplanmaktadır. Bu değerde meydana gelen değişim beklenen minimum getiri oranını da değiştirecek ve sonuçta varlığın temel değeri olarak nitelendirilen bu değer düşecektir (Altay, 2015: 5). Buna karşın faiz oranlarında meydana gelen düşüş ise varlık fiyatlarının yükselmesine neden olacaktır.

Faiz oranlarındaki dalgalanma, borç yükü yüksek işletmeleri olumsuz yönde etkileyebilir. Özellikle değişken faizle borçlanan kesimler, faiz oranlarının artması durumunda daha fazla borç yükü ile karşı karşıya kalacaklar ve bu durumdan olumsuz yönde etkileneceklerdir. Ayrıca faiz oranlarında yaşanacak belirsizlik ve volatilité, yatırımcı ve işletmelerin yatırım kararlarını da etkileyecek ve ekonomik daralmaya yol açacaktır.

2.2.1.2. Enflasyon Riski (Satın Alma Gücü Riski)

Ekonomideki fiyatlar genel seviyesindeki değişim olarak tanımlanan enflasyon aynı zamanda sistematik bir risk çeşididir. Yatırım faaliyeti, yatırımcının bugünkü tüketimini ertelemesine dayanmaktadır. Dolayısıyla, enflasyon oranında ortaya çıkabilecek beklenmeyen bir değişim yatırımcının beklentisi olan tüketim düzeyine ve fayda seviyesine ulaşmasına engel olacaktır. Enflasyon oranındaki yükselişin yatırım

yapılan varlığın getirisinden yüksek seyretmesi durumunda satın alma gücünde düşüş ortaya çıkmaktadır. Bu durum aynı zamanda yatırımcının reel olarak zarara uğramasına yol açabilmektedir (Altay, 2015: 6).

2.2.1.3. Piyasa Riski

Piyasa riski politik, ekonomik ve sosyal unsurlardan oluşmaktadır. Politik risk; uluslar arasında ortaya çıkabilecek siyasi ve ekonomik krizler, kargaşalar, savaşlar, ülkeler arasındaki ilişkilerin iyi ya da kötü seyretmesi durumunda ortaya çıkabilmektedir. Bu etkenlerin yanı sıra ülkelerin uluslararası ticaretin seyrini değiştirecek düzeyde uygulamaya koyduğu ticari tarifeler, kotalar, gümrük vergileri ve diğer ticari korumacılığı kapsayan girişimler de politik risk unsuru olarak sayılmaktadır (Aydın vd., 2010). Bunun yanı sıra yabancı yatırımcının, başka bir ülkeye yatırım kararı alırken aradığı önemli unsur ülke içindeki siyasi istikrarın varlığıdır (Usta ve Demireli, 2010:27). Tüm bu politik koşullardaki değişimlerden kaynaklanan politik riskler, varlık fiyatlarına da yansımakta ve politik riskin artış gösterdiği durumlarda varlık fiyatlarında düşüş görülmektedir.

Piyasa riski içerisinde yer alan bir diğer unsur ise yatırımcıların risk almadaki tutum ve davranışlarının, yatırımcı psikolojisinden etkilenmesidir. Geçerli bir risk nedeni olmaksızın veya herhangi bir nedene ya da nedenlere bağlı olmaksızın da finansal varlıkların fiyatlarında düşüş yaşanabilir. Örneğin; yatırım yapılan firmanın gelirlerinde veya mevcut finansal göstergelerinde herhangi bir olumsuz değişiklik olmamasına rağmen bu firmanın hisse senetlerinde değer kaybı görülebilir. Bu durumun altında ise yatırımcı psikolojisi yer almaktadır (Altay, 2012:9).

2.2.1.4. Kur Riski

Döviz kuru değişiminde meydana gelebilecek beklenmedik değişimler ya da kur volatilitesi döviz cinsinden yatırım yapmış olan kişi ve kurumları etkileyecektir. Döviz kuru riski olarak da ifade edilen bu risk türü, yatırım yapılan döviz kurunun değer kaybetmesi (ulusal paranın değer kazanması) durumunda ortaya çıkarak yatırımdan elde edilecek olan net gelirin azalmasına hatta bazı durumlarda zarara neden olmaktadır. Bu nedenle döviz cinsinden gerçekleştirilen yükümlülük, kâr, varlıklar ve beklenen nakit akımları kur riskine maruz kalmaktadır (Delice, 2000:62).

Döviz kurunda yaşanan artış, döviz cinsi borçlanma yoluna giden firmaları da olumsuz yönde etkileyecektir. Diğer taraftan, döviz kurunda yaşanan artış dövizle ilgili hammadde ithal ederek üretim yapan firmaları da olumsuz anlamda etkilemektedir. Buna göre firma, masraflarındaki maliyetleri ürün fiyatlarına da yansıtacaktır. Bu durumda ortaya çıkabilecek maliyet enflasyonu genel enflasyon düzeyinin yükselmesine neden olabilir.

2.2.2. Sistemik Olmayan Riskler

Toplam riskten, tüm piyasayı etkileyen sistemik riskin çıkarılması durumunda kalan risk sistemik olmayan risktir. Daha açık bir ifade ile belirtmek gerekirse herhangi bir finansal varlığı ihraç eden işletmeden kaynaklanan ya da bu işletmenin faaliyet gösterdiği sektördeki değişimlerden dolayı ortaya çıkan risk, sistemik olmayan risk olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle bu risk türü tüm piyasayı etkilememenin yanı sıra işletmeye özgü bir risk türüdür (Malgharni ve Karimnia, 2014:148).

Sistemik olmayan risk örnekleri arasında ise tüketici seçimleri, firmanın satışlarında yaşadığı dalgalanmalar, firma işçilerinin greve gitmesi veya firmaya özgü yönetsel aksaklıklar yer alabilir. Böyle bir durum ortaya çıktığında, firma kendi faaliyetlerini kontrol ederek bu risklere karşı önlem alabilmektedir.

Yatırımcı açısından değerlendirmek gerekirse her işletmenin sistemik olmayan risk unsuru kendine özgü olduğundan, yatırımcı tarafından iyi çeşitlendirilmiş bir portföy ile karşılaşılan bu risk azaltılabilir veya bertaraf edilebilir (Pike ve Neala, 2006:241). Bunun nedeni ise sistemik olmayan riskin portföy içerisinde yer alan varlıkların getiri oranlarını aynı yönde ve düzeyde etkilememesinden kaynaklanmaktadır. Buna göre portföyde yer alan varlıkların getiri oranlarının aynı yönde hareket etmesini önleyecek düşük korelasyon ilişkisi göz önüne alınarak oluşturan portföy ile yatırımcı toplam riskini azaltabilecektir (Dayı, 2020: 3). Herhangi bir sistemik olmayan risk unsuru ile karşılaşılması durumunda, bir varlığın getiri oranında yaşanacak düşüş diğer varlığın getiri orandaki yükselişi sayesinde ortalama getiride meydana gelecek yükseliş ile birbirini götürebilir (Altay, 2015:7). Bu durumda yatırımcı uygulamış olduğu çeşitlendirme stratejisi sayesinde karşılaştığı

toplam riski azaltabilir. Bu nedenle de sistematik olmayan riskin diğer adı çeşitlendirilebilir risktir.

Sistematik olmayan riskin kaynakları arasında ise finansal risk, iş riski ve yönetim riski yer almaktadır.

2.2.2.1. Finansal Risk

Sistematik olmayan bu risk türü, bir işletmenin finansal yükümlülüklerini yerine getiremediği durumda ortaya çıkmaktadır. İşletme, öz kaynak kullanımının maliyetinin yabancı kaynak kullanımı maliyetine kıyasla daha yüksek olmasından dolayı yabancı kaynak ile borçlanabilir. Ödemeler gerçekleştiği takdirde yabancı kaynak kullanımı finansal kaldıraç etkisi yaratarak şirket kârlılığını artırabilir. Ancak büyük bir borç yükünün altına girilmesi, kurum güvenilirliğinin zarar görmesi, satışların azalması, yönetim kaynaklı büyük hatalar veya ekonomideki olumsuz gidişat gibi çeşitli olumsuz etmenler zamanla ortaya çıkabilmektedir. Bu durumlar ise şirketin borçlarını ödeyememesine ve dolayısıyla iflas olasılığının artmasına neden olacaktır. Bu risk, yabancı kaynak kullanımına yönelen her işletmede ortaya çıkabilecek olmakla birlikte yatırımcıların çeşitlendirilmesi ile azaltılabilir veyahut tamamen ortadan kaldırılabılır (Demireli, 2007:126).

2.2.2.2. İş Riski

İşletmenin içinde bulunduğu sektörde meydana gelen/gelebilecek olumsuz değişimler işletmenin satışları ve giderleri üzerinde olumsuz etkiye yol açacaktır. Tüketici davranışlarındaki değişimler, artan dış rekabet, hammadde sağlamada yaşanan güçlük, teknolojik değişim ve sektördeki işçilerin yaygın bir şekilde grev yapması iş riski örnekleri arasında sıralanabilmektedir (Gümü, 2018:12). Öte yandan iş riski, sektörde meydana gelen geçici dönemsel dalgalanmalar sonucu da ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle hem yatırımcılar hem de işletme yöneticileri kararlarında oluşabilecek iş riskini göz ardı etmeden hareket etmelidirler.

2.2.2.3. Yönetim Riski

Yönetim riski, büyük ölçüde işletme yöneticilerinin kararlarına bağlı ortaya çıkan bir risktir. Bunun yanı sıra işletmenin iyi ya da kötü yönetilmesi durumunda da

yönetim risk ortaya çıkabilmektedir. Yönetim riski; firmanın planlama yetersizliği, firmanın olanaklarının üstünde aşırı büyümesi, aşırı borçlanma, öz kaynak yetersizliği, sabit nitelikteki giderlerin yük oluşturmaları, firmadan sorumlu kişilerin yükümlülüklerini yerine getirirken gerekli özen ve titizlikte hareket etmemesi vb. durumlarda ortaya çıkabilmektedir (Dramalija, 2008:75-76).

2.3. Riskten Korunma (Hedging)

Finansal piyasalar yapısı itibari ile riskli yapılardır bu nedenle de bu piyasalar varlığını sürdürdüğü müddetçe riskte varlığını sürdürmeye devam edecektir. Ancak özellikle 1970’li yıllardan itibaren sabit kur rejiminin terk edilmesi sonrası yaşanan finansal krizlerin sıklığındaki artış risk yönetimine yeni bir boyut kazandırmıştır. Değişen risk algısıyla firmalar, yatırımcılar ve çeşitli kuruluşlar karşılaştıkları döviz kuru, faiz oranı, enflasyon ve piyasa riski gibi sistematik risklerini azaltmak amacıyla çeşitli stratejiler ve araçlar kullanarak risklerini karşı tarafa transfer ederek yönetmeye çalışmışlardır (Bodnar ve Gebhardt, 1998:1). Riskten korunma diğer adıyla hedging, gelecekte karşılaşılması muhtemel bu risklerden korunmak, olası kayıpları önlemek için kullanılan finansal bir stratejidir. Aynı zamanda hedging, bir işletmenin mevcut ve gelecekteki nakit akışlarının değişkenliğini azaltmak için kullandığı finansal yöntem olarak da tanımlanabilmektedir (Treanor vd., 2013:66).

Gerçekleştirilen bir hedging işleminin temel amaçları arasında (Degiannakis ve Floros, 2010:286):

- (a) spot piyasadaki olumsuz fiyat dalgalanmalarından doğabilecek riskleri azaltmak,
 - (b) spot piyasalardaki ters yönlü fiyat hareketliliklerinden korunmak,
 - (c) fiyat değişikliğinden kaynaklanan bir şekilde kâr elde etmek,
 - (d) belirli bir risk için beklenen getiriye maksimize etmek ve aynı zamanda riski en aza indirmek
- yer almaktadır.

Kısacası hedging amacıyla gerçekleştirilen işlemlerde amaç spot piyasada pozisyon sahibi olmak nedeniyle karşılaşılabilecek kaybı bertaraf etmek, bu kaybı minimize etmektir. Hedging eylemini gerçekleştirerek, karşılaştığı riski en aza indirmek isteyen kişi, kurum ya da işletmeler ise *hedger* olarak adlandırılmaktadır.

Bir hedgeri spekülâtif işlem gerçekleştiren spekülâtörden ayıran en temel nokta ise hedgerin spot piyasada sahip olduğu pozisyonun varlığıdır (Altay, 2015).

Sistemâtik risklerin yönetiminde ise sıklıkla kullanılan finansal enstrümanlar ise finansal türev ürünlerdir. Değeri spot piyasada yer alan varlığa bağlı olarak türetilen finansal varlıklara türev ürün adı verilmektedir. Bu türev ürünlerin al/sat işleminin yapıldığı; bu ürünlerin işlem gördüğü piyasa ise türev piyasa olarak adlandırılmaktadır. Finansal türev ürün sözleşmeleri, piyasa katılımcılarına spot piyasada almış oldukları pozisyonun tersine pozisyon almayı sağlamaktadır. Böylece hedger, spot piyasada karşılaştığı olası fiyat dalgalanmalarına karşı kendini koruyabilecek, karşılaştığı riski azaltabilecektir.

Hedger, spot piyasada sahip olduğu pozisyona uygun bir pozisyonu türev piyasada alarak riskini karşı tarafa transfer etmiş olacak ve böylece kendisini hedge etmiş olacaktır. Buna göre hedger, spotta aldığı uzun ya da kısa pozisyona göre finansal türev ürün piyasasında pozisyon alarak kendisine uygun hedging türünü belirlemektedir. Bunun yanı sıra hedgerin spot piyasada sahip olduğu dayanak varlığa göre finansal türev ürün enstrümanı da değişiklik göstermektedir.

2.3.1. Hedging Türleri

Hedger, türev piyasalarda üç farklı hedge pozisyonu alarak kendisini riskten koruyabilir. Bu hedge türleri ise kısa pozisyon alarak riskten korunma (*short hedging*), uzun pozisyon alarak riskten korunma (*long hedging*) ve çapraz korunma (*cross hedging*) olarak sıralanmaktadır (Karatepe, 2001:18).

2.3.1.1. Kısa Hedge (Short Hedge)

Hedgerin, türev piyasada satış yönünde gerçekleştirerek aldığı net pozisyon, kısa pozisyon (*short hedging*) şeklinde tanımlanmaktadır. Kısa pozisyon alan hedger, elindeki ilgili varlığın fiyatının gelecekte dşeğeğine dair bir beklenti içerisindedir. Bu nedenle elindeki varlığı gelecek dönemde satmak isteyen hedger, bu varlığın cari değerini koruyarak; varlığın değerinin düşmesini engellemek istemektedir (Bolgün ve Akçay, 2005:221). Bu nedenle de hedger, türev piyasada kısa pozisyon alarak riskini hedge etmeye çalışmaktadır.

2.3.1.2. Uzun Hedge (Long Hedge)

Kısa pozisyonun tam tersi olarak uygulanan bu hedge türünde hedger, türev piyasada alış yönünde net pozisyon oluşturmaktadır. Bu hedge türü ise uzun pozisyon (*long hedging*) olarak tanımlanmaktadır.

Türev piyasada uzun pozisyon sahibi olan hedger, elindeki ilgili varlığın fiyatının gelecekte yükseleceği beklentisi içerisinde. Nitekim genellikle bir varlığı ileri bir gelecek dönemde almak isteyen kesim tarafından uygulanan bu hedge türü, varlığın değerini bugünden sabitlemekte ve gelecekte yaşanacak fiyat artışından doğacak zararı hedge etmek istemektedir (Hull, 2001:50). Bu hedge türünün ise çoğunlukla emtia alımı gerçekleştirerek üretim sektöründe faaliyet gösteren kesimler tarafından kullandığı bilinmektedir (Bolgün ve Akçay, 2005:222)

2.3.1.3. Çapraz Korunma (Cross Hedge)

Karşılaştığı riskten korunmak amacıyla türev ürün piyasasında işlem gerçekleştiren hedgerlar, koruma altına almak istedikleri varlığın aynısını türev ürün piyasasında bulamayabilirler. Bu durumda hedger, çapraz korunma (*cross hedging*) ile hedging işlemi gerçekleştirme yoluna gidebilir (Anderson ve Danthine, 1981:1182).

Çapraz korunma stratejisinde, hedge edilmek istenen varlığın spot fiyatı ile yüksek korelasyon katsayısına sahip türev ürün sözleşmesi bulunur ve bu sözleşmenin alınıp satılması ile hedging işlemi gerçekleştirilir (Blake ve Catlett, 1984:127). Spot ve türev ürününün tam eşleşmesinin gerçekleşmediği durumlarda ise hedger, baz riski ile karşı karşıya gelmektedir.

Baz, türev ürün sözleşmesine konu olan dayanak varlığın spot fiyatı ve bu varlığın vadeli fiyatı arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Baz riski ise oluşan bu bazın daralması veya genişlemesi durumunda başka bir ifade ile bazın değişmesi durumunda ortaya çıkmaktadır.

Mısır yetiştiriciliği yapan bir çiftçinin karşılaştığı riski hedge etmek için türev ürün sözleşmesinde yer alan kendi yetiştirdiğinden farklı mısır sözleşmesi alıp/satması çapraz korunma stratejisinin bir örneğidir (Adam-Müller ve Nolte, 2011:2956). Öte yandan, havayolu taşımacılık şirketleri de jet yakıtı fiyatlarının dalgalanması

yüzünden fiyat riskine maruz kalmaktadır. Şirketler ise karşılaştığı bu riski, türev piyasada işlem gören petrol sözleşmeleri ile hedge edebilmektedirler (Adams ve Gerner, 2012).

2.3.2. Riskten Korunma (Hedging) Stratejileri

Finansal türev araç kullanımının en önemli sebeplerinden biri mevcut ya da gelecekte ortaya çıkması muhtemel sistematik risklerden kaynaklı ortaya çıkan fiyat değişimlerinden korunma ihtiyacıdır. Hedger, döviz, menkul kıymet ya da emtianın fiyatında gelecekte oluşacak artış ya da azalışa karşı bu varlığın fiyatında sabitlemeye giderek kendisini hedge etmek isteyecektir. Bu durumda hedger, karşılaştığı riskten tam ya da kısmi olarak korunmak için türev ürün sözleşmeleri kullanabilir. Hedgerın riskten korunmak için kullanabileceği başlıca finansal türev ürün sözleşmeleri ise forward, futures, opsiyon ve swap olmak üzere incelenebilir.

2.3.2.1. Forward Sözleşmeler ile Riskten Korunma

Alivire sözleşmeler olarak da bilinen forward sözleşmeler, finansal türev ürün piyasalarının temelini oluşturmaktadır. Forward sözleşmeler, taraflar arasında önceden belirlenen belirli bir emtia ya da finansal varlığın, önceden belirlenen belirli bir fiyatla ve önceden belirlenmiş belirli bir vade tarihinde alımına ya da satımına yönelik gerçekleştirilen finansal türev ürün sözleşmeleridir. Forward sözleşmelerin dayanak varlıkları arasında faiz oranı, döviz gibi finansal varlıklar olabilecekken; buğday, ham petrol, bakır gibi emtia ürünleri de sözleşmeye konu olabilecek diğer dayanak varlıklar arasındadır. Forward sözleşmesinin unsurlarına taraflar kendi aralarında karar vermektedirler bu nedenle bu sözleşmeler standartlaştırılmış sözleşme unsurları barındırmamakla birlikte; bundan dolayı tezgah üstü piyasada işlem görmektedir.

Forward sözleşmelerindeki temel amaç fon temin etmekten ziyade fiyat değişimlerinden kaynaklanan riskten korunmak, hedgingtir. Taraflar arasındaki karşılıklı güven esasına dayanan forward sözleşmelerde iki taraf bulunmaktadır. Forward sözleşmesi alıcı olarak adlandırılan taraf, forward sözleşmesine konu olan varlığın fiyatının değişiminden kaynaklanan riskten dolayı kendisini koruma altına

olarak sözleşmeyi yapan hedgerdir. Forward sözleşmesi satıcısı olan taraf ise genellikle bankalar veya diğer finansal kurumlardır.

Fiyat dalgalanmasından korunmak isteyen hedger, kendisine uygun bir karşı taraf bularak bu riskten korunmayı hedeflemektedir. Böylece hedger, ileri vadede forward sözleşmesine konu olan dayanak varlığın fiyatı spot piyasa da artsın ya da azalsın sözleşmede belirlenmiş olan fiyattan dayanak varlığı alıp/satarak fiyat değişimi kaynaklı riskten korunmayı hedeflemektedir.

2.3.2.2. Futures Sözleşmeler ile Riskten Korunma

Hedging işlemi aracılığıyla kullanılan finansal türev ürünlerden bir diğeri ise futures sözleşmelerdir. Futures sözleşmeler, sözleşmenin dayanak varlığı olan varlığın sözleşmenin yapıldığı işlem gününde belirlenen ileri tarihli bir fiyattan alım satımının yapılmasına dair finansal bir türev üründür. Futures sözleşmelerinin dayanak varlıkları arasında belirlenen nicelik ve tutarda döviz, pay senedi, endeks, tahvil ve emtia gibi finansal enstrümanlar yer almaktadır. Futures sözleşmesinin unsurları olan vade, sözleşme büyüklüğü, malın kalitesi, cinsi, ödeme şekli ve fiyat, sözleşmenin işlem gördüğü borsa tarafından standardize edilmiştir. Bu nedenle futures sözleşmeler tezgah üstü değil organize borsalarda işlem görmektedirler.

Futures sözleşmelerde nakdi mutabakat ve fiziksel teslimat olmak üzere iki farklı teslimat yöntemi bulunmaktadır. Buna göre fiziksel teslimat yönteminde futures sözleşme alıcısı ve futures sözleşme satıcısı arasında vade gününde taraflar arasında dayanak varlık el değiştirmektedir. Nakdi mutabakat sisteminde ise günlük olarak teminatlandırma işlemi yapılmakta ve futures sözleşme alıcısı ve satıcısının günlük olarak bu piyasada yapmış oldukları işlemlere göre kâr ya da zarar hesaplarına yansıtılmaktadır.

Hedging amacıyla futures piyasasında işlem gerçekleştiren kişi ya da kurumlar spot piyasada meydana gelebilecek fiyat dalgalanmalarına karşı kendilerini korumak istemektedirler. Bu nedenle de futures piyasasında işlem yapan taraflar spot piyasada futures sözleşmesinin dayanak varlığı olan ilgili varlıkta pozisyonu olan taraflardır. Bu nedenle de hedging amacıyla bu piyasada işlem gerçekleştirenlerin amacı fiziki teslimat ile dayanak varlığı almak değildir (Eren, 2021:12).

Hedging amacıyla gerçekleştirilen bir futures sözleşmesinde hedger, gelecekte alıp satmak istediği belirli bir miktardaki varlığın fiyatını şimdiden sabitlemektedir. Böylelikle futures alıcısı ya da satıcısı olan taraf, gelecekteki fiyat değişimine karşı kendisini hedge etmiş olacaktır.

Organize borsalarda işlem gören futures sözleşmeler teminat üzerine gerçekleştirilmekte ve bu teminatlandırma işlemi ise borsadaki takas merkezi tarafından izlenmektedir. Takas merkezi futures sözleşmesi alıcısı karşısında satıcı; futures sözleşmesi satıcısı karşısında ise alıcı konumundadır. Böylelikle tarafların birbirine karşı yükümlü olması engellenmekte, karşı tarafın yükümlülüğünü yerine getirmemesi sonucu ortaya çıkabilecek karşı taraf riski ortadan kaldırılmaktadır. Takas merkezi tüm garantiyi kendi üzerine almakta ve karşı taraf riskini üstlenmektedir (Kolb ve Overdahl, 2002: 26-27).

Futures sözleşmelerin organize borsada işlem görerek bir takas merkezi tarafından karşı taraf riskinin üstlenilmesi, riskten korunmak adına bu sözleşmelerin sağladığı avantajdır. Ancak sadece borsada belirlendiği üzere standartlaştırılmış unsurlara bağlı futures sözleşmelerinin işlem görmesi hedgerın karşılaştığı riskini yönetme ihtiyacını karşılayamamasına neden olabilir (Altay, 2015:320). Bu durumda hedger, spot piyasada sahip olduğu pozisyon tutarına uygun futures sözleşmesi bulamayabilir. Benzer şekilde hedger alış ya da satış yapmak istediği vade tarihine uygun vade tarihini futures piyasasında bulamayabilir. Futures sözleşmelerinin standartlaştırılmış unsurlara sahip olması hedgerın riskini tam olarak hedge edememesine başka bir ifade ile tam korunmanın sağlanmamasına yol açabilir.

2.3.2.3. Opsiyon Sözleşmeleri ile Riskten Korunma

Hedger karşılaştığı ya da karşılaşmayı beklediği fiyat hareketliliğinden kaynaklanan riskten korunmak için finansal bir türev ürün olan opsiyon sözleşmesi kullanarak riskini hedge edebilir. Belirli bir emtia ya da finansal varlık üzerine yazılmış olan opsiyon sözleşmeleri, opsiyon sözleşmesi alıcısına (lehtar) belirlenen varlığı belirlenen vadede ya da vade süresince yine belirlenen bir fiyattan alma ya da satma hakkı veren türev ürün sözleşmesidir. Opsiyon alıcısı olan taraf opsiyon sözleşmesini yerine getirmekle yükümlü değildir ancak opsiyon sözleşmesi satıcısı

olan taraf (keşideci-writer) opsiyon sözleşmesi alıcısı olan taraf sözleşmeye tabii olan alma/satma hakkını kullanmak istediğinde yükümlülüklerini yerine getirmekle sorumludur (Mishkin, 2012:606). Bu noktadan hareketle belirtmek gerekmektedir ki hedging amacıyla kullanılan diğer finansal türev ürün sözleşmelerinden farklı olarak opsiyon sözleşmeleri, opsiyon sözleşmesi alıcısını yükümlülük altına sokmamakta; sözleşmede belirlenen koşullar olduğu takdirde opsiyon sözleşmesi alıcı kullanmak isterse sözleşmeden yararlanabilme hakkı vermektedir.

Opsiyon sözleşmeleri başta emtia olmak üzere hazine bonoları, döviz kurları, pay senetleri ve endeksler üzerine yazılabilmektedir. Bunun yanı sıra opsiyon sözleşmesi, taraflara sağladığı haklar açısından alım opsiyonu (call options) ve satım opsiyonu (put options) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Alım opsiyonu, opsiyon sözleşmesi alan tarafa sözleşmede belirlenen miktardaki dayanak varlığı önceden belirlenen kullanım fiyatı ile alma hakkı veren finansal türev ürün sözleşmesidir. Alım opsiyonu alan taraf, alım opsiyonu satan tarafa belirli bir miktarda opsiyon primi ödeyerek opsiyon sözleşmesini kullanma hakkı elde etmektedir. Hedging amacıyla alım opsiyonu sözleşmesi alımı gerçekleştiren taraf, opsiyon sözleşmesine dayanak varlık teşkil eden varlığın fiyatının ileriki dönemde artacağı beklentisi içerisindedir. Dolayısıyla alım opsiyonu alımı gerçekleştiren taraf spot piyasadaki yükselişten korunmak isteyecek ve opsiyon sözleşmesinde belirlenenden daha düşük fiyattan ilgili varlığın alımını gerçekleştirerek kendisini hedge edecektir. Ancak eğer vadede, spot piyasada gerçekleşen fiyat opsiyon sözleşmesinde belirlen kullanım fiyatından düşük olursa alım opsiyonu alıcısı opsiyonu uygulamaya koymayacak ve alım opsiyonu satıcısına ödediği opsiyon primi kadar zarar edecektir (Thomsett, 2003:10).

Satım opsiyonu, opsiyon sözleşmesi alan tarafa belirlenen bir dayanak varlığı önceden belirlenen kullanım fiyatı üzerinden satma hakkı veren finansal bir türev üründür. Satım opsiyonu alan taraf, satım opsiyonunu satan tarafa belirli bir miktarda opsiyon primi ödemekte ve böylece opsiyon sözleşmesini vadede ya da vade süresince kullanma hakkı elde etmektedir. Hedging amacıyla satım opsiyonu sözleşmesi alan taraf, opsiyon sözleşmesinin dayanak varlığı olan varlığın fiyatının gelecek dönemde düşeceği beklentisi içerisindedir. Bu nedenle de satım opsiyonu alımı gerçekleştirerek spot piyasada varlığın fiyatının düşüşünden kendini koruma altına isteyecektir. İlgili

dayanak varlığın fiyatı spot piyasada düştüğünde opsiyon sözleşmesini uygulamaya koyan satım opsiyonu alıcısı, spot piyasadan daha yüksek fiyattan ilgili varlığı satarak kendisini hedge etmiş olacaktır. Eğer aksi bir şekilde ilgili varlığın spot değeri, opsiyon sözleşmesinde belirlenen kullanım fiyatından daha yüksek gerçekleşirse; satım opsiyonu alıcısı olan taraf opsiyon sözleşmesini uygulamaya koymayacak ve satım opsiyonu satıcısına ödemiş olduğu opsiyon primi tutarında zarar etmiş olacaktır (Thomsett, 2003:25-27).

Hem alım opsiyonu hem de satım opsiyonu açısından değerlendirildiğinde, opsiyon sözleşmesi alan tarafın spot piyasada karşılaştığı riski hedge etmek isteyen hedger olduğu görülmektedir. Opsiyon sözleşmesi satın alan taraf ise opsiyon primi karşılığında hedgerın riskini üstlenmektedir. Bu nedenler ile opsiyon alıcısı olan taraf, opsiyonu kullanmama hakkına sahip olduğu için zararı sınırlı bir şekilde ödediği opsiyon primi kadar olacakken; opsiyon satıcısı olan tarafın zararı ise opsiyon alıcısı olan tarafın opsiyonu uygulamaya koymasına durumunda teorik olarak sınırsız olacaktır.

Delta, opsiyon sözleşmesinin dayanak varlığındaki bir birimlik değişimin opsiyonun değerinde oluşturacağı yansımayı ölçmektedir (Chambers, 2012:118). Opsiyon değerinin dayanak varlığın spot fiyatına oranı şeklinde hesaplanan opsiyon deltası yalnızca opsiyon fiyatının duyarlılığı için kullanılmamaktadır. Bunun yanında hedgerlar, spot piyasadaki varlığın fiyat hareketliliğinden korunmak amacıyla delta hedging diğer adıyla delta nötr portföy oluşturarak dayanak varlığın fiyatında değişim olsa da değeri değişmeyecek portföy oluşturarak kendilerini hedge etmeye çalışırlar (Karabıyık ve Anbar, 2007:63). Hedgerın spot piyasada almış olduğu uzun ya da kısa pozisyon karşısında alım ya da satım opsiyonun alımı/satımı şeklinde oluşturulan bu portföyde, spot piyasada sahip olunan pozisyonun büyüklüğü; portföye eklenen opsiyonun deltası kadar olmalıdır. Ancak delta hedging, küçük fiyat hareketliliklerine karşı tam korunma sağlayamamaktadır. Bu nedenle de tam korunma hedging işleminin gerçekleştirilmesi için diğer opsiyon duyarlılık parametreleri (gamma, vega, lambda ve rho) dikkate alınmalıdır (Altay, 2015).

2.3.2.4. Swap Sözleşmeleri ile Riskten Korunma

Başta finansal kurumlar olmak üzere şirketler ve yatırımcılar, faiz oranlarındaki ve döviz kurlarındaki olumsuz hareketlenmelerden kaynaklı risklerini hedge etmek amacıyla forward, futures ve opsiyon sözleşmelerinin yanı sıra diğer bir finansal türev ürün olan swap sözleşmelerini de risklerini yönetmek için kullanabilirler. Finans yazınında swap sözleşmeleri, genel olarak, tarafların karşılıklı edinimlerini değiş tokuş etmesi olarak tanımlanabilmektedir. Swap sözleşmesinde taraflar arasında değişime konu olan edinimler ise faiz, anapara ya da hem anapara, hem faiz ödemeleri olabilmektedir. Buradan hareketle swap sözleşmesinin temel olarak taraflar arasındaki faiz veya anapara ödemelerinin önceden belirlenen koşullar dahilinde değişimini sağlayan finansal bir işlem olduğunu söylemek mümkündür (Karatepe, 2001:147). Taraflar gerçekleştirdikleri swap işlemi ile içinde bulundukları olumsuz koşulları kendi yararlarına olacak şekilde değiştirmeyi amaçlamaktadır (Chambers, 2012:123).

Swap sözleşmelerinin gerçekleştirilmesindeki temel amaç, mali risk unsuru sayılan faiz oranı riskini, döviz kuru riskini ve diğer fiyat değişimlerinden kaynaklanan riskleri yönetilmek ve bu riskleri minimize edebilmektir. Swap sözleşmeleri, finansman yöneticilerini risklerini kendi özel tercih ve ihtiyaçlarını göre minimize etmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra swap sözleşmeleri, enstrüman tipinin sağladığı avantajlara göre yeniden borçlanma imkanı sunarak firmalara gelirlerini artırma imkanı da sunmaktadır (Karatepe, 2001:148). Swap sözleşmesinin tarafları fon kullanıcılar ve aracılar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Swap sözleşmesi aracıları komisyon alarak kâr elde etmek isteyen finansal kurumlar, aracı kuruluşlarken; fon kullanıcıları ise belirtilen riskler ile karşı karşıya olan ve bu riskleri hedge etmek isteyen hedgerlardır (Ceylan, 2003: 240).

Döviz kuru riskinden korunmak amacıyla swap sözleşmesi yapılması durumunda taraflar, belirlenen miktarda farklı para birimi cinsinden olan nakit akışlarını değiştirmektedir. Para swapı, tarafların belirlediği miktardaki bir para biriminin belirlenen diğer para birimi ile değiştirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu sözleşmeye göre, taraflardan biri belirlenen miktardaki parayı karşı tarafa satmaktadır (Chambers, 2012:132). Ancak swap sözleşmelerinde karşılıklı taraflar arasında vade

tarihi, swap sözleşmesine konu olan nakit akışlarının ne olduğu ne kadar olduğu, hangi fiyat üzerinden bu akışların gerçekleştirileceği açıkça belirtilmelidir. Görüldüğü üzere swap sözleşmesinin unsurlarına taraflar kendi aralarında karar vermektedir. Bu nedenle de bu swap sözleşmeleri organize borsalarda değil; tezgah üstü borsalarda işlem görmektedir. Hedging amacıyla para swapı sözleşmesi gerçekleştiren taraflar, sahip oldukları kredi koşullarını iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Bunun yanı sıra, döviz kuru denetimlerine yönelik düzenlemelerden uzaklaşmak, döviz cinsinden borçlanma maliyetini azaltmak ve uzun süreli döviz cinsinden borçlanma olanaklarını artırmak isteyen taraflar para swap sözleşmelerine taraf olabilmektedirler (Chambers, 2012:132).

Karşılaşılan faiz oranı riskini hedge etmek amacıyla taraflar swap sözleşmelerine taraf olabilirler. Buna göre faiz swapı, tarafların birbirinden farklı nitelikte sahip oldukları faiz oranlarının nakit akışlarının karşılıklı olarak değiştirilmesidir. Faiz swap sözleşmesine verilecek en yaygın örnek taraflardan birinin sabit değerinin ise değişken faiz oranlı borçlanması ve bu durum sonucu bu faiz ödemelerinin birbiriyle değiştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Buna göre, faiz oranlarında yaşanacak artış değişken faiz oranı ile borçlanan kesimin borç yükünü artırmaktadır. Öte yandan yüksek sabit faiz oranı üzerinden borçlanmış olan kesim ise faiz oranlarındaki düşüşten olumsuz anlamda etkilenecektir. Bu nedenle de taraflar hedging amacıyla swap sözleşmesine taraf olacak ve değişken faizle borçlanan kesim faiz oranındaki yükselişe karşı kendisi hedge etmiş olacakken; sabit faiz oranı ile borçlanan kesim hem karşı taraftan prim elde etmekte hem de sabit faiz ödemelerini değişken faiz ödemesi şekline dönüştürmüş olacaktır.

Faiz swap sözleşmeleri hedgerlara, kendi tercih ettikleri faiz ödemesi üzerinden istediği piyasaya girmeye imkan tanımaktadır. Hedger böylece kendi tercih ettiği piyasaya girerek riskini minimize etmeye çalışmaktadır. Faiz swap sözleşmeleri özellikle gelişmekte olan ülkelere uluslararası piyasalara girerek daha düşük faiz oranı üzerinden sabit faizle borçlanma avantajı sağlaması açısından büyük önem taşımaktadır (Chambers, 2012:131-132).

2.4. Riskten Korunma (Hedging) Teorileri

Riskten korunma üzerine geliştirilmiş olan teorilerin en önemlileri Geleneksel Riskten Korunma Teorisi ve Portföy Hedging Teorisi'dir. Bu nedenle çalışmada bu iki teori detaylandırılmaktadır.

2.4.1. Geleneksel Riskten Korunma Teorisi

Geleneksel Riskten Korunma Teorisi, hedger tarafından uygulamaya konulan türev ürün sözleşmesinin sistematik riski azaltma potansiyeline vurgu yapmaktadır. Buna göre geleneksel teori, türev ürün sözleşmelerindeki fiyat değişimlerinin spot piyasadaki fiyat değişimleriyle eşleştiği varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayımdan hareketle hedger, spot piyasada sahip olduğu pozisyon ile nominal değeri birbirine eşit ancak zıt işaretli türev ürün sözleşmesi pozisyonu alarak riskini hedge etmeye çalışmaktadır (Ederington, 1979:159). Örneğin, spot piyasada 150 milyon dolar devlet tahvili pozisyonu alan hedger, faiz oranlarında bir yükseliş sonucu elindeki tahvilin değerinin düşeceğine yönelik beklenti içerisinde ise 150 milyon dolarlık kısa pozisyonlu devlet tahvili futures sözleşmesi satarak kendisini hedge edebilir. Görüldüğü üzere, bu teoride hedger spot piyasada karşılaştığı zararı türev piyasada kazandığı kazanç ile giderecektir. Öte yandan, türev ürün piyasasında oluşan herhangi bir zarar ise spot piyasada alınmış olan pozisyon ile giderilecektir.

Geleneksel teoriye göre, t_1 ve t_2 zamanlarındaki spot piyasa fiyatları sırasıyla P_S^1 ve P_S^2 olarak gösterilmek üzere, hedge edilmemiş durumda ortaya çıkacak kayıp ya da kazanç (U) aşağıdaki şekildedir (Yang, 2000:21):

$$U = X(P_S^2 - P_S^1)$$

Geleneksel teoriye göre, P_f^1 ve P_f^2 türev ürün sözleşmeleri fiyatlarını temsil etmek üzere hedge edilmiş durumda ortaya çıkacak kazanç ya da kayıp (H) ise aşağıdaki şekildedir (Yang, 2000:21):

$$H = X[(P_S^2 - P_S^1) - (P_f^2 - P_f^1)]$$

her iki denklemde yer alan X ise hedger tarafından alınan pozisyon büyüklüğünü temsil etmektedir.

Geleneksel teoriye göre, spot piyasadaki fiyat değişimleri türev piyasadakilerle eşleşiyorsa, hedgerin karşılaştığı risk birebir (1:1) elimine edilmiş olur (Özaydın, 2018:18). Bu durumda aşağıdaki denklemde yer aldığı üzere hedge edilmiş kazancın (H) mutlak değeri, hedge edilmemiş kazancın (U) mutlak değerinden daha az olacaktır ya da denklemde yer aldığı gibi hedge edilmiş kazancın varyansı, hedge edilmemiş kazancın varyansından daha düşük olacaktır (Yang: 2000:21):

$$\text{Var}(H) < \text{Var}(U)$$

Ancak getirilen eleştirilerde spot ve türev piyasalardaki fiyat değişiminin geleneksel teorisinin varsaydığının aksine aynı şekilde hareket etmediği, bu iki piyasa arasında uyum olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle de Working (1953)'e göre riskin tamamen hedge edilerek, yok edilmesi diğer bir ifade ile tam korunmanın (*perfect hedge*) sağlanması mümkün değildir.

Spot fiyat ve türev ürün sözleşme fiyatı arasındaki fark olarak tanımlanan baz riski ise tam korunmanın gerçekleşmediği durumda ortaya çıkmaktadır. Aşağıdaki şekilde yer aldığı gibi hesaplanan baz riski 0'a eşit olduğunda, başka bir ifade ile spot fiyat ve türev ürün sözleşme fiyatının aynı şekilde hareket ettiği durumda tam korunma gerçekleşebilir (Ederington, 1979:160):

$$[(P_f^2 - P_s^2) - (P_f^1 - P_s^1)] = 0$$

Baz zaman içerisinde sürekli olarak daraldığı veya genişlediği için baz riski de zaman içerisinde sürekli değişiklik gösterecektir. Bu nedenle de Geleneksel Riskten Korunma Teorisi hedger için tam korunmayı sağlayamamaktadır.

2.4.2. Portföy Hedging Teorisi

Diğer bir hedging teorisi olan Portföy Hedging Teorisine göre, hedger tarafından spot ve türev piyasada oluşturulmuş portföyler birbirlerinin ikamesi yerine

geçmemektedir. Bu teoriye göre, spot piyasada oluşturulan portföyün sabit olduğu kabul edilmektedir. Ardından ise bu piyasada karşılaşılan riskin ne kadarının hedge edileceğine karar verilmektedir. Hedge işlemi ise türev piyasada uygun görülen sözleşme ile gerçekleştirilecektir (Kalaycı ve Zeynel, 2009:45).

2.5. Riskten Korunma Oranı (Hedge Ratio)

Finansal piyasalar son derece riskli ve karmaşık yapılardır. Bunun yanı sıra yatırımcıların artan risk iştahı ve reel sektörün piyasadaki risklerden korunma ihtiyacı risk yönetiminin en önemli konularından biri olan riskten korunma oranı sorununu da beraberinde getirmiştir. Diğer taraftan Geleneksel Riskten Korunma Teorisi'ne göre, spot ve türev ürün piyasa fiyat hareketlilikleri aynı yönde gerçekleşmekte ve bu nedenle her iki piyasada da aynı nominal büyüklükte pozisyon alınması gerekmektedir. Ancak gerçekte spot piyasada ve türev ürün piyasasında fiyat değişim oranlarının farklı olduğu gözlenmektedir. İki piyasa arasındaki ilişkinin Geleneksel Riskten Korunma Teorisi'nde belirtildiği kadar kuvvetli olmaması ise türev ürün piyasasında alınması gereken pozisyon büyüklüğünün ne kadar olması gerektiği ve alınan bu pozisyonun spot piyasada karşılaşılan riskin ne kadarını minimize edeceği sorunlarını beraberinde getirmiştir. Bu noktada önemli bir detay olarak beliren riskten korunma oranı, belirtilen nedenlerden ötürü hem akademik düzeyde hem de finansal piyasalarda sıklıkla araştırılmakta ve değerlendirilmektedir.

Riskten korunma oranı diğer adıyla hedge oranı (*hedge ratio*), spot piyasada sahip olunan pozisyonun riskten korunması amacıyla türev ürün piyasasında hedgerın alıp satması gereken sözleşme miktarını ifade etmektedir. Optimum riskten korunma oranı (*optimal hedge ratio*) ise spot piyasadaki pozisyonun ne kadarı oranında türev ürün piyasasında pozisyon alınması gerektiğini hesaplamaktadır.

Optimum korunma oranının hesaplanmasında sıklıkla kullanılan aynı zamanda basit ve anlaşılır bir hesaplama olan minimum varyans korunma oranı (*minimum variance hedge ratio*) ilk olarak Johnson (1960) ve Stein (1961) tarafından ortaya atılarak kullanılmış olsa da bu yaklaşım Ederighton (1979) tarafından genişletilerek, geliştirilmiştir. Buna göre Ederighton, 1979 tarihli çalışmasında konvansiyonel diğer bir ifade ile basit doğrusal bir regresyon modeline dayanan yöntem geliştirmiştir. Minimum varyans korunma oranı ise en küçük kareler (EKK) tahminlemesine

dayanmaktadır. Çalışmada ABD’de yeni kurulmuş bir piyasa olan Kamu İpotek Birliği (GNMA) piyasasında işlem gören sözleşmeler ile ABD Hazine bonosu (T-bill) verileri kullanılmış; bağımlı değişken olarak verilerin spot fiyatları, bağımsız değişken olarak ise futures sözleşmesi fiyatları baz alınmıştır. Tahmin edilen EKK denkleminde eğim katsayısı optimal korunma oranı olarak değerlendirmeye alınırken; korunma etkinliği ise belirlilik katsayısı (R^2) baz alınarak değerlendirilmiştir.

EKK, optimal riskten korunma oranının hesaplanmasında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Ancak bu yöntem diğer yöntemlerin gelişmesiyle ve bu yöntemin sahip olduğu eksiklikler nedeniyle sıklıkla eleştirilmiş ve yetersiz görülmüştür. Bu nedenlerden ilki EKK yönteminin optimal riskten korunma oranını durağan başka bir deyişle hedge periyodu boyunca değişime uğramadığını varsayarak tahmin etmesidir. Bunun nedeni ise bu metodun homoskedastik varsayımı baz almasıdır. Buna göre varyans ve kovaryans hedge periyodu içerisinde değişime uğramamakta ve zamana bağlı olmaksızın sabit kalmaktadır. Fakat piyasaya yeni bilgilerin girmesi ya da yeni haberlerin gelmesi hedge stratejisini etkilemekte ve buna bağlı olarak da optimal korunma oranı zaman içerisinde değişime uğramaktadır. Bu nedenle durağan optimal riskten korunma oranının yetersiz olduğu bunun yerine dinamik optimal riskten korunma oranının kullanılmasının gerekliliği literatürde kendine önemli bir yer edinmiştir.

Getirilen bu eleştirilerden hareketle, Engle (1982) ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH modeli (Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedasticity) dinamik optimal korunma oranının hesaplanmasında sıklıkla kullanılan bir yöntem olmuştur. Bu model, finansal zaman serilerinin sahip olduğu aşırı basıklık özelliğini, yüksek getirilerin yüksek getirileri; düşük getirilerin düşük getirileri izlemesi sonucu ortaya çıkan “volatilité kümelenmesi” sorununu ve piyasaya yeni gelen negatif bilgilerin pozitif bilgilere göre volatilitéyi daha fazla yükselterek kaldıraç etkisi yaratmasını hesaba katmaktadır (Korkmaz ve Çevik, 2009:93). Bu özelliklerden hareketle GARCH modeli, heteroskedastik diğer bir ifade ile değişen varyans varsayımına dayanmaktadır.

Belirtilen varsayımlardan hareketle, spot ve türev ürün piyasasındaki fiyat serilerinin varyansının da zaman içinde değiştiği bu nedenle GARCH modelinin optimal riskten korunma oranı hesabında daha etkili yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Baillie ve Myers (1991) altı finansal varlığın spot ve futures sözleşme fiyatlarının dağılımını incelemiş ve iki değişkenli GARCH modelinin optimal hedge oranı hesabında daha güvenilir sonuçlar verdiğini bulmuştur. Sephton (1993) Winnipeg Emtia Borsası üzerine yaptığı çalışmada GARCH modelinin konvansiyonel regresyon modelinden üstün olduğu sonucuna ulaşmıştır. Kroner ve Sultan (1993) beş farklı döviz kuru spot ve futures sözleşme fiyatlarını dikkate alarak yaptıkları çalışmada GARCH modelinin daha etkin sonuçlar verdiğine ulaşmışlardır. Park ve Switzer (1995) hisse senedi ve futures sözleşmesi üzerine çalışma gerçekleştirmiş ve optimal korunma oranının hesaplanmasında GARCH modeli gibi zamana bağlı koşullu varyansı dikkate alan modellerin kullanımının daha güvenilir sonuçlar sağlayacağını belirtmiştir.

GARCH modelinin optimal riskten korunma oranına dair daha güvenilir sonuçlar vermesi dolayısıyla diğer GARCH ailesi modelleri de bu oranının hesaplanmasında kullanılmıştır. Buna göre Bhaduri ve Durari (2008) DVEC-GARCH, Kumar, Sinah ve Pandey (2008) MGARCH, Aksoy ve Olgun (2009) MGARCH, Olgun ve Yetkiner (2011) BGARCH, Çelik (2014) ECM-GARCH, Gümrah ve Gökbulut (2017) GARCH-BEKK modellerini kullanarak dinamik optimal riskten korunma oranı tahminlemesi yoluna gitmişlerdir.

Diğer taraftan spot ve vadeli piyasa fiyat serilerine ilişkin gecikmeli değerlerin ve bu seriler arasındaki uzun dönemli ilişkilerde görülen eş bütünleşik yapı EKK modeli içerisinde değerlendirmeye alınmamaktadır. Optimal riskten korunma oranı hesaplanırken bu yapının dikkate alınmaması yanlış fiyatlamalar ile alınan pozisyonu koruma dışına itebilir (Özaydın, 2018:17). Konvansiyonel EKK modeline getirilen bu eleştiriden hareketle bu hatanın giderilmesi için Basit Hata Düzetme Modeli (ECM) kullanılırken; fiyat serileri arasındaki uzun dönemli kointegre vektörünü de dikkate alan Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) yapılan çalışmalarda model olarak dikkate alınmıştır. Ghosh (1993), Ghosh ve Clasyjob (1996), Lien ve Tse (1999), Yan ve Allen (2005), Degiannakis ve Floros (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar her iki modeli de baz alarak optimal riskten korunma oranı hesaplaması tahminlemesi yoluna gitmektedirler.

Gerçekleştirilen çalışmalarda dinamik optimal korunma oranının hesaplanmasının sabit optimal korunma oranı hesabından daha etkin bir yaklaşım

olduğu ileri sürülmüştür. Buna karşın her iki yaklaşımın da avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Dinamik optimal korunma oranının dezavantajını bu oran hesaplanırken işlem maliyetinin hesaba katılması oluşturmaktadır. Öte yandan, sabit optimal korunma oranını hesaplamada kullanılan metotların diğer modellere kıyasla basit, anlaşılır ve yorumlamasının kolay olması bu yaklaşımın avantajını oluşturmaktadır. Diğer taraftan belirtildiği üzere değişen varyans sorunun sabit optimal korunma oranı hesabında dikkate alınmaması bu yaklaşımın en önemli dezavantajını oluşturmaktadır (Olgun ve Yetkiner, 2011:68-69).

Optimal korunma oranının hesaplanmasına dair yapılan çalışmalarda birden fazla model aynı anda kullanılmakta ve bu modellerin karşılaştırılmaları yapılmaktadır. Ancak bu oranın hesaplanmasında kullanılması uygun görülen bir metodun varlığından söz etmek mümkün olmamakla birlikte bu konu üzerine çalışmalar devam etmektedir.

2.6. Riskten Korunma Etkinliği (Hedge Etkinliği)

Hedgerin türev ürün kullanmasındaki temel amacı karşılaştığı riskleri ortadan kaldırmak/azaltmaktır. Riske karşı uygulamaya konan türev ürün sözleşmesinin başarısının temel belirleyicisi ise bu sözleşmenin korunma etkinliği (*hedge effectiveness*) sağlayıp sağlamadığına bağlıdır. Eğer hedge edilen varlığın fiyat hareketleri ve türev ürün sözleşmesinin fiyat hareketleri birbirlerini dengeler biçimde hareket ediyor ise etkin bir riskten korunmanın varlığından söz edilebilmektedir. Bu nedenle de hedge etkinliğine yönelik hesaplamalar gerçekleştirilirken, hedge edilen varlığın spot değeri başka bir ifade ile koruma altına alınmayan (*unhedged*) getirisi ile varlığın koruma altına alınmış (*hedged*) getirisi karşılaştırılmaktadır. Analiz sonucuna göre ise uygulanan türev ürünün etkinliği değerlendirilmektedir.

Konu üzerine yapılan çalışmalarda hedge etkinliği sıklıkla varyans metodu baz alınarak değerlendirilmeye alınsa da literatürde yaygın olarak kullanılan dört farklı metot/yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar ise yarı-varyans (*semivariance*) metodu, alt kısmi moment yaklaşımı (*lower partial moment*), riske maruz değer yaklaşımı (*value-at-risk*) ve koşullu riske maruz değer yaklaşımı (*conditional value-at-risk*) olarak sıralanabilmektedir (Cotter ve Hanly, 2005).

2.6.1. Varyans (Variance) Metodu

Riskin sayısal olarak ifade edilmesi ilk olarak Markowitz (1952) ile başlamıştır. Makalesinde Markowitz, varyansı risk ölçüm şekli olarak öne sürmüştür. Bunun ardından ise varyans en yaygın risk ölçüm şekli olarak kabul görmüş ve halen kullanılmaktadır. Buna göre varyans, bir varlığın gerçekleşmesi muhtemel getiri oranlarının beklenen getiri oranından sapma miktarını ölçmektedir. Varyans aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Altay, 2012):

$$\sigma_i^2 = \sum_{d=1}^D P_d \cdot [R_{i,d} - \tau]^2$$

denklemden yer alan σ_i^2 i varlığının getiri oranının varyansını temsil etmek üzere; d belirli bir durumu, D gerçekleşmesi öngörülen durum sayısını, P_d , d durumunun gerçekleşme olasılığını, $R_{i,d}$, d durumunun gerçekleşmesi halinde i varlığının getiri oranını ve τ ise i varlığının beklenen getiri oranını göstermektedir.

Varyansın kareköküne eşit olan standart sapma, bir varlığın muhtemel getiri oranlarının beklenen getiri oranından sapmasını ölçmektedir. σ_i standart sapma terimini ifade etmek üzere hesaplama aşağıdaki şekilde yapılabilir (Altay, 2012):

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{d=1}^D P_d \cdot [R_{i,d} - \tau]^2}$$

Varyansın kolay hesaplanabilir olması, diğer risk ölçümlerine kıyasla daha fazla tanınır olması bu tekniğin risk yönetiminde sıklıkla kullanılmasına neden olmaktadır (Markowitz,1959:194). Diğer taraftan hedgerın türev ürün sözleşmesi kullanmasındaki temel amacı, maruz kaldığı ya da kalacağı riski diğer bir ifade ile varyansı azaltmak ve hedge ettiği varlığın getirisini stabilize etmektir. Belirtildiği üzere varyansın sık kullanımından da hareketle hedge etkinliği değerlendirmelerinde hedgerlar tarafından sıklıkla kullanılan yöntemlerin başında varyans metodu gelmektedir.

Varyans metodunu kullanarak hedge etkinliği değerlendirmesi ilk olarak Ederington (1979) tarafından yapılmıştır. Buna göre hedge etkinliği, hedge edilmiş

varlık sayesinde hedge edilmemiş varlığın getiri varyansının yüzde kaç azalacağı hesaplanarak değerlendirilmektedir. Bu metodun formülü ise aşağıdaki şekilde verilebilir (Ederington, 1979):

$$E = \frac{[Var(U) - Var(H)]}{Var(U)}$$

denklemden E hedge etkinliğini, $Var(U)$ ve $Var(H)$ ise sırasıyla hedge edilmemiş ve hedge edilmiş varlıkların getiri oranlarının varyanslarını temsil etmektedir. Buna göre E , varlıkların getiri oranlarının varyanslarındaki yüzde değişim şeklinde hesaplanmaktadır.

Varyans metodunun avantajları arasında hesaplama ve yorumlamanın kolay olması yer almaktadır. Bunun yanı sıra farklı riskten korunma oranları ölçümünde de varyansın güvenilir ve etkin sonuçlar vermesi de metodun avantajıdır. Öte yandan bu metotta herhangi bir kısıtlamanın yer almaması da başka bir avantajdır (Yunan tez, 41). Buna karşın varyans metodu, getiri sapmalarını hem negatif hem de pozitif olarak başka bir ifade ile çift taraflı olarak ölçmektedir. Ancak hedgerların tek bir getiri dağılım olasılığı ile ilgilenmeleri durumunda çift taraflı ölçüm verimsiz hale dönüşebilmektedir. Varyansın ölçümü içerisinde yer alan bu temel özellik bu metodun dezavantajını oluşturmakta ve bu nedenle de farklı yaklaşımların hedge etkinliğinde kullanılmasına sebebiyet vermektedir.

2.6.2. Yarı-varyans (Semivariance) Metodu

Risk ölçümünde sıklıkla kullanılan varyans, varlığın getirisinden istenen olumlu yönlü sapmayı da bu getiriden istenmeyen olumsuz yönlü sapmayı da eşit derecede ölçmektedir. Dolayısıyla çift taraflı bir ölçüm tekniği olan varyans, pozitif ve negatif getiri sapmasını birbirinden ayırmadığı için asimetric dağılımları yeteri kadar iyi yansıtmamaktadır (Cotter ve Hanly, 2012). Bu nedenle hedgerın risk algısına göre değişen, getiri dağılımının sadece bir kısmına odaklanan, olumlu ve olumsuz sapmaların birbirinden ayrıştırıldığı risk ölçüm teknikleri varyanstaki eksikleri gidermesi açısından önemlidir (Grootveld ve Hallerbach, 1999: 305)

Varyansın bir çeşidi olan yarı-varyans ise bu bakış açısından yola çıkılarak geliştirilmiştir. Buna göre yarı-varyans metodunda, getiri dağılımının sadece bir kısmı ile başka bir ifade ile getirinin altında ya da üstünde kalan kısımlar hesaplamaya dahil edilmektedir. Hedgerın temel amacının risk minimizasyonu olmasından yola çıkarak yarı-varyansın genellikle ortalama getiriden negatif sapmayı diğer bir ifade ile varlığın getirisini sadece kayıp yönünden incelediği söylenebilmektedir (Balvers, 2001). Öte yandan eğer varlığın getiri dağılımı simetrik ise diğer bir şekilde belirtmek gerekirse varlığın getiri dağılımı tam anlamıyla normal dağılıma uygun ise yarı-varyans, varyansın yarısına eşit olacaktır. Ancak getiri dağılımının normal olmadığı durumlarda yarı-varyans, varyansın kuyrukları arasında yer alacaktır.

Risk ölçümünde kullanılan yarı-varyans, sağladığı özellikler ile hedgerların hedge etkinliği ölçümü gerçekleştirmesinde de sıklıkla kullanılan bir metottur. Yarı-varyans metodunun hesaplanması ise aşağıdaki şekildedir (Cotter ve Hanly, 2005:681):

$$E = \{(max[0, \tau - R_i])^2\} = \int_{-\infty}^{\tau} (\tau - R_i)^2 \cdot dF(R_i)$$

denklemden yer alan E hedge etkinliğini, τ i varlığından elde edilmesi beklenen getiri oranını, R_i hedge edilmiş i varlığının getiri oranını ve F ise R 'nin dağılım fonksiyonunu temsil etmektedir.

Yarı-varyans metodu ile hedge edilmiş varlığın hedge edilmemiş portföyün yarı-varyansındaki yüzde değişim hesaplanmaktadır. Bu hesaplama ise aşağıdaki formülde belirtildiği şekilde gerçekleştirilmektedir:

$$E = \frac{[SV(U) - SV(H)]}{SV(U)}$$

E , hedge etkinliğini, $SV(U)$ ve $SV(H)$ ise sırasıyla hedge edilmiş ve hedge edilmemiş varlıkların getiri oranlarının yarı-varyanslarını temsil etmektedir. Buna göre E , yarı-varyanslarda ortaya çıkan yüzde değişim şeklinde ifade edilmektedir.

2.6.3. Alt Kısmi Moment Yaklaşımı

Alt kısmi moment yaklaşımı, yarı-varyans yaklaşımının daha genel halidir. Yaklaşımda yer alan kısmi terimi getiri dağılımlarının sadece belirli bir kısmının ölçümünü belirtmektedir. Bu ölçüme ise varlığın beklenen getirisinden altta kalan başka bir ifade ile beklenen getiriden düşük olan getiriler dahil edilmekte ve olası kayıpların momentleri hesaplanmaktadır (Sayılğan ve Mut, 2010:50-51).

Pozitif ve negatif getiriler arasında ayrım yaparak risk ölçümü gerçekleştiren alt kısmi moment, sağladığı bu asimetric dağılımı ölçme avantajı nedeniyle hedge etkinliğinde de kullanılmaktadır (Lien ve Tse, 2002; Demirer ve Lien, 2003; Demirer vd., 2005). Bu yaklaşım, varlığın önceden hedger tarafından belirlenen hedef getirinin altına düşme olasılığını incelemektedir (Bawa, 1975). Yaklaşımın ölçümü şu şekildedir (Cotter ve Hanly, 2012):

$$LPM_n(\tau; R) = E\{(\max[0, \tau - R])^n\} \equiv \int_{-\infty}^{\tau} (\tau - R)^n dF(R)$$

denklemden yer alan τ , i varlığından beklenen hedef getiriyi, R , i varlığından elde edilen getiriyi ve $F(R)$ ise olasılık dağılım fonksiyonunu temsil etmektedir. τ değeri, hedgerın kabul edeceği getiri ya da kayıp düzeyine bağlıdır. Uygulamada τ değeri 0 olarak düşünüldüğü gibi bu parametre genellikle risksiz faiz oranı olarak da baz alınmaktadır. Denklemden yer alan n parametresi ise yatırımcının t seviyesinden daha düşük getiri elde etmesi durumundaki hislerini yansıtmaktadır. Yatırımcının riske karşı duyarlılığına bağlı değişen bu parametre; riskten kaçınan bir yatırımcı için ($n > 1$) olabilecekken; riske karşı kayıtsız yatırımcı için ($n=1$) olarak belirlenebilir (Fishburn, 1977). Denklemden yer alan n ve t parametre değerleri değiştirilerek hedge etkinliği birçok farklı açıdan değerlendirilebilmektedir.

Bu yaklaşıma göre, hedge edilmiş varlık sayesinde hedge edilmemiş varlığın kısmi alt momentinin yüzde kaç azalacağı hesaplanmaktadır. Bu formül ise aşağıdaki şekildedir:

$$E = \frac{[LPM(U) - LPM(H)]}{LPM(U)}$$

denklemden E hedge etkinliğini, $LPM(U)$ ve $LPM(H)$ ise sırasıyla hedge edilmiş ve hedge edilmemiş varlıkların getiri oranlarının LPM değerini göstermektedir. Buna göre E , LPM değerlerindeki yüzde değişim şeklinde hesaplanmaktadır.

2.6.4. Riske Maruz Değer-RMD (Value-at-Risk/VaR) Yaklaşımı

Riske maruz değer (RMD), ilk olarak J.P. Morgan tarafından 1990'lı yıllarda kredi riskinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiştir. Ancak yöntem, Basel Komitesi tarafından geliştirilen Basel kriterleri çerçevesinde bankalarda uygulanması istenen minimum sermaye yeterlilik oranı ile finansal kurumlar tarafından kullanılmaya başlanmıştır.

RMD, belirli bir olasılık dahilinde $(1-p)$, belirli bir süre içerisinde (t) belirli bir varlıktan elde edilecek en yüksek düzeydeki kaybı ifade eden bir risk ölçüm yöntemidir. Diğer bir deyişle, RMD bir varlığın t zaman diliminde $\%p$ olasılıkla uğrayabileceği değer kaybının minimum değerini ifade etmektedir (Benninga ve Wiener, 1998:39). RMD'nin matematiksel bir şekilde ifade edimi ise aşağıdaki şekildedir (Altay, 2015:76):

$$RMD = V \cdot R + V \cdot Z_{\alpha} \cdot \sigma \cdot \sqrt{T}$$

denklemden yer alan V varlığa yatırılan parasal tutarı (varlığın değerini), R i varlığından beklenen getiri oranını, Z_{α} belirlenen güven düzeyini, σ i varlığının getiri oranının standart sapmasını ve T ise varlığı elde tutma süresini temsil etmektedir.

RMD yaklaşımı, hedgerin karşılaştığı olası kaybı parasal büyüklük olarak ifade etmektedir. Öte yandan RMD yaklaşımı hem uzun hem de kısa pozisyon sahibi olan hedgerlar için ayrı ayrı yaşanabilecek kayıplar halinde riskin ölçülmesini sağlamaktadır (Cotter ve Hanly, 2012). RMD, sağladığı bu avantajlar nedeniyle sadece risk ölçüm tekniği olarak kullanılmamakta aynı zaman hedge etkinliği analizinde de geçerli bir yaklaşım olarak kabul görmektedir (Cotter ve Hanly, 2005; Cotter ve Hanly,

2012; Salvador ve Arag3, 2014; Zhou, 2016). Bu yaklaşıma göre, hedge edilmiş varlık sayesinde hedge edilmemiş varlığın RMD'sinin yüzde kaç azalacağı hesaplanmaktadır. Bu formül ise aşağıdaki şekildedir:

$$E = \frac{[RMD(U) - RMD(H)]}{RMD(U)}$$

denklemden yer alan E hedge etkinliğini, $RMD(U)$ hedge edilmemiş ve $RMD(H)$ ise hedge edilmiş varlığın değerlerini temsil etmektedir. Buna göre E , RMD'lerde ortaya çıkan yüzde değişim şeklinde ifade edilmektedir.

2.6.5. Koşullu Riske Maruz Değer (Conditional VaR) Yaklaşımı

Koşullu riske maruz değer, “kuyruklu RMD” veya “beklenen kayıp modeli” (*expected shortfall*) olarak da bilinmektedir. Bu risk ölçüm yaklaşımı, RMD yaklaşımının eksiklerinden hareket edilerek geliştirilmiştir. RMD yaklaşımı varlıkların getiri oranlarının normal dağılım gösterdiği varsayımına dayanmaktadır (Alizadeh, 2008). Dolayısıyla RMD yaklaşımı, sadece belirlenen olasılık dahilinde karşılaşılabilecek en yüksek düzeydeki risk ölçümünü ifade etmektedir. Bu durumda RMD yaklaşımı, belirlenen güven düzeyi dışındaki uç durumlarda oluşacak olan kaybın büyüklüğünü hesaplamamaktadır ki bu da yaklaşımının dezavantajıdır.

RMD'nin bu dezavantajından hareketle geliştirilen koşullu RMD yaklaşımı, RMD'yi aşan, RMD ötesindeki ortalama kayıpların hesaplanmasında kullanılmaktadır (Mirović vd., 2017:403-404). Buna göre koşullu RMD yaklaşımı, belirli bir varlığın t zaman diliminde en kötü $\%p$ ihtimalle uğrayabileceği kaybın beklenen ortalama değerini ifade etmektedir. Koşullu RMD aşağıdaki şekilde tanımlanabilir (Cotter ve Hanly, 2012:139):

$$CVaR = E [L|L > VaR]$$

CVaR koşullu RMD'yi ve L ise RMD'yi aşan kısmı temsil etmektedir.

Risk ölçümünün yanı sıra hedge etkinliğinde de kullanılan bir yaklaşım olan koşullu RMD, diğer yaklaşımlarda da olduğu üzere; koşullu RMD'deki yüzde azalma olarak dikkate alınarak değerlendirilmektedir.

$$E = \frac{[CVaR(U) - CVaR(H)]}{CVaR(U)}$$

denklemden yer alan E hedge etkinliğini, $CVaR(U)$ hedge edilmemiş ve $CVaR(H)$ ise hedge edilmiş varlığın getiri oranı değerlerini temsil etmektedir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

İKLİM TÜREV ÜRÜNLERİNİN HEDGE ETKİNLİĞİNİN

ANALİZİ

3.1. Çalışmanın Amacı

İklim türev ürünleri üzerine gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde bu ürünlerin fiyatlanmasına yönelik çalışmaların yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı ise sıcaklık endeksi baz alarak bir iklim türev ürünü tasarlamak ve tasarlanan bu türev sözleşmenin hedge etkinliğini değerlendirmektir. Çalışmanın hipotezi ise iklim türev ürününün kullanımının çiftçilerin gelirindeki volatilitiyi azaltabileceği ve bu türev ürünlerin tarımsal mahsul üretiminde yeni bir risk yönetim aracı olarak kullanılabileceğidir.

Mısır dünyada ekim alanı bakımından buğday ve çeltikten sonra üçüncü sırada, üretim miktarı açısından ise ilk sırada yer alan bir zirai üründür. Ülkemizde ise mısır, tahıl grupları içerisinde buğday ve arpadan sonra en geniş ekim alanına sahip tahıl ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde mısır kullanım alanları ise çeşitlilik göstermektedir. Mısır sap ve yaprakları hayvan yemi olarak kullanılabileceği gibi kağıt ve hasır yapımı işlerinde de mısır ana ürün olarak kullanılmaktadır. Öte yandan, yağ üretiminde ve tatlandırıcılarda da kullanılmakta olan mısır, son yıllarda biyoyakıt-biyoetanol üretiminde de kullanılmaktadır (TMMOB ZMO, 2020).

Mısır sıcak iklim tahılı olmakla birlikte gerekli besin maddelerinin sağlanması durumunda belirli şartlarda yetişebilmektedir. Bu nedenle mısırın belirli bir toprak seçiciliği bulunmamaktadır. Ancak mısırın minimum çimlenme sıcaklığı 10-11 °C olup, toprak sıcaklığı 15 °C'ye ulaştığında çimlenme hızlanmaktadır. Sıcaklığın 9 °C altında seyretmesi durumunda ise kök uzaması durmaktadır. Mısırın ideal büyüme sıcaklığı 25-30 °C'dir. Bu nedenle sıcaklık 38-40 °C'ye ulaştığında mısırın kök ve sap uzamasında azalma görülür ve çimler ölür (Biber ve Kara, 2006:140). Diğer taraftan diğer tahıl grubu ürünlerine kıyasla mısır yetiştiriciliğinde yağış önemli bir faktördür.

Bu nedenle mısır ekiminin yapılacağı alanda yıllık yağış toplamının 600-1200 mm arasında olması gerekmektedir (Uçak vd., 2010:15).

Yukarıda belirtilenlerden özetle, mısırın diğer tahıl grubu ürünlerine kıyasla hava durumu sıcaklığına ve yağış miktarına karşı daha hassasiyetli olduğu; ülkemizde mısır ekim alanının geniş yer kapladığı ve yanı sıra birçok farklı iş kolunda bu zirai ürünün ana ürün olarak kullanıldığına değinilmiştir. Bu nedenler neticesinde çalışmada kullanılacak zirai ürünün mısır olmasına karar kılınmıştır.

Çalışmada 2004- 2020 yılları arasında Adana, Osmaniye ve Mersin illerinin mısır verimleri (kg/dekar) ile bu illerin Nisan- Ağustos aylarındaki geçmiş hava sıcaklıkları arasındaki ilişki incelenerek kümülatif büyüyen günler derecesi endeksi üzerine Avrupa tipi iklim satım opsiyonu tasarlanmıştır. Tasarlanan bu opsiyonun hedge etkinliği ise Ederigton (1979) tarafından hedge etkinliğinin analizi için önerilen varyans metodu ile değerlendirilmiştir.

3.2. Veri Seti ve Varsayımlar

Çalışma kapsamında kullanılan ve dekar (da) başına kilogram (Kg) şeklinde ölçülen mısır verimliliği (Kg/da) Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanından elde edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda, Türkiye'deki mısır üretiminin %38,7'sinin Akdeniz Bölgesi'nde gerçekleştirildiği saptanmıştır.⁶ Çalışmanın aynı iklim koşullarını kapsayan homojenik bir bölge içerisinde yürütülmesi istendiğinden Türkiye'de en fazla mısır üretimi gerçekleştiren Akdeniz Bölgesi'ne odaklanılmıştır. Ardından bu bölgede yer alan illerin mısır üretimindeki paylarına bakılmıştır. Buna göre, Adana'nın bölge mısır üretiminin %47,7'sini karşıladığı; bu ili %15,7 ile Osmaniye'nin ve %10,7 ile Mersin ilinin izlediği saptanmıştır. Bu nedenle çalışmada Adana, Osmaniye ve Mersin illerinin mısır verimlerine (Kg/da) odaklanılmasına karar kılınmıştır.

Çalışma, seçili illerin 2004 – 2020 yılları arasındaki Nisan – Ağustos aylarındaki sıcaklık verilerinden türetilen kümülatif büyüyen günler derecelerini (AGDD)⁷ kapsayacak olup; geçerli illere ait ilgili tarihler arasında gerçekleşen günlük

⁶ Veriler 2004-2020 yılları arasındaki mısır üretimini kapsamaktadır.

⁷Endeksin oluşturulması ile ilgili bilgiler ilerleyen sayfalarda detaylandırılacaktır.

maksimum ve minimum sıcaklık verileri Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Adana ili için baz alınan istasyon 17351 No'lu Adana Bölge İstasyonu, Osmaniye ili için baz alınan istasyon 17355 No'lu Osmaniye Bölge İstasyonu ve Mersin için baz alınan istasyon ise 17340 No'lu Mersin Bölge İstasyonu'dur.

Aşağıda yer alan Tablo 6 ve Tablo 7'de seçili illerin mısır verimleri (Kg/da) ve AGGD (°C)'lerin tanımlayıcı istatistikleri yer almaktadır.

Tablo 6. 2004-2020 Yılları İllerin Mısır Verimi Tanımlayıcı İstatistikleri

Mısır Verimi (Kg/da)	Ortalama	Std Sapma	Maksimum	Minimum	Çarpıklık	Basıklık
Adana	979,823529	129,264378	1169	730	- 0,1623924	-1,0896226
Osmaniye	911,705882	152,446616	1100	593	-0,4530931	-0,7489429
Mersin	994,176471	155,983667	1260	679	-0,0899232	-0,6198998

Tablo 7. 2004- 2020 Yılları İllerin AGDD'lerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

AGDD (°C)	Ortalama	Std Sapma	Maksimum	Minimum	Çarpıklık	Basıklık
Adana	2372,07088	85,6250754	2540,65	2226,45	-0,0049908	-0,1985124
Osmaniye	2203,77059	93,9830488	2455,5	2049,7	0,87090096	2,30757733
Mersin	2377,14118	78,8063038	2527,4	2234,05	0,05775339	-0,3199405

Tablo 6'da yer alan özet istatistikler incelendiğinde, 2004 -2020 döneminde dekar başına kilogram olarak tanımlanan mısır veriminin en yüksek olduğu il 994,1 ile Mersin'dir. Adana ili için ortalama mısır verimi 979,8 Kg/da iken Osmaniye ili için bu veri 911,7 Kg/da olarak gerçekleşmiştir. Diğer taraftan verilerin çarpıklığını gösteren

Skewness katsayısı incelendiğinde, mısır verimleri için tüm katsayıların negatif değer aldığını ve bu noktadan hareketle il mısır verimlerinin sola çarpık olduğunu söylenebilmektedir.

Tablo 7’de yer alan özet istatistikler incelendiğinde, Adana ili için ortalama AGDD (°C)’nin 2372 °C, Osmaniye ili için 2203, 7 °C ve Mersin ili için 2377,4 °C olduğu görülmektedir. Aynı şekilde verilerin çarpıklık değerini gösteren Skewness katsayısı incelendiğinde, Adana için sağa çarpıklığın var olduğu görülmekte iken; Mersin ve Osmaniye il AGDD değerleri ise sola çarpıktır. Her iki verinin basıklık değerleri ise baz alınan basıklık kriterinin (3) altındadır. Bu nedenle verilerde basıklığa rastlanmamıştır. Tablo 6 ve Tablo 7’den hareketle verilerin normal dağılım sergilemeye yakın olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini ölçmek için gözlem sayısının 30’dan az olduğu durumlarda kullanılan Shapiro Wilk testi yapılmıştır.

Tablo 8. Shapiro Wilk Testi Sonuçları

Mısır Verimlilikleri				Kümülatif GDD			
İl	Gözlem Sayısı	W	p-değeri	İl	Gözlem Sayısı	W	p-değeri
Adana	17	0,939	0,3071	Adana	17	0,939	0,3071
Osmaniye	17	0,9283	0,2036	Osmaniye	17	0,9283	0,2036
Mersin	17	0,961	0,6502	Mersin	17	0,9801	0,9583

Tablo 8’e göre, %95 güven aralığında tüm illerin mısır verimleri ve AGDD değerleri bu verilerin normal dağılım sergilediğini göstermektedir. Bu nedenle, çalışmanın bundan sonraki kısmına verilerin normal dağılım sergilediği varsayımıyla devam edilmesine karar verilmiştir.

Çalışmada iklim türev ürünlerinin hedge etkinliğinin analizi baz alındığı için mısır ekim alanlarında sadece birincil ekim mısır yetiştiriciliğinin yapıldığı varsayılmıştır. Öte yandan, mısır yetiştiren çiftçinin mısır veriminden (Kg/da) elde edeceği gelir sabitlenmiştir. Bunun nedeni ise mısırın kg başına artan ya da düşen

fiyatının çiftçinin gelirinde yaratacağı volatilitiyi sabitlemektir. Böylece çiftçinin gelirindeki volatilitenin sıcaklık endeksindeki değişimden kaynaklanan bir finansal risk olduğu varsayılmaktadır. Mısır kilogramı başına 1,02 Türk lirası olarak belirlenen bu fiyat, 2004 – 2020 yılları arasında mısır üreticilerine ödenmiş ortalama fiyat olup; TÜİK veri tabanından elde edilmiştir. Son olarak ise mısır ekimi yapıldıktan sonra üretici, iklim türev ürünü sözleşmesi uygulamaya karar verdiği için gübreleme ve yanı sıra bitki koruma stratejisinin önceden belirlendiğini, dolayısıyla üretim maliyetleri ile ilgili kısımların dikkate alınmadığı varsayılmaktadır.

3.3. Çalışma Metodolojisi

Çalışma yürütürken kullanılan metodoloji dört ana bölüme ayrılmaktadır. Buna göre, öncelikle hava durumu göstergesi seçilmiş ve bu göstergenin il mısır verimleri arasındaki korelasyona bakılmıştır (Bölüm 3.3.1). Ardından seçili hava durumu göstergesi üzerine olası iklim türev ürün tasarlanmış (Bölüm 3.3.2) ve opsiyon primi (fiyatlanması) hesaplanmıştır (Bölüm 3.3.3). Bölüm 3.3.4'te ise bu türev ürünün hedge etkinliğinin analizi gerçekleştirilmiştir.

3.3.1. Hava Durumu Göstergesinin Seçimi ve Endeksin Oluşturulması

Dischel (2002) hava durumu verileri için 20 ilâ 40 yıllık zaman periyodunun geleceği tahminlemede daha isabetli sonuçlar vereceğini belirtmiş olmasına rağmen, iklim değişikliğinin olası etkileri göz önünde bulundurulduğunda yakın geçmiş veri kullanımının opsiyon primi hesaplamasında daha güvenilir sonuçlar yansıtacağına karar kılınmıştır. Bu nedenle çalışma 2004-2020 (17 yıl) yıllarını kapsamaktadır. Öte yandan, seçili illerde mısırın yetiştirme döneminin Nisan-Ağustos aylarına rastladığı bilinmektedir (Uçak vd., 2010). Bu nedenle tüm yıl verileri yerine geçerli yıllardaki Nisan-Ağustos ayları baz alınmıştır.

İklim türev ürünleri üzerine yapılan mevcut çalışmalarda farklı hava durumu göstergelerinin tasarlanan iklim türev ürün sözleşmelerine dayanak varlık teşkil ettiği görülmektedir. Sadece hava sıcaklığı (Berg vd., 2006) ve yağmur yağış miktarını (Stoppa ve Hess, 2003; Spaulding vd., 2010; Marković ve Jovanović, 2011) dayanak

varlık alan iklim opsiyon sözleşmeleri üzerine yapılan çalışmalar literatürde mevcuttur. Pelka ve Musshoff (2013) ve Shi ve Jiang (2016) tarafından oluşturulmuş sıcaklık ve yağmur yağışı miktarını dayanak varlık alan “karışık” iklim türev ürün sözleşmeleri de tasarlanmıştır. Bunun yanı sıra Vedenov ve Barnett (2004) ve Cry vd., (2010) ise çalışmalarında kümülatif sıcaklık derecelerini kullanarak iklim türev ürünü tasarlamış ve literatüre katkı sağlamışlardır.

Tek bir hava istasyonundan alınan yağış verisi, illerin yağış miktarını temsil etmede yetersiz kalmakta ve verilerin güvenilirliğini düşürmektedir (Woodard ve Garcia, 2008). Diğer taraftan Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden ilgili illere yönelik alınan yağış verileri manuel ve otomatik ölçüm olarak iki farklı metodoloji ile ölçülmektedir. Bu ölçüm farklılıkları nedeniyle bu veri setinde belirli yıllarda verilerde tutarsızlıklar saptanmıştır. Bunun yanı sıra veri setinde yüksek düzeyde eksik verilerin varlığı saptanmıştır. Bu nedenler neticesinde çalışmada yağış verisinden yararlanılması durumunda doğru sonuçlar elde edilemeyeceği kararına varılmış ve bu nedenle bu verinin kullanılmamasına karar verilmiştir. Öte yandan, sıcaklık verilerinin güvenilirlikleri ve il genelindeki sıcaklığı temsil etme kabiliyetleri daha yüksektir (Woodard ve Garcia, 2008) Bu nedenler neticesinde çalışmada sıcaklık verilerinden yararlanılmasına karar kılınmıştır.

Çalışmada tarım sektörü üzerine uygulama gerçekleştirildiğinden ortalama günlük sıcaklık derecesinin 10°C olan referans değerinden sapması sonucu oluşan ve tarım sektöründe sıklıkla kullanılan kümülatif büyüyen günler derecesinin tasarlanacak olan iklim türev ürün sözleşmesinin dayanak varlığı olmasına karar verilmiştir. Bunun yanında mısırın kök ve sap uzamasının hava sıcaklığının 10°C altına düştüğü durumda durması bu endeksin dayanak varlık olarak seçilmesindeki bir diğer etmendir.

Kümülatif büyüyen günler derecesini hesaplarken gerçekleştirilen adımlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

1. Günlük maksimum ve minimum sıcaklık verilerinin kontrol edilmesi,
2. Eksik verilerin tespit edilip ve tamamlanması,
3. Günlük ortalama sıcaklık derecesinin hesaplanması,
4. Büyüyen günler derecesinin hesaplanması,
5. Kümülatif büyüyen günler derecesinin hesaplanması.

Öncelikle 2004-2020 yılları Nisan-Ağustos ayları günlük maksimum ve minimum sıcaklık verilerinin (i) belirli bir bant aralığında seyri, (ii) günlük minimum hava sıcaklık değerlerinin günlük maksimum sıcaklık değerlerinden küçüklüğü ve (iii) verilerde aşırı uç değerlerin varlığı kontrol edilmiş ve verilerde herhangi bir sorun gözlenmemiştir.

Jewson ve Brix (2005) hava durumu verilerinde gözlemlenen yüksek düzeyde veri kaybının -özellikle son yıllarda gerçekleşmiş sık veri kaybı- geleceği tahmin etmede yetersiz kalacağını ve yanı sıra oluşturulan türev ürün sözleşmelerinde sorunlara neden olacağını belirtmiştir. Ancak veri setindeki kayıp verilerin kontrolünde, eksik verilerin veri setinin %0,07'sini kapsadığı saptanmıştır. Eksik verilerin veri setinin görece önemli bir kısmını kapsamaması dolayısıyla bu verilerin doldurulmasına karar verilmiştir. Verilerde, ardışık tarihlerdeki (e.g. 5 Haziran 2012, 6 Haziran 2012 ve 7 Haziran 2012 gibi) verilerin eksik olduğu görülmüştür. Bu nedenle, eksik veriler Zapranis ve Alexandridis (2013) tarafından aşağıdaki gibi önerilen formül ile doldurulmuştur:

$$T_{avy,x} = \frac{1}{N} \sum_{yr=1}^N T_{x,yr}$$

denklemden yer alan $T_{avy,x}$ eksik veriyi, T_x x gününde gerçekleşen eksik sıcaklık derecesini ve $T_{x,yr}$ ise N yılda x gününde gerçekleşen ortalama sıcaklık derecesini temsil etmektedir.

Eksik verilerin doldurulmasının ardından her il için günlük ortalama sıcaklık derecesi hesaplanmıştır. Bunun için ise aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$T_i = \frac{T_i^{max} + T_i^{min}}{2} \quad (1)$$

denklemden T_i i gününde ölçülmüş ortalama sıcaklık derecesi; T_i^{max} ve T_i^{min} ise i gününde ölçülmüş günlük maksimum ve minimum hava sıcaklık dereceleri.

Günlük ortalama sıcaklık verilerinin hesaplanmasının ardından, büyüyen günler derecesi Turvey (2001)'den hareketle aşağıdaki şekilde formülize edilerek hesaplanmıştır:

$$GDD_i = \max[(T_i - 10^{\circ}\text{C}), 0] \quad (2)$$

denklemden T_i günlük ortalama sıcaklık, 10°C ise büyüyen günler derecesi için baz alınan referans değeridir. Buna göre GDD_i , i gününde ortaya çıkan GDD değeridir.

Çalışma Nisan-Ağustos aylarını kapsadığından bu dönemi kapsayan kümülatif büyüyen günler derecesi (AGDD) oluşturulmuştur. Aşağıdaki denklemde AGDD endeksinin hesaplanması yer almaktadır:

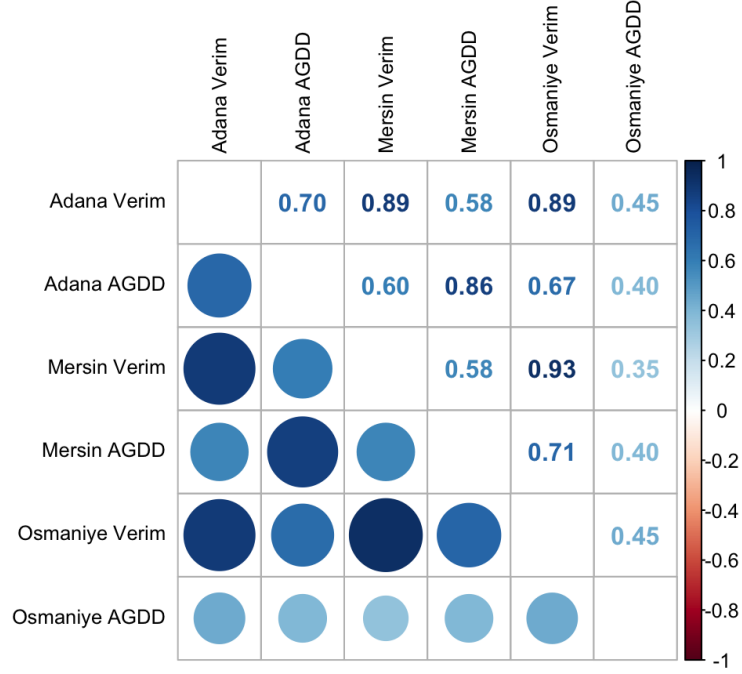
$$AGDD_i = \sum_{i=1}^n GDD_i \quad (3)$$

denklemden yer alan i gün sayısını, $AGDD_i$ ise i gününde gerçekleşen kümülatif GDD endeksini göstermektedir. Buna göre, $AGDD_i$ değeri GDD_i değerlerinin toplamıdır.

Martin vd. (2001), Stoppa ve Hess (2003) ve Raucci vd. (2019) yaptıkları çalışmalarda iklim türev sözleşmesinin dayanak varlığı olan hava durumu endeksi ile tarımsal mahsul verimi arasındaki yüksek korelasyon varlığının tasarlanan iklim türev ürünün hedge etkinliğini arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu nedenle çalışmada mısır verimliliği ve dayanak varlık arasındaki korelasyon ilişkisine bakılmasına karar verilmiştir.

Adana, Osmaniye ve Mersin illerinin mısır verimleri (Kg/da) ve AGDD ($^{\circ}\text{C}$) arasındaki korelasyon ilişkisi Pearson korelasyon testi ile saptanmıştır. $[-1,1]$ arasında değer alan korelasyon katsayısının negatif değer alması iki değişken arasındaki ters yönlü ilişkinin varlığını gösterirken; bu katsayının pozitif olması ise değişkenler arasındaki aynı yönlü ilişkiyi göstermektedir. Katsayısının 0 olması ise iki değişken arasında herhangi bir ilişki olmadığını göstermektedir. Aşağıdaki Şekil 2'de ise il mısır verimleri ve AGDD arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisinin sonuçları bulunmaktadır.

Şekil 2. Mısır Verimliliği ve Kümülatif GDD Endeksi Korelasyon Matrisi



*Adana ili için korelasyon katsayısının p-değeri: 0.001, Mersin ili için korelasyon katsayısının p-değeri:0.015 ve Osmaniye ili için korelasyon katsayısının p-değeri:0.0073'tür.

Şekil 2'ye göre mavi renkli çemberler pozitif korelasyonun varlığını gösterirken; turuncu renkli çemberlerin olmayışı veriler arasında negatif korelasyon saptanmadığını göstermektedir. Bunun yanı sıra, mavi rengin koyuluğu korelasyonun derecesini temsil ederken; çemberin büyüklüğü ise korelasyonun istatistiki önemini ifade etmektedir. Şekilden de görüleceği üzere, Adana ili mısır verimi ile bu ilin AGDD endeksi arasındaki korelasyon katsayısı 0,70'tir. Mersin ili için bu katsayı 0,58 iken; Osmaniye'de katsayısının 0,45 olduğu görülmektedir. Sonuçlardan hareketle, mısır verimi ve kümülatif GDD endeksi arasındaki ilişkinin en yüksek olduğu il Adana olurken; onu sırasıyla Mersin ve Osmaniye illeri izlemiştir. Her üç il içinde görülen yüksek düzeyde korelasyon, mısır verimi ve AGDD endeksi arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır.

3.3.2. İklim Türev Ürününün Oluşturulması

Çalışmada Bölüm 3.3.1'de AGDD endeksleri ve mısır verimleri arasında ilişki olduğu saptanmıştır. Bu nedenle çalışmada tasarlanacak olan iklim türev ürün sözleşmesinin dayanak varlığı kümülatif büyüyen günler derecesidir. Diğer taraftan,

iklim opsiyon sözleşmelerinin iklim türev piyasasında önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Bunun yanı sıra opsiyon sözleşmeleri yatırımcısına -çalışmada çiftçilere- sözleşmeyi kendi risklerine göre “kişiselleştirebilme” imkanı sunmaktadır. Böylelikle çiftçiler hem kendi mahsullerine uygun hem de bu mahsule uygun hava durumu verilerini baz alan iklim opsiyonu ile risklerini hedge edebilmektedirler. Öte yandan, iklim opsiyon sözleşmelerinde belirlenen kullanım düzeyine ulaşılmadığı taktirde çiftçi, iklim opsiyonunu uygulamaya koymayacak ve bu durumda karşılaşılabileceği zararı ise sadece ödemiş olduğu opsiyon primi kadar olacaktır. Bu nedenle de iklim opsiyon sözleşmeleri diğer iklim türev ürünlerine kıyasla daha az risklidir. Belirtilen nedenler neticesinde, çalışmada kullanılacak olan hedge stratejisi Avrupa tipi iklim satım opsiyonu üzerine tasarlanmıştır.

Tasarlanan iklim satım opsiyonuna göre, Nisan- Ağustos aylarının normalden soğuk geçmesi durumunda mısır yetiştiriciliği yapan çiftçi iklim satım opsiyonunu uygulamaya koyacaktır. Böylelikle çiftçi gelirindeki volatilitiyi uygulamaya koyacağı iklim satım opsiyonundan alacağı opsiyon ödemesi (*payoff*) ile hedge edecektir.⁸

Çiftçinin iklim satım opsiyonunu kullanması durumunda opsiyondan alacağı opsiyon ödemesi $P(x)$ aşağıdaki şekilde formülize edilmektedir:

$$P(x) = \max \{(K - W), 0\} \quad (4)$$

denklemden yer alan $P(x)$ çiftçinin satım opsiyonunu uygulamaya koyması sonucu bu opsiyondan alacağı opsiyon ödemesidir. K ise iklim satım opsiyonunda belirlenen AGDD kullanım düzeyi olup; her il için gerçekleşen AGDD değerlerinin ortalamasıdır. Tik büyüklüğünü sembolize eden a ise tasarlanan iklim satım opsiyonunda basitliği sağlamak amacı ile 1 Türk lirası olarak belirlenmiştir.⁹ Buna göre, opsiyonun vadesi sonunda eğer gerçekleşen AGDD endeksi (W), sözleşmede

⁸ Burada bahsi geçen opsiyon ödemesi kavramı ile opsiyondan elde edilen net kâr/zarar birbirinden farklı kavramlardır. Opsiyon ödemesi (*payoff*) iklim satım opsiyonu vadesi sonunda sözleşmede belirlenen kullanım düzeyine göre çiftçiye yapılan ödeme tutarıdır. Opsiyon kârı/zararı ise çiftçinin aldığı opsiyon ödemesinden bu opsiyon sözleşmesine ödediği opsiyon priminin çıkarılması sonucu ortaya çıkmaktadır.

⁹ Pelka ve Musshoff (2013) çalışmalarında tik değerini 1€ olarak alırken; Venedov ve Barnett (2004) ise çalışmalarında tik değerini 1\$ olarak baz almıştır.

belirlenmiş olan kullanım düzeyinden (K) düşükse, satım opsiyonu pozitif değer alacaktır. Bu durumda çiftçi opsiyon sözleşmesinden $[a.(K-W)]$ kadar opsiyon ödemesi alacaktır. Eğer opsiyon sözleşmesi vadesi sonunda gerçekleşen AGDD endeksi (W) sözleşmede belirlenen kullanım düzeyinden (K) yüksekse; çiftçi opsiyon sözleşmesini uygulamaya koymayacaktır. Bu durumda çiftçinin iklim opsiyon sözleşmesinden alacağı opsiyon ödemesi 0'a eşit olacaktır.

3.3.3. Opsiyon Priminin Hesaplanması

Çalışmada opsiyon primi hesaplanmasında kullanılan opsiyon fiyatlama modeli, iklim türev ürünlerinin fiyatlanmasında sıklıkla tercih edilen Burn Analizi'dir (Zara, 2010; Cry vd., 2010, Marković ve Jovanović, 2011; Štulec, 2017). Buna göre çalışmada tasarlanan satım opsiyonun primi ($pr(x)$) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$pr(x) = \frac{\sum_{i=1}^{17} [a_i \cdot (K_i - W_i)]}{17}$$

denklemden yer alan i 2004 yılından 2020 yılına kadar geçmiş 17 yıllık dönemdeki her yılı, a sözleşmede belirlenen tik değerini, K sözleşme kullanım düzeyini ve W ise her yıl için gerçekleşmiş AGDD değerini temsil etmektedir. Burn Analizi kullanılarak hesaplanan opsiyon primleri ise sürekli bileşik faiz oranı kullanılarak iskonto edilmektedir. Böylelikle ortalama opsiyon primi hesaplanmaktadır. Risksiz faiz oranı olarak kabul edilen iskonto oranı %19,48 olan 3 aylık TL/Libor oranı olarak baz alınmıştır. Aşağıdaki Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11'de ise Adana, Mersin ve Osmaniye illerinin ortalama opsiyon primleri ve iskonto ardından oluşan net opsiyon primleri yer almaktadır.

Tablo 9. 2004-2020 Yılı Adana İli İçin Tasarlanan Opsiyon Özellikleri

Yıllar	Sözleşme Türü	Endeks Türü	Tik (a)	K (b)	W (c)	Opsiyon Ödemesi [a.(b-c)]
2004	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2226,45	145,55
2005	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2290,55	81,45
2006	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2315	57
2007	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2388,65	0
2008	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2395,55	0
2009	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2284,75	87,25
2010	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2397,25	0
2011	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2232,15	139,85
2012	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2410,535	0
2013	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2397,65	0
2014	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2362,72	9,28
2015	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2317,65	54,35
2016	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2497,75	0
2017	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2434,3	0
2018	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2540,65	0
2019	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2428,3	0
2020	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2372	2405,3	0
Ortalama opsiyon primi						33,8 TL
Opsiyon Primi						33,26 TL
Std. Sapma						51,14

Not: Opsiyon kullanım düzeylerinde yuvarlama yapılmıştır.

Tablo 10. 2004-2020 Yılı Mersin İli İçin Tasarlanan Opsiyon Özellikleri

Yıllar	Sözleşme Türü	Endeks Türü	Tik (a)	K (b)	W (c)	Opsiyon Ödemesi [a.(b-c)]
2004	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2234,05	142,95
2005	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2255,4	121,6
2006	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2322,75	54,25
2007	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2332,4	44,6
2008	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2383,65	0
2009	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2309,9	67,1
2010	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2423,1	0
2011	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2331,45	45,55
2012	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2459,8	0
2013	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2482,1	0
2014	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2376,2	0,8
2015	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2336,75	40,25
2016	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2461,55	0
2017	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2379,5	0
2018	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2527,4	0
2019	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2410,2	0
2020	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2377	2385,2	0
Ortalama Opsiyon Primi						30,41 TL
Opsiyon Primi						29,92 TL
Std. Sapma						43,8

Not: Opsiyon kullanım düzeylerinde yuvarlama yapılmıştır.

Tablo 11. 2004-2020 Yılı Osmaniye İli İçin Tasarlanan Opsiyon Özellikleri

Yıllar	Sözleşme Türü	Endeks Türü	Tik (a)	K (b)	W (c)	Opsiyon Ödemesi [a.(b-c)]
2004	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2219,1	0
2005	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2049,7	154,3
2006	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2195,3	8,7
2007	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2187,8	16,2
2008	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2138,6	65,4
2009	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2093,6	110,4
2010	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2167,3	36,7
2011	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2079,45	124,55
2012	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2268,5	0
2013	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2226,65	0
2014	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2172,5	31,5
2015	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2455,5	0
2016	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2288,65	0
2017	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2209,7	0
2018	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2289,5	0
2019	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2218,15	0
2020	Satım Opsiyonu	AGDD	1	2204	2204,1	0
Ortalama Opsiyon Primi						32,22 TL
Opsiyon Primi						31,7 TL
Std. Sapma						50,5

Not: Opsiyon kullanım düzeylerinde yuvarlama yapılmıştır.

Yukarıda yer alan tablolardan hareketle, belirlenen opsiyon parametrelerine ve gerçekleşen AGDD endeksine göre opsiyon primlerinin değiştiği görülmektedir. Buna

göre, Adana ilinde mısır yetiştiriciliği yapan bir çiftçinin iklim satım opsiyonu satın alması için ödemesi gereken prim tutarı 33,26 Türk lirası iken; Mersin’de bu prim 29,92 Türk lirası ve Osmaniye’de ise 31,7 Türk lirasıdır.

3.3.4. Hedge Etkinliği

Çiftçinin iklim satım opsiyonu kullanması ve kullanmaması durumunda mısır veriminden elde edeceği gelir farklılaşmaktadır. Bu nedenle çalışma metodolojisinin son bölümünü oluşturan bu kısımda çalışmanın amacı da olan hedge etkinliğinin analizine odaklanılacaktır.

Çalışmada ilk önce, çiftçinin tasarlanan iklim satım opsiyonu kullanmaması durumunda mısır veriminden elde edeceği gelir hesaplanmaktadır. Bu durum üç il için ayrı ayrı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$R_i = P_i \times Y_i \quad (5)$$

denklemden yer alan Y_i , i yılındaki il mısır verimlerini (Kg/da) ve P_i ise Bölüm 3.2’de belirtildiği üzere kg/dekar başına çiftçinin mısır verimindeki kazancını temsil etmektedir. R_i ise çiftçinin gelirini göstermek üzere; her iki verinin çarpımı ile hesaplanmaktadır.

Ardından çalışmada, çiftçinin tasarlanan iklim satım opsiyonu kullanması durumunda mısır veriminden elde edeceği gelir hesaplanmıştır. Bu durum üç il için ayrı ayrı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$R_i^* = R_i + P(x)_i - pr(x) \quad (6)$$

R_i^* , çiftçinin iklim türev ürünü kullanması durumundaki gelirini, R_i Denklem 5’te yer alan şekilde hesaplanan çiftçinin mısır veriminden (Kg/da) elde edeceği geliri, $P(x)_i$ çiftçinin iklim satım opsiyonunu uygulamaya koyması durumunda opsiyondan alacağı opsiyon ödemesini ve $pr(x)$ ise her üç il için ayrı ayrı hesaplanmış olan opsiyon primini temsil etmektedir. Buna göre, çiftçi iklim satım opsiyonu kullanmaya karar verirse elde edeceği gelir, mısır veriminden elde edeceği gelire opsiyondan alınan

opsiyon ödemesinin eklenmesi ve bu opsiyona ödenen primin çıkarılması şeklinde hesaplanmaktadır.

Tasarlanan iklim satım opsiyonun hedge etkinliği ise hedge etkinliğinde varyans metodunun kullanımını öneren Ederington (1979)'dan hareketle varyans metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Buna göre öncelikle çiftçilerin mısır veriminden elde edecekleri gelirlerin volatiliteleri iklim satım opsiyonu kullanmaları diğer bir ifade ile kendilerini hedge etmeleri (*hedged*) ve bu türev ürünü kullanmamaları (*unhedged*) durumunda iki farklı şekilde hesaplanmıştır. Aşağıda ise iklim satım opsiyonu kullanılmaması durumunda çiftçinin gelirinin volatilitenin nasıl hesaplandığını gösteren varyans formülünün örneğine yer verilmiştir.

$$\sigma_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^{17} [R_i - \bar{R}_i]^2}{16}$$

Denklemden yer alan i yıl sayısını, R_i i yılda gerçekleşmiş çiftçinin mısır veriminden elde ettiği geliri, $\bar{R}_i$ ise i yılda çiftçinin mısır veriminden elde ettiği gelirin ortalamasıdır.

Çiftçinin mısır veriminden elde ettiği gelirin volatilitesi iklim satım opsiyonun kullanılması ve kullanılması durumu şeklinde iki farklı şekilde hesaplandıktan sonra ise varyanstaki yüzde değişim şeklinde ölçülen hedge etkinliği aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Ederington,1979):

$$E = \frac{[Var(U) - Var(H)]}{Var(U)}$$

denklemden yer alan E hedge etkinliğini, $Var(U)$ ve $Var(H)$ ise sırasıyla hedge edilmemiş (iklim satım opsiyonu kullanılmayan durum) ve hedge edilmiş durumda (iklim satım opsiyonu kullanılan durum) çiftçinin mısır veriminden elde edeceği geliri temsil etmektedir. Buna göre E , çiftçinin gelirinin varyansındaki yüzde değişim şeklinde hesaplanmaktadır.

3.4. Bulgular

Çalışmada, iklim türev ürün kullanımının çiftçilerin gelirindeki volatilitiyi azaltabileceği üzerinde durulmakta ve bu türev ürünün hedge etkinliği analizi değerlendirilmektedir. Bunun için 2004-2020 yıllarında Adana, Osmaniye ve Mersin illerinde mısır üretimi yapan çiftçilerin bu mısır veriminden (Kg/da) elde ettiği gelirin volatilitesine odaklanılmıştır. Kümülatif büyüyen günler derecesi dayanak varlıklı iklim satım opsiyonu tasarlanmış ve tasarlanan bu opsiyonun hedge etkinliği ise ilk olarak Ederington (1979) tarafından hedge etkililiğinin değerlendirilmesinde kullanılan varyans metodu ile analiz edilmiştir.

Aşağıda yer alan Tablo 12 Sütun A'da il bazında çiftçinin iklim satım opsiyonu kullanmadığı başka bir ifade ile kendisini hedge etmediği durumda gelirinde yaşayacağı ortalama volatilité yer alırken; Tablo 12 Sütun B'de ise il bazında çiftçinin iklim satım opsiyonu kullandığı diğer ifade ile kendisini hedge ettiği durumda gelirinde yaşayacağı ortalama volatilité yer almaktadır. Tablo 12 Sütun C'de ise her iki durum hesaplamalarından yola çıkılarak hesaplanan ve hedge etkinliği değerlendirmesi olarak kullanılacak olan ortalama varyans değişimi yer almaktadır.

Tablo 12. 2004-2020 Dekar Başına Ortalama Gelir Varyansı (TL/dekar)

Şehir	Opsiyon Kullanmadan (TL/dekar) (A)	Opsiyon Kullanımı (TL/dekar) (B)	Değişim [(A-B) / A] (%)
Adana	17384,33	11459,98	34,07
Osmaniye	22756,58	19568,53	14
Mersin	23824,82	17195,58	27,82

Tablo 12'den hareketle, her üç ildeki mısır üreticilerinin tasarlanan iklim satım opsiyonu kullanmaları taktirde gelir volatilitelerinde azalma olduğu görülmektedir.

Buna göre bu azalma Adana’da %34,07 iken; Osmaniye’de bu oran %14 ve Mersin’de ise %27,82 olarak gerçekleşmektedir.

Bu değerlerden hareketle dikkat edilmesi gereken husus ise mısır verimi (kg/da) ve kümülatif büyüyen günler derecesi ($^{\circ}\text{C}$) endeksi arasındaki korelasyonun en yüksek olduğu (0,70) Adana’daki çiftçinin gelir volatilitesindeki nispi azalmanın (Tablo 12 Sütun C) yüksek seyretmiş olmasıdır. Korelasyon katsayısının bu ile nazaran daha düşük seyrettiği (0,45) il olan Osmaniye’de ise çiftçinin gelir volatilitesindeki nispi azalma (Tablo 12- Sütun C) ise %14 ile son sırada yer almaktadır.

Bu noktadan hareketle, mısır verimi (kg/da) ve dayanak varlık arasında korelasyonun daha yüksek seyrettiği illerdeki çiftçilerin gelir volatiliteleri daha yüksek düşüşler göstermiştir sonucuna ulaşılmaktadır. Bu nedenle korelasyon katsayısının yüksek olduğu durumlarda sonuçlardan da görüldüğü üzere tasarlanan iklim satım opsiyonun hedge etkinliği daha yüksektir. Diğer taraftan, korelasyon katsayısının düşük saptanması durumunda ise hedge etkinliği de düşmektedir.

Bu bulgular ışığında, çalışmada tasarlanan iklim satım opsiyonun kullanılması ve kullanılmaması durumunda çiftçinin mısır veriminden elde ettiği gelir volatilitelerinde farklılaşma tespit edilmiştir. Buna göre, her üç ilde de çiftçinin elde ettiği gelirin ortalama varyansı daha açık bir ifade ile belirtmek gerekirse çiftçinin dekar başına kg olarak mısır veriminden elde ettiği gelirin volatilitesi tasarlanan iklim satım opsiyonun kullanılmaması durumunda daha yüksek seyretmektedir. Tasarlanan bu iklim satım opsiyonunun kullanılması durumunda ise çiftçinin mısır veriminden elde ettiği gelir volatilitesi düşmektedir. Bunun sonucunda varyans metoduyla hedge etkinliği değerlendirilen tasarlanan iklim satım opsiyonun hedge etkinliği ilden ile değişmekle beraber; %14 ila %34,07 oranları arasında seyretmektedir. Çalışma sonucunda ulaştığımız bulgular, Vedenov ve Barnett (2004), Berg vd. (2006), Zara (2010) ve Möllman vd. (2019) tarafından yapılan çalışmaların bulgularıyla tutarlılık göstermektedir.

SONUÇ

Yapılan çalışmalar, hava durumunun hem sektörel hem de makroekonomik düzeyde doğrudan ve direkt olarak ekonomide önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Öngörülemeyen hava bileşenlerinin yaratacağı risk olarak tanımlanabilen hava durumu riskinin bir alt çeşidi olan ve gerçekleşme ihtimali düşük; ancak gerçekleştiği taktirde etki alanı yüksek olan tayfun, sel, kasırga vb., katastrofik hava durumu riskleri bu konuda uzun süredir hizmet veren ve konu üzerine uzmanlaşmış sigorta ve reasürans şirketleri tarafından hedge edilmektedir. Örnekleri arasında ortalamadan daha soğuk geçen bir yaz mevsimi veyahut ortalamadan daha az yağmur yağışının gerçekleştiği bir kış mevsimi olan katastrofik olmayan hava durumu riskleri ise sıklıkla ortaya çıkmakta ve ekonomik etkilere yol açmaktadır. Başta turizm olmak üzere enerji, tarım ve inşaat sektörlerinde faaliyet gösteren işletmeler katastrofik olmayan hava durumu risklerinden etkilenebilmektedir. Ancak işletmeler karşılaştıkları bu hava durumu riskinden doğan zararlarını katasrofik hava durumu risklerinde olduğu gibi sigortalama işlemi aracılığıyla karşılayamamakta, risklerden doğan zararları bu şekilde tazmin edememektedir.

Diğer taraftan bilim insanları, insan faaliyetlerinin olumsuz etkileri sonucu gezegenimizin ortalama sıcaklığının 1850-2020 döneminde ortalama 1,3°C arttığına dikkat çekmektedir (IPCC, 2021). İklim değişikliğindeki bilimsel çalışmalar değerlendirildiğinde ve iklim değişikliğinin ekonomi üzerindeki etkileri düşünüldüğünde katasrofik olmayan hava durumu risklerinin etkilerinin makroekonomik ve sektörel bazlı artacağı öngörülmektedir.

Belirtilen nedenler doğrultusunda işletmeler maruz kaldıkları hava durumu risklerinden kendilerini korumak, risklerini bertaraf etmek istemektedirler. Finans yazınında hedging olarak tanımlanan bu durumda işletmeler olumsuz hava durumu koşulları nedeniyle karşılaştıkları riskleri iklim türev ürün sözleşmesi kullanarak bertaraf edebilirler. Dayanak varlıkları arasında yağış, rüzgar, sıcaklık, sıcaklıktan türetilen endeksler, güneşlenme süresi vb., hava durumu göstergeleri yer almakta olan iklim türev ürünleri ile işletmeler risklerini sermaye piyasasına aktararak kendilerini hedge edebilirler.

İklim türev ürünleri ilk olarak enerji sektöründe kullanılmaya başlanmış ve sıklıkla da bu sektördeki işletmeler tarafından kullanılmaya devam edilmiştir. Ancak ülke ekonomilerinde önemli bir paya sahip olan tarım sektörü de hava durumu risklerine karşı son derece hassastır. Yetiştirilen ürünün hem kalitesi hem de miktarı gerçekleşen olumsuz hava durumu olaylarından doğrudan etkilenebilmektedir. Özellikle tarım sektörünün ülkemiz gayri safi milli hasılasının yaklaşık %4'ünü (TÜİK, 2021) ve ülke istihdamının da önemli bir kısmını oluşturduğu düşünüldüğünde; öte yandan yaşanan kuraklıkların ve iklim değişikliğinin çeşitli etkilerini de ayrı bir kefeye koyduğumuzda iklim türev ürün sözleşmelerinin tarım sektöründe ülkemiz için kullanımı son derece önem arz eden bir husustur. Bu nedenle bu çalışma iklim türev ürünleri üzerine gerçekleştirilen diğer çalışmalardan farklı olarak sadece bu türev ürün sözleşmelerinin fiyatlanmasına odaklanmamış; tasarlanan iklim türev ürünün hedge etkinliğini değerlendirmeye almıştır. Ülkemiz literatüründeki ilk örneği teşkil eden bu çalışmanın amacı sıcaklık endeksi baz alınarak bir iklim türev ürün örneği tasarlamak ve tasarlanan bu ürünün hedge etkinliğinin analizini gerçekleştirmektir. Böylece çiftçilerin hava durumu riski dolayısıyla gelirlerinde yaşadıkları volatilitiyi azaltmak ve bu türev ürünlerin risk yönetim aracı olarak tarım sektöründe kullanılması hedeflenmektedir.

Çalışma kapsamında kullanılacak zirai ürün mısırdır. Mısır birçok farklı iş kolunda ana ürün olarak kullanılmakta ve aynı zamanda sıcaklık/yağışa karşı hassas bir üründür. Bu nedenlerle çalışmada mısır üretimi gerçekleştiren çiftçilerin dekar başına kg olarak mısır veriminden kazandığı gelirin volatilitesine odaklanılmıştır.

Çalışma ülkemizde mısır üretiminin yoğun bir şekilde yapıldığı Akdeniz Bölgesi'ndeki Adana, Osmaniye ve Mersin illeri 2004-2020 yılları arasındaki mısır verimlerini (kg/da) baz almaktadır. Seçili illerdeki mısır yetiştirme dönemi ise Nisan-Ağustos aylarını kapsamaktadır. Diğer taraftan çalışmada tasarlanan iklim satım opsiyonunun dayanak varlığının daha çok tarım alanında kullanılan ve referans değeri olarak 10 °C'yi baz alan kümülatif büyüyen günler derecesi (AGDD) olmasına karar verilmiştir.

Çalışmada öncelikle il bazında mısır verimi (kg/da) ve AGDD (C°) arasındaki korelasyon ilişkisi incelenmiştir. Her üç il içinde görülen yüksek korelasyonun ardından AGDD (°C) dayanak varlıklı Avrupa tipi iklim satım opsiyonu tasarlanmıştır.

Tasarlanan opsiyonun primi başka bir deyişle opsiyon fiyatlanması ise Burn Analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hedge etkinliği ise varyans metodunu hedge etkinliği analizinde kullanan Ederington (1979)'dan hareketle varyans metodu kullanılarak değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmanın analizinde, belirlenen opsiyon parametrelerine ve illerde gerçekleşen AGDD (°C)'lere göre opsiyon primlerinin farklılaştığı görülmüştür. Buna göre Adana ilindeki çiftçinin iklim satım opsiyonu satın almak için 33,26 Türk lirası opsiyon primi ödemesi gerekirken; Mersin'deki çiftçi 29,92 Türk lirası ve Osmaniye'deki çiftçi 31,7 Türk lirası ödemelidir. Diğer taraftan tasarlanan iklim satım opsiyonun her üç il içinde hedge etkinliği sağladığı saptanmıştır. Ancak belirtmek gerekmektedir ki hedge etkinliği de illere göre değişmektedir. Buna göre Adana ili için tasarlanan iklim satım opsiyonun hedge etkinliği %34,07 iken Mersin ilinde hedge etkinliği %27,82 ve Osmaniye ilinde ise %14 olarak gerçekleşmiştir. Elde edilen bu bulgular neticesinde iklim satım opsiyonunun dayanak varlığı olan AGDD (°C) ve mısır verimi (kg/da) arasındaki korelasyon arttıkça hedge etkinliğinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bu bulgular, Stoppa ve Hess (2003), Vedenov ve Barnett (2004), Berg vd., (2006), Zara (2010), Raucci vd., (2019) ve Möllman vd., (2019) bulgularıyla uyumludur.

Çalışmada tek bir hava göstergesi dayanak varlık alınarak iklim opsiyon sözleşmesi tasarlanmış olmasına rağmen; tasarlanan bu türev ürünün hedge etkinliği sağladığı saptanmıştır. Ancak Turvey (2001), Musshoff vd. (2011), Pelka ve Musshoff (2013) ve Shi ve Jiang (2016) hem yağış hem de sıcaklık baz alınarak tasarlanacak olan iklim opsiyon sözleşmelerinin hedge etkinliğinin daha yüksek olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışma, bir satım opsiyonunun kullanılmasının çiftçilerin gelir volatilitesini nasıl minimize edeceğine opsiyonun dayanak varlığının seçiminden opsiyon priminin hesaplanmasına ve en sonunda opsiyonun hedge etkinliğine dair kapsamlı bir analiz sunmaktadır. Bu nedenle çalışma, çiftçilerin karşılaştığı hava durumu risklerinin yönetimi için stratejik bilgiler sağlayan bir yol haritası olarak da görülebilir. Öte yandan çalışma sadece çiftçiler için yararlı bilgiler sunmamakta aynı zamanda tarım sektöründe risk yönetimi ile ilgili politika yürütmekte olan politika yapıcılara da

yardımcı olmayı hedeflemekte; yeni bir risk yönetim aracı olarak iklim türev ürünlerinin tarım sektöründe kullanılmasını önermektedir.

İklim türev ürünleri kullanıcılarına esneklik ve şeffaflık sunarak katastrofik olmayan hava durumu risklerini sermaye piyasasına aktarmasını sağlamaktadır. Sağladığı bu avantaj nedeniyle iklim türev ürünleri bu çalışmada altı çizildiği için sadece tarım sektöründe değil turizmden enerji sektörüne; inşaattan perakende sektörüne kadar hava durumu riskine karşı hassas olan diğer sektörlerde yaygın olarak kullanılmalıdır. Bu nedenle gelecek çalışmalar diğer sektörleri baz alan araştırmalar gerçekleştirilir; birden fazla hava göstergesi dayanak varlık kullanılarak iklim türev sözleşmesi tasarlanabilir. Ancak bu çalışmaların gerçekleştirilmesi için öncelikli olarak meteoroloji verilerinin herkese açık, kolay erişilebilir ve anlaşılır bir şekilde sunulması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abegg, Bruno, Rolf Bürki and Hans Elsasser: “Climate Change and tourism in the Alps” (ed.), Shardul Agrawala, in: Climate Change in the European Alps: Adapting Winter Tourism and Natural Hazards Management, 2007, OECD Publishing, 25-61.
- Agnew, Maureen, D. and Jean, P., Palutikof: “The impact of climate on retailing in the UK with particular reference to the anomalously hot summer of 1995”, **International Journal of Climatology**, 1999, 19, 1493-1507.
- Akkaya, G., Cenk: “Hava Durumu Türevleri ve İklim Risklerine Karşı Potansiyel Faydaları Üzerine Bir İnceleme”, **Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi**, 2010, 5,2, ss.205-220.
- Aksoy, G. ve Onur Olgun: “An empirical analysis on estimation of the optimal hedge ratio: The case of TurkDex”, **İktisat, İşletme ve Finans**, 2009, 24, 274, ss.33-50.
- Alaton, Peter, Boualem Djehiche and David Stillberger: “On Modelling and Pricing Weather Derivatives”, **Applied Mathematical Finance**, 2002, 9,1,1-20.
- Alizadeh, Amir, H., Nikos K. Nomikos and Panos K. Pouliasis: “A Markov regime switching approach for hedging energy commodities”, **Journal of Banking & Finance**, 2008, 32,9, 1970-1983.
- Altay, Erdinç: **Sermaye Piyasası’nda Varlık Fiyatlama Teorileri “Sermaye Piyasası Teorisi- Arbitraj Fiyatlama Teorisi”**, 2. Bs., İstanbul, Derin Yayınları, 2012.
- Altay, Erdinç: **Bankacılıkta Risk: Piyasa Riski, Kredi Riski ve Operasyonel Riskin Ölçümü ve Yönetimi**, 2.bs., İstanbul, Derin Yayınları, 2015.

Alzarrad, Mohammad, “Weather Derivatives As A Risk Management Tool For Gary Moynihan and Construction Projects”, 6th CSE-CRC International Stephanie C. Vereen: Construction Specialty Conference, June 2017, Vancouver, Kanada.

Anderson, Ronald, W. and “Cross Hedging”, **Journal of Political Economy**, 1981, 89, 6, Jean-Pierre Danthine: 1182-1196.

Artzner, Philippe, Freddy “Coherent Measures of Risk”, **Mathematical Finance**, 1999, Delbaen, Jean-Marc Eber 9,3, 203-228. and David Heath:

Axel, F.A. Adam- Müller “Cross Hedging Under Multiplicative Basis Risk”, **Journal of Banking & Finance**, 2011, 35,11, 2956-2964. and Ingmar Nolte:

Aydın, Nuran, Mehmet **Finansal Yönetim**, Ankara, Detay Yayıncılık, 2010. Başar ve Metin Coşkun:

Baillie, Richard T. and “Bivariate garch estimation of the optimal commodity futures Robert J. Myers: Hedge”, **Journal of Applied Econometrics**, 1991, 6,2,109-124.

Balı, Selçuk: “Weather Derivatives and Pricing Approaches”, **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 2012, 26,1,1-21.

- Bhaduri, Saumitra N. and S. Raja Sethu Durai: “Optimal hedge ratio and hedging effectiveness of stock index futures: evidence from India”, **Macroeconomics and Finance in Emerging Markets Economies**, 2008, 1,1,121-134.
- Bank, Matthias and Robert Wiesner: “Determinants of weather derivatives usage in the Austrian winter tourism industry”. **Tourism Management**, 2011,32,1,62-68.
- Banks, Eric: Derivatives versus Insurance. **Global Reinsurance**, Şubat: 27-30
- Banks, Eric: **Alternative Risk Transfer: Integrated Risk Management through Insurance, Reinsurance and the Capital Markets**, England, John Wiley & Sons Ltd, 2004.
- Banks, Matthias and Robert Weisner: “The Use of Weather Derivatives by Small- and Medium-Sized Enterprises: Reasons and Obstacles”, **Journal of Small Business & Entrepreneurship**, 2010,23,4, 581-600.
- Balvers R.J.: **Foundations of Asset Pricing**, West Virginia University Press, 2001.
- Barnett, Barry, J. and Oliver Mahul: “Weather Index Insurance for Agriculture and Rural Areas in Lower- Income Countries”, **American Journal of Agricultural Economics**, 2007, 89,5, 1241-1247.

- Barrieu, Pauline and Olivier, Scaillet: “A primer on weather derivatives”. **Uncertainty and Environmental Decision Making: a Handbook of Research and Best Practice**, International Series in Operations Research & Management Science 138, Ed., by., Jerzy A. Filar ve Alain Haurie, © Springer Science + Business Media, 2010, p. 155-176.
- Bawa, Vijay S.: “Optimal rules for ordering uncertain prospects”, **Journal of Financial Economics**, 1975, 2,1, 95-121.
- Berg, Ernst, Bernhard Schmitz, Michael Starp and Hermann Trenkel: “Weather Derivatives as a Risk Management Tool in Agriculture”. Income Stabilization in Agriculture. The Role of Public Policies, Proceedings of the 86th EAAE seminar, Anacapri, İtalya, 21-22 Ekim 2006, ed.by., Carlo Cafiero ve Antonio Cioffi.
- Benninga, S. And Wiener, Z.: “Value-at-risk (VaR)”, **Mathematica in Education and Research**, 1998, 7,4,1-8.
- Bertrand, Jean-Louis and Miia Parnaudeau : “Understanding the economic effects of abnormal weather to mitigate the risk of business failures”, **Journal of Business Research**, 2019, 98, 391-402.
- Biber, Çiğdem ve Tekin Kara: “Mısır Bitkisinin Su Tüketimi ve Kısıtlı Sulama Uygulamaları”, **OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 2006, 21,1, ss.140-146.
- Black, Fischer and Myron Scholes: “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, **Journal of Political Economy**, 1973, 81,3, 637-654.

- Blake, Martin, L. and Lowell Catlett: “Cross Hedging Hay Using Corn Futures: An Empirical Test”, **Western Journal of Agricultural Economics**, 1984, 9,1, 127-134.
- Bloom, Jan Eric: “Hedging Revenues with Weather Derivatives: A Literature Review of Weather Derivatives & A Case Study of Rigness AS”, Norges Handelshøyskole Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- Bollerslev, Tim: “Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity”, **Journal of Econometrics**, 1986, 31,3, 307-327.
- Bolgün, Evren, K. ve Barış Akçay: **Risk Yönetimi**, 2. Bs. Scala Yayıncılık, İstanbul, 2005.
- Bodnar, Gordon, M. and Günther Gebhardt: “Derivatives usage in risk management by U.S. and German non-financial firms: A comparative survey”, **CFS Working Paper Series**, 1998/17, Center for Financial Studies (CFS).
- Boran, Anıl Umut: “Türev Ürünler ve Yeni Bir Finansal Ürün Olarak İklim Türev Ürünleri”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- Boyle, Colin, F.H., Jannik Haas and Jordan D., Kern: “Development of an irradiance-based weather derivative to hedge cloud risk for solar energy systems”, **Renewable Energy**, 2020, 164,1230-1243.
- Brockett, Patrick, L., Mulong Wang and Chuanhou Yang: “Weather Derivatives and Weather Risk Management”, **Risk Management and Insurance Review**, 2005, 8,1,127-140.

- Brockett, Patrick, Linda, “Addressing Credit and Basis Risk Arising from Hedging L., Golden, Charles, Yand Weather-Related Risk with Weather Derivatives”, ve Hong, Zou: **International Actuarial Association**, 2008.
- Buckley, Nick (v.d.): “European weather derivatives”, 2002, **(Çevrimiçi)**, <https://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/european-weather-derivatives.pdf>, (Erişim tarihi: 2 Ocak 2020).
- Burçkin, H.Emre ve Acar Boyacıoğlu: “Yeni Bir Egzotik Türev Enstrümanı: İklim Türevleri, Kullanım Alanları ve Fiyatlaması”. VIII. Ulusal Finans Sempozyumu, 2004, İstanbul, ss.95-105.
- Campbell Sean, D. and Francis X. Diebold: “Weather Forecasting for Weather Derivatives”, **American Statistical Association**, 2005, 100,469, 6-16.
- Cao, Melanie, Anlong Li and Jason, Z. Wei: “Weather Derivatives: A New Class of Financial Instruments”, Nisan 2003, **(Çevrimiçi)**, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1016123>, (Erişim tarihi: 1 Mart 2021).
- Cao, Melanie and Wei Jason: “Weather Derivatives Valuation and Market Price of Weather Risk”, **The Journal of Financial Futures**, 2004, 24,11,1065-1089.
- Chambers, Nurgül: “İklim Türevleri ve Fiyatlandırılması”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, 2005, 27, ss.55-66.
- Chambers, Nurgül: **Türev Piyasalar**, Beta Basım Yayın, İstanbul, 2012.
- Chen, Chi-Chung and Ching Cheng Chang: “The impact of weather on crop yield distribution in Taiwan: some new evidence from panel data models and implications

- for crop insurance”, **Agricultural Economics**, 2005, 33,503-511.
- Clements, Adam, Hurn, A. S. and Lindsay, K. A: “Estimating the Payoffs of Temperature-based Weather Derivatives.” **NCER Working Paper Series 33**, 2008, National Centre for Econometric Research.
- CME Group: “Weather Products”, 2009, **(Çevrimiçi)**, https://www.cmegroup.com/trading/weather/files/WT-124_WeatherBrochure_r11.pdf, (Erişim tarihi: 17 Aralık 2020).
- Clemmons, Lynda: “Introduction to Weather Risk Management”, **Weather Risk Management: Markets, Products and Applications**, Ed. by., Erik Banks, New York, Palgrave, 2002, 3-13.
- Connors, Robert, B.: “Weather derivatives allow construction to hedge weather risk”, **Cost Engineering**, 2003, 45,3, 21-24.
- Considine, Geoffrey: “Introduction to Weather Derivatives.” **(Çevrimiçi)** https://www.cmegroup.com/trading/weather/files/WEA_intro_to_weather_der.pdf, (Erişim tarihi: 30 Ocak 2021).
- Cotter, John and Jim Hanly: “Re-Evaluating Hedging Performance”, 2005, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=996074, (Erişim tarihi: 12 Eylül 2021).
- Cotter, John and Jim Hanly: “Hedging effectiveness under conditions of asymmetry”, **The European Journal of Finance**, 2012, 18,2, 135-147.
- Cry, Don, Martin Kusy and Anthony B. Shaw: “Climate Change and the Potential Use of Weather Derivatives to Hedge Vineyard Harvest Rainfall Risk in the Niagara Region”, **Journal of Wine Research**, 2010, 21, 2-3, 207-227.

- Çelik, İbrahim: “Optimal Hedge Ratio Calculation in Derivative Markets Based on Static and Dynamic Techniques”, **International Journal of Alanya Faculty of Business**, 2014, 6,3, ss.1-13.
- Dayı, Faruk: “Sistemik Riskin Hisse Senedi Getirisine Etkisi: Borsa İstanbul Örneği”, **Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi**, 2020, 7,1, ss.1-20.
- Degiannakis, Stavros and Christos Floros: “Hedge Ratios in South African Stock Index Futures”, **Journal of Emerging Market Finance**, 2010, 9,3, 285-304.
- Delice, Güven: “Uluslararası Finansal Sermaye Akımlarını Belirleyen Faktörler”, **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi**, 2000, 55,1 ss.53-77.
- Demireli, Erhan: “Finansal Yatırım Kararlarında Risk Unsuru ve Riske Maruz Değer”, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2007, 9,1, ss.122-134.
- Demirer, Rıza and Donald Lien: “Downside risk for short and long hedgers”, **International Review of Economics and Finance**, 2003, 12, 25-44.
- Demirer, Rıza, Donald Lien and David R. Shaffer: “Comparisons of short and long hedge performance: the case of Taiwan”, **Journal of Multinational Financial Management**, 2005, 15,1, 51-66.
- Dischel, Robert, S.: “Black-Scholes won’t do”. **Risk Magazine**, 1998, 8-13.
- Dischel, Robert, S.: “Shaping History for Weather Risk Management”, **Energy Power Risk**, 1999, 12,8,13-15.

- Dischel, Robert, S.: “Weather risk management in the alternative risk transfer market”, *Climate risk and the weather market*, 2002, ed.by Roberts J., Risk Waters Group Ltd., Londra.
- Dorfleitner, Gregor and Maximilian Wimmer: “The pricing of temperature futures at the Chicago Mercantile Exchange”, **Journal of Banking & Finance**, 2010, 34, 1360-1370.
- Dutton, John, A.: “Weather, Climate and the Energy Industry”. *Management of Weather and Climate Risk in the Energy Industry*, Vol. NATO Science for Peace and Security Series, Ed. by., Alberto Troccoli, Springer Netherlands, 2010, 3-23.
- East, Miriam: “Issues of Geographical Basis Risk in Weather Derivatives For Australian Wheat Farmers”. *Australian Agricultural and Resource Economics Society*, 9-11 Şubat 2005, Coff’s Harbour, Avusturalya.
- Ederington, Louis, H.: “The Hedging Performance of the New Futures Markets”, **The Journal of Finance**, 1979, 34,1, 157-170.
- Edrich, Carole: “Weather risk management”, **Journal of Financial Regulation and Compliance**, 2003, 11,2, 164-168.
- Egi, Masashi, Shun Takahashi, Takeshi Ieshima and Kaoru Hijikata: “Methods of Analyzing Weather Derivatives Based on Long-range Weather Forecasts”, **Practical Fruits of Econophysics**, 2006, 241-245.

- Engle, Robert F.: “Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of UK Inflation”, **Econometrica**, 1982, 50,987-1008.
- Eren, Sevgi: “Korunma Zamanının ve Tahmin Periyodunun Korunma Etkinliği Üzerine Olan Etkisinin İncelenmesi: Türkiye Vadeli İşlem Piyasaları Üzerine Bir Uygulama”, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2021.
- Fabozzi, Frank and Modigliani Franco : **Capital Markets: Institutions and Instruments**, 2.ed. New Jersey, Prentice Hall, 1995.
- Fishburn, Peter, C.: “Mean-Risk Analysis with Risk Associated with Below-Target Returns”, **The American Economic Review**, 1977, 67, 2, 116-126.
- Johnson, Leland L.: “The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures”, **The Review of Economic Studies**, 1960, 27,3, 139-151.
- Garman, Mark, Carlos Blanco and Robert Erickson: “Weather Derivatives: Instruments and Pricing Issues”, **Financial Engineering Associates**, 2000.
- Gerste, Ronald, D.: **Hava Nasıl Tarih Yazar: Antikçağdan Günümüze İklim Değişikleri ve Felaketler**, Kollektif Kitap, İstanbul, 2017.
- Geyser, J.M.: “Weather Derivatives: Concept and Application for Their Use in South Africa”, **Agrekon**, 2004, 43,4, 444-464.

- Ghiulnara, Alieva and Cristina Viegas: “Introduction of weather-derivative concepts: perspectives for Portugal”, **Journal of Risk Finance**, 2010, 11,1, 9-19.
- Ghosh, Asim: “Hedging with stock index futures: Estimation and forecasting with error correction model”, **Journal of Futures Markets**, 1993, 13,7, 743-752.
- Ghosh, Asim and Ronnie Clayton: “Hedging With International Stock Index Futures: An Intertemporal Error Correction Model”, **The Journal of Financial Research**, 1996, 19,4, 447-491.
- Grootveld, Henk and Winfried Hallerbach: “Variance vs downside risk: Is there really that much difference?”, **European Journal of Operational Research**, 1999, 114, 2, 304-319.
- Gümrah, Ümit ve Rasim Gökbulut: “Hedging Performance of Turkish Stock Index Futures”, **BJSS Balkan Journal of Social Sciences**, 2017, 6,12, ss.133-141.
- Gümüş, Ersin: “Sektörel Bazda Sistemik ve Sistemik Olmayan Riskler ve Bileşenleri, Borsa İstanbul Uygulaması”, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, 2018.
- Hamisultane, Helene: “Which Method for Pricing Weather Derivatives?”, Working Papers, 2008, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00355856/document>.
- Houston Business Journal: “Innovative weather bonds get cool reception from investors”. 21 Kasım 1999.
- Hull, John, C.: **Fundamentals of Futures and Options Markets**, 4.Ed., Prentice Hall, 2001.

- Insurance Journal: “Aquila To Enter Australian/New Zealand Weather Derivative Market”, 20 Ağustos 2001.
- Isaac, Morna and Detlef van Vuuren: “Modeling global residential sector energy demand for heating and air conditioning in the context of climate change”, **Energy Policy**, 2009, 37,2, 507-521.
- IPCC: **AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis**, 2021, (Erişim tarihi: 18 Ağustos 2021), <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#SPM>.
- Janda, Karel and Tomas Vylezik: “Financial Management of Weather Risk with Energy Derivatives”, **MPRA Paper**, No.35037, 2011, https://mpra.ub.uni-muenchen.de/35037/1/MPRA_paper_35037.pdf, (Erişim tarihi: 20 Aralık 2020).
- Jewson, Stephen: “Introduction to Weather Derivatives Pricing”, 2004, **(Çevrimiçi)**, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=557831, (Erişim tarihi: 20 Ocak 2021).
- Jewson, Stephen and Anders Brix: **Weather Derivatives Valuation: The Meteorological, Statistical, Financial and Mathematical Foundations**, Cambridge, Cambridge University Press, 2005.
- Kadioğlu, Mirkat, Zekai Şen ve Latif Gültekin: “Spatial Heating Monthly Degree-Day Features and Climatologic Patterns in Turkey”, **Theoretical and Applied Climatology**, 1999, 64, ss.263-269.

- Kalaycı, Şeref ve Esra Zeynel: “Vadeli Piyasalarda Riskten Korunma: VOB-İMKB 30 Endeks Sözleşmeleri Kullanımına Dayalı Korunma Oranı ve Korunma Etkinliği”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 2009, 14,3, ss.39-63.
- Karabıyık, Lale ve Adem Anbar: “Volatilite ve Varyans Swapları”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, 2007, 35, ss.62-77.
- Karan, Mehmet, B.: **Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi**, Ankara, Gazi Kitabevi, 2004.
- Karatepe, Yalçın: **Türev Piyasalar: Futures-Opsiyon-Swap**, A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayını, Ankara, 2001.
- Kolb, Robert, W. and James A. Overdahl: **Financial Derivatives**, 3. Bs., Wiley, 2002.
- Korkmaz, Turhan ve Emrah İsmail Çelik: “Zımnı Volatilite Endeksinden Gelişmekte Olan Piyasalara Yönelik Volatilite Yayılma Etkisi”, **BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar**, 2009, 3,2, ss.87-105.
- Kordi, Konstantina: “Pricing Weather Derivatives”, University of Piraeus Yüksek Lisans Tezi, Aralık 2012.
- Korkmaz, Turhan ve Ali Ceylan: **İşletmelerde Finansal Yönetim**, Ekin Basım Yayın, Bursa, 2003.
- Kroner, Kenneth F. and Jahangir Sultan: “Time-Varying Distributions and Dynamic Hedging with Foreign Currency Futures”, **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, 1993, 28,4, 535-551.

- Kumar, Brajesh, Priyanka Singh and Ajay Pandey: “Hedging Effectiveness of Constant and Time Varying Hedge Ratio in Indian Stock and Commodity Futures Markets”, **SSRN Electronic Journal**, 2008, 6, 1-35.
- Larsen, Peter, H.: “An Evaluation of the Sensitivity of U.S. Economic Sectors to Weather.”2006,(Çevrimiçi), https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=900901, (Erişim tarihi: 10 Aralık 2020).
- Li, X. and David Sailor: “Electricity use sensitivity and climate and climate change”, **World Resource Review**, 1995, 7,3,334-346.
- Lien, Donald and Yiu K. Tse: “Fractional cointegration and futures hedging”, **The Journal of Futures Markets**, 1999, 19,4, 457-474.
- Lien, Donald and Y.K. Tse: “Some Recent Developments in Futures Hedging”, **Journal of Economic Surveys**, 2002, 16,3, 357-396.
- Malgharni, Ata M. and Mohammad Karimnia: “Investigate The Relationship Between Unsystematic Risk and Profit Growth of Accepted Companies In Tehran Stock Exchange”, **Singaporean Journal of Business Economics and Management Studies**, 2014, 2,11,147-154.
- Manfredo, Mark, R. and Timothy, J., Richards: “Hedging Yield with Weather Derivatives: A Role for Options in Reducing Basis Risk”, **Applied Financial Economics**, 2009,19,2, 87-97.
- Marković, Todor and Jovanović Milenko: “Risk Management in Plant Production With Weather Derivatives”, **Contemporary Agriculture**, 2011, 60, 1-6.

- Markowitz, Harry: “Portfolio Selection”, **The Journal of Finance**, 1952, 7,1, 77-91.
- Markowitz, Harry, M.: **Portfolio selection: Efficient diversitication of investment**, New York: Wiley, 1959.
- Martin, Steven, W., Barry J. Barnett and Keith H. Coble: “Developing and Pricing Precipitation Insurance”, **Journal of Agricultural and Resource Economics**, 2001, 26,1, 261-274.
- Mirović, Vera, Dejan Zivkov and Jovan Njegić: “Construction of commodity portfolio and its hedge effectiveness gauging- revisiting DCC models.” **Finance a úvěr- Czech Journal of Economics and Finance**, 2017, 67, 396-422.
- Mishkin, Frederic, S.: **The Economics of Money, Banking and Financial Markets**, 10. Ed 2012.
- Narcis, E.: “Weather Derivatives – A New Concept in the Weather Insurance”, **Annals of the University of Craiova Economic Science Series**, 2008, 36,4, 1958-1966.
- Möllmann, Johannes, Matthias Buchholz and Oliver Musshoff: “Comparing the Hedging Effectiveness of Weather Derivatives Based on Remotely Sensed Vegetation Health Indices and Meteorological Indices”, **Weather, Climate and Society**, 2019, 11,1, 33-48.
- Mraoua, Mohammed and Driss Bari: “Temperature stochastic modeling and weather derivatives pricing: empirical study with Moroccan data”, **Afrika Statistika**, 2007,2,1, 22-43.

- Musshoff, Oliver, Martin Odening and Wei Xu: “Management of Climate Risks in Agriculture- Will Weather Derivatives Permeate?”, **Applied Economics**, 2011, 43,9, 1067-1077.
- Murray, Kyle, B., Fabrizio Di Muro, Adam Finn and Peter Popkowski Leszczyc: “The Effect of weather on consumer spending”, **Journal of Retailing and Consumer Services**, 2010,17,6, 512-520.
- Müller, Andreas and Marcel Grandi: “Weather Derivatives: A Risk Management Tool for Weather-sensitive Industries”, **The Geneva Papers on Risk and Insurance**, 2000, 25,2, 273-287.
- Nihada, Dramalija: “Hisse Senetleri Çeşitlendirilmesi ve Risk- Getiri Analizine Uygulamalı Bir Yaklaşım”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2008.
- Oetomo, Teddy and Max Stevenson: “Hot or Cold? A Comparison of Different Approaches to the Pricing of Weather Derivatives”, **Journal of Emerging Market Finance**, 2005, 4,2,101-133.
- Olgun, Onur ve Hakan Yetkiner: “Determination of Optimal Hedging Strategy for Index Futures: Evidence from Turkey”, **Emerging Markets Finance and Trade**, 2011, 47,6, ss.68-79.
- Özaydın, Orhan: “Vadeli BİST 30 Endeksi Kontratları Üzerine Korunma Oranı Tahmini ve Korunma Oranı Etkinliği”, **Bankacılık ve Sermaye Piyasası Araştırmaları Dergisi**, 2018, 2,6, ss.16-27.
- Özdemir, Erkan: “Küresel Isınmanın Etkilerine Karşı Bir Önlem: Hava Türevleri ve Pazarlama Stratejilerinde Yardımcı Olarak Kullanımı”, **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 2008, 10,1, ss.141-162.

- Pardo, Angel, Vicente Meneu and Enric Valor: “Temperature and seasonality influences on Spanish electricity load”, **Energy Economics**, 2002, 24,1, 55-70.
- Parsons, Andrew, G.: “The Association Between Daily Weather and Daily Shopping Patterns”, **Australian Marketing Journal**, 2001, 9,2,78-84.
- Pelka, Niels and Oliver Musshoff: “Hedging effectiveness of weather derivatives in arable farming- is there a need for mixed indices?”, **Agricultural Finance Review**, 2013, 73, 2, 358-372.
- Pike, Richard and Bill Neale: **Corporate Finance and Investment Decision & Strategies**, 5.Bs., FT Prentice Hall, 2006.
- Piovani, Giancula, Giuseppe Torluccio and Matteo Cotugno: “Weather Derivatives Market and the Italian Case”, **European Journal of Social Science**, 2012, 30,3, 352-365.
- Pollard, Jane, S., Jonathan Oldfriend, Samuel Randalls ve John, E.Thornes: “Firm finances, weather derivatives and geography”, **GeoForum**, 2008, 39, 2, 616-624.
- Prabakaran, Sellamuthu and J.P., Singh: “Modeling and Pricing of Weather Derivative Market”, **Global Journal of Pure and Applied Mathematics**, 2017, 13,12, 8103-8126.
- Pres, Juliusz: “Measuring Non-Catastrophic Weather Risk for Businesses”, **The Geneva Paper on Risk and Insurance- Issues and Practice**, 2009,34, 425-439.

- Pryke, Michael: “Geomoney: An option to frost, going long clouds”, **Geoforum**, 2007, 38, 576-588.
- Randalls, Samuel, C.: “Firms, Finance and the Weather: The UK Weather Derivatives Market” University of Birmingham Doktora Tezi, 2006.
- Randalls, Samuel: “Weather profits: Weather derivatives and commercialization of meteorology”, **Social Studies of Science**, 2010, 40,5, 705-730
- Raucci, Gian, L., Rodrigo Lanna Franco da Silverira and Daniel, H.D., Capitani: “Development of Weather Derivatives: Evidence from the Brazilian Soybean Market”, **Italian Review of Agricultural Economics**, 2019, 74,2, 17-28.
- Rohrer, Mario: “The Relevance of Basis Risk in the Weather Derivatives Market”. *Computational Finance and Its Applications*, Ed.by. Constantino M. Brebbia, 2004, WIT Press, Southhampton, pp.67-76.
- Rudrappa, Gujanatti and Vijapur Nataraj: “Intelligent Methods Used for Obtaining Weather Derivatives: A Review”, **Engineering and Applied Science**, 2019, 4,6, 143-148.
- Sailor, David, J. and J.Ricardo Munoz: “Sensitivity of electricity and natural gas consumption to climate in the U.S.A. – Methodology and results for eight states”, **Energy Intern Journal**, 1997, 22,10, 987-998.

- Salgueiro, Andrea M. and Maria-Anonia Tarrazon-Rodon: “Weather derivatives to mitigate meteorological risks in tourism management: An empirical application to celebrations of Comunidad Valenciana (Spain)”, **Tourism Economics**, 2021, 27,4.
- Salgueiro, M.Andrea and Maria- Antonia Tarrazon-Rodon: “Approaching rainfall-based weather derivatives pricing and operational challenges”, **Review of Derivatives Research**, 2020, 23, p.163-190.
- Salvador, Enrique and Vicent Aragó: “Measuring Hedging Effectiveness of Index Futures Contracts: Do Dynamic Models Outperform Static Models? A Regime-Switching Approach”, **The Journal of Futures Markets**, 2014, 34,4, 374-398.
- Sarioğuz, Selahattin: “Sigorta Sektöründe Risk Yönetimi, Alternatif Risk Transfer Yöntemleri, Şirketleri İçin Bir Öneri: Hava Durumu Opsiyonları İstanbul Üniversitesi.” İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- Sayılğan, Güven ve Arma Değer Mut: “Portföy Optimizasyonunda Alt Kısmi Moment ve Yarı-Varyans Ölçütlerinin Kullanılması”, **BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar**, 2010, 4,1, ss.47-73
- Scott, Daniel, Geoff McBoyle and Alanna Minogue: “Climate Change and the Sustainability of Ski-based Tourism in Eastern North America: A Reassessment”, **Journal of Sustainable Tourism**, 2006, 14,4, 376-398.
- Seth, Rajiv, Valeed A. Ansari and Manipadma Datta: “Weather-risk hedging by farmers: An empirical study of willingness-to-pay in Rajasthan, India”, **The Journal of Risk Finance**, 2009, 10,1, 54-66.

- Sephton, Peter S.: “Optimal Hedge Ratios at the Winnipeg Commodity Exchange”, **The Canadian Journal of Economics**, 1993, 26,1, 175-193.
- Shi, Hong and Jiang Zhihui: “The efficiency of composite weather index insurance in hedging rice yield risk: Evidence from China”, **Agricultural Economics**, 2016, 47,3, 319-328.
- Spaulding, Aslihan, Murali Kanakasabai, Jianqiang Hao and Jerry Skees: “Can Weather Derivative Contracts Help Migigating Agricultural Risk? Microeconomic Policy Implications for Romania”, 2010, EcoMod2003, 330700139, EcoMod.
- Steiger, Robert and Marius Mayer: “Snowmaking and climate change”, **Mountain Research and Development**, 2008, 28, 3, 292-298.
- Stein, Jerome L.: “The Simultaneous Determination of Spot and Futures Prices”, **The American Economic Review**, 1961, 51,5, 1012-1025.
- Stern, Harvey: “Evaluating The Cost of Protecting Against Global Climate Change: Option Pricing Theory and Weather Derivatives”, **Bureau of Meteorology**, Melbourne, Haziran 2005, Vic., 3001.
- Stoppa, Andrea and Ulrich, Hess: “Design and use of Weather Derivatives in Agricultural Policies: the Case of Rainfall Index Insurance in Morocco”, **International Conference Agricultural Policy Reform and the WTO: where are we heading?**, 2003, Capri, İtalya, 23-26 Haziran.

- Štulec, Ivana: “Effectiveness of Weather Derivatives as a Risk Management Tool in Food Retail: The Case of Croatia”, **International Journal of Financial Studies**, 2017, 5,1.
- Tanrıöven, Cihan ve Emine, E., Aksoy: “Sistematik Riskin Belirleyicileri: İMBK’de Sektörel Karşılaştırma”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, 2011, 51, ss.119-138.
- Taştan, Birhan: “Modelling Temperature and Pricing Weather Derivatives Based on Temperature.” Orta Doğu Teknik Üniversitesi Doktora Tezi, 2016.
- Taušer, Josef and Radek Čajka: “Weather Derivatives and Hedging the Weather Risks”, **Agricultural Economics**, 2014,7, 309-313.
- Tarım ve Orman Bakanlığı: “Cari Fiyatlarla GSYH ve Tarımın Payı”, (Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/Veriler/GSYH.pdf>). (Erişim tarihi: 1 Kasım 2021).
- Till, Hilary: “Why Haven't Weather Derivatives Been More Successful As Futures Contracts? A Case Study”, **Journal of Governance and Regulation**, 2015, 4,4, 367-371.
- Thomsett, Michael, C.: **Getting Started in Options**, John Wiley, Canada, 2003.
- Hull, John: “Weather derivatives: Pricing and risk management applications”, **Institute of Actuaries of Australia for the Financial Services Forum**, 2006, Avusturalya, https://www.actuaries.asn.au/Library/fsf06_paper_tindall_weather%20derivatives.pdf, (Erişim tarihi: 20 Ocak 2021).

- TMMOB Ziraat “Mısır Raporu- 2020”, 3 Nisan 2020, **(Çevrimiçi)**,
Mühendisleri Odası: https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=32780&tipi=42&sube=0, (Erişim tarihi: 20 Mart 2021).
- Treanor, Stephen, D., “Operational and Financial Hedging: Friend or Foe? Evidence from the U.S. Airline Industry”, **Journal of Accounting and Finance**, 2013, 13,6, 64-91.
- David A. Carter, Daniel A. Rogers and Betty J. Simkins:
- Torriani, Daniele, Pier-Luigi Calanca, Martin Beniston and Jürg Fuhrer: “Hedging with Weather Derivatives to Cope with Variability and Change in Grain Maize Production”, **Agricultural Finance Review**, 2008, 68, 67-71.
- Turvey, Calum: “Weather Derivatives for Specific Event Risks in Agriculture”, **Review of Agricultural Economics**, 2001, 23,2, 333-351.
- TÜİK: “İş Gücü İstatistikleri, Eylül 2021”, **(Çevrimiçi)**, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-Eylul-2021-37483>, (Erişim tarihi: 1 Kasım 2021).
- Uçak, Ali, B., Ahmet Ertek, Mustafa Güllü, Sait Aykanat ve Ahmet Akyol: “Bazı İklim Parametrelerinin Çukurova’da Yetiştirilen Mısır Bitkisi Verim ve Kalitesine Etkileri”, **GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 2010, 27,1, ss.9-19.
- WTO: “Climate change and tourism — Responding to global challenges”. **World Tourism Organization**, 2008, Madrid, İspanya.
- Usta, Öcal ve Erhan Demireli: “Risk Bileşenleri Analizi: İMKB’de Bir Uygulama”, **Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi**, 2010, 6,12, ss.25-36.

- Park, Tae H. and Lorne N. Switzer: “Bivariate GARCH Estimation of The Optimal Hedge Ratios for Stock Index Futures: A Note”, **The Journal of Futures Markets**, 1995, 15,1, 61-67.
- Wang, Zhilang, Peng Li, Lingyong Li, Chunyan Huang and Min Liu: “Modeling and Forecasting Average Temperature for Weather Derivative Pricing”, **Advances in Meteorology**, 2015, 1-8.
- Wieczorek-Kosmala, Monika: “Weather Risk Management in Energy Sector: The Polish Case”, **Energies**, 2020, 13,4, 945.
- Woodard, Joshua, D. and Philip Garcia: “Basis Risk and Weather Hedging Effectiveness”, **Agricultural Finance Review**, 2008, 68,1, 99-117.
- Working, Holbrook: “Futures Trading and Hedging”, **American Economic Review**, 1953, 314-343.
- van Asseldonk, Marcel, .A.P.M.: “Insurance against weather risk: Use of heating degree-days from non-local stations for weather derivatives”, **Theoretical and Applied Climatology**, 2003, 74,1, 137-144.
- Vedenov, Dimitri V. and Barry J. Barnett: “Efficiency of Weather Derivatives as Primary Crop Insurance Instruments”, **Journal of Agricultural and Resource Economics**, 2004, 29,3,387-403.
- Yang, Wenling: “M-GARCH Hedge Ratios and Hedging Effectiveness in Australian Futures Markets”, Edith Cowan University Yüksek Lisans Tezi, 2000.

- Yang, Charles C., Patrick, L. Brockett and Min-Ming Wen: “Basis Risk and Hedging Efficiency of Weather Derivatives”, **Journal of Risk Finance**, 2009, 10,5, 517-536.
- Yang, Charles, C., Linda Shihong Li and Min-Ming Wen: “Weather Risk Hedging in the European Marktes and International Investment Diversification”, **The Geneva Risk and Insurance Review**, 2011, 36, 74-94.
- Yang, Joey W. and David E. Allen: “Multivariate GARCH hedge ratios and hedging effectiveness in Australian futures markets”, **Accounting and Finance**, 2005, 45,2, 301-321.
- Zapranis, Achilleas and Antonios Alexandridis: **Weather Derivatives: Modeling and Pricing Weather-Related Risk**, Londra, Springer, 2013.
- Zara, Claudio: “**Weather** derivatives in the wine industry”, **International Journal of Wine Business Research**, 2010, 22,3, 222-237.
- Zeng, Lixin: “Weather Derivatives and Weather Insurance: Concept, Application and Analysis”, **Bulletin of the American Meteorological Society**, 2000, 81,9, 2075-2082.
- Zeno Adams and Mathias Gerner: “Cross hedging jet-fuel price exposure”, **Energy Economics**, 2012, 24,5, 1301-1309.
- Zhou, Jian: “Hedging performance of REIT index futures: A comparison of alternative hedge ratio estimation methods”, **Economic Modelling**, 2016, 52, 690-698.

Zong, Lu:

“Temperature-based Weather Derivatives Modeling and Contract Desing in Mainland China”. University of Liverpool, Doktora Tezi, Haziran 2015.

