

**FINANCIAL DERIVATIVE PRODUCTS AGAINST THE WEATHER RISK
IN AGRICULTURE AND THEIR FEASIBILITY IN TURKEY****Yazar / Author:** Prof.Dr.Turgut Özkan¹**Abstract**

Global change in weather conditions because of global warming has been causing significant economic devastation. Conventional insurance products are insufficient against the systematic risk which affects the cash flows of companies and their financial structures. Within the frame of the Weather Risk Management concept, derivative products which have been diversified by including all products regarding weather risk at organized markets of developed countries and whose trading volume has been increasing rapidly, have an effective protection feature. The main objective of this paper not only includes the derivative products which could be used against the weather risk in agriculture, but also empirically analyses the relationship between the risks caused by weather conditions and product prices in the Turkish agriculture sector. For this analysis used regression model, cotton and wheat, which are convenient for data sampling, and meteorological weather conditions in the cities where these products are importantly produced and traded. It has been concluded that the correlation between weather risk and prices is low due to the conditions specific to Turkey, yet required conditions are existent so as to develop an organized derivative market in the futures market.

Keywords: Weather Risk, Weather Risk Management, Weather Derivatives, Insurance, Agriculture

**TARIM SEKTÖRÜNDE HAVA RİSKİNE KARŞI FİNANSAL TÜREV
ÜRÜNLER VE TÜRKİYE'DE UYGULANABİLİRLİĞİ****Özet**

Hava koşullarının küresel ısınmanın etkisi ile artan değişkenliği, önemli ekonomik tahribata neden olmaktadır. Firmaların nakit akışlarını ve finansal yapılarını etkileyen bu sistematik risk türüne karşı, geleneksel sigorta ürünleri yetersiz kalmaktadır. Hava Riski Yönetimi kavramı çerçevesinde gelişmiş ülkelerin organize piyasalarında hava riski ile ilintili her ürünü kapsayacak şekilde çeşitlendirilmekte olan ve işlem hacmi hızla artan türev ürünlerin etkin bir koruma özelliği bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı; tarım sektöründe hava risklerine karşı kullanılacak türev ürünlere yer vermek ve Türkiye'nin tarım sektöründe, hava koşullarından kaynaklanan risklerle ürün fiyatları arasındaki ilişkiyi ampirik olarak analiz etmektir. Regresyon yönteminin kullanıldığı analiz için veri uygunluğu bulunan pamuk ve buğday ile bu ürünlerin yoğunlukla üretildiği ve ticarete konu olduğu illerdeki meteorolojik hava olayları baz alınmıştır. Türkiye'ye özgü nedenlerle hava riskleri ile fiyatlar arasındaki ilişkinin düşük olduğu, ancak vadeli işlemler piyasası içerisinde organize bir türev piyasası oluşturulabilmesi için gerekli koşulların bulunduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hava Riski, Hava Riski Yönetimi, Hava Riski Türev Ürünleri, Sigorta, Tarım.

¹ Beykent Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, turgutozkan@beykent.edu.tr

1. Giriş

Hava koşullarının firmalar, sektörler ve dolayısı ile ekonomi üzerinde yarattığı finansal sonuçlar, döviz kurları veya faiz gibi sistematik risk faktörlerinin etkisinden daha büyüktür. Çünkü; dünya ekonomisinin doğrudan ya da dolaylı olarak %80'inden fazlası iklimsel devinime bağımlı ve duyarlı olup, küresel bazda gelişmiş ülkelerin GSMH'nin %25'i, hava koşullarının ortalama değerlerden sapması riski altındadır (Stulec, Bakovic ve Hruska, 2012). Ayrıca, küresel ısınma mevsim normallerinden sapmayı ve değişkenliği daha da büyük ölçüde tetiklemekte ve hava koşullarındaki normal-dışı dalgalanmaları ve etkilerini artırmaktadır.

Hava koşullarının ekonomik etkileri konusunda yapılan çok sayıda araştırma, bu saptamaları doğrulayıcı niteliktedir. Lazo, Lawson, Larsen ve Waldman (2011) ABD ekonomisinin hava koşullarındaki değişimlere duyarlılık düzeyini belirlemek amacıyla yaptıkları ampirik analizde, bütün sektörlerin hava koşullarından istatistiksel olarak anlamlı derecede etkilendiğini göstermişlerdir. Subak ve ark. (2000) Birleşik Krallık'la ilgili ampirik çalışmalarında, hava koşullarının üretim üzerindeki belirleyici gücünün anlamlı şekilde büyük olduğunu, ancak bu etkinin enerji kullanımı üzerindeki tepkimeye göre daha düşük gerçekleştiğini ileri sürmüşlerdir.

Hava koşullarındaki değişimler hem üretimi hem tüketimi ve neredeyse tüm ekonomik aktiviteleri doğrudan veya dolaylı olarak etkilemekte, beklenmedik giderlere ve gelir kayıplarına neden olmaktadır.

Diğer sektörler gibi, özellikle, tarım sektöründe temel risk hava koşullarıdır. Belirli bir periyotta güneşli gün süresi, sıcaklık, yağmur ve kar yağışı, rüzgâr gibi parametrelerdeki sapmalar, ürünün kalite ve miktarını doğrudan değiştirmekte, ancak hava koşullarının etkisi her üründe aynı olmamaktadır. Yağmurun fazla yağması pirinç gibi bazı ürünlerin rekoltesini olumlu etkilerken, pamuk gibi bazı ürünlere zarar verebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı; literatürden de yararlanarak, tarım sektörü özelinde hava riski yönetimini ve Türkiye'de uygulanabilirliğini irdelemektir.

Çalışmanın girişten sonraki ikinci bölümü; hava riski yönetiminin tanımını ve klasik sigorta araçları ile bu alanda geliştirilen türev ürünlerin karşılaştırmasını içermektedir. Üçüncü bölüm; tarım sektöründe hava riski yönetimi ile tarım sektörünü etkileyen hava risklerine karşı finansal piyasalarda kullanılan koruma (hedge) amaçlı türev ürünlerin çalışma mekanizmasını kapsamaktadır. Dördüncü bölüm; hava riski türev ürünlerinin Türkiye'de uygulanabilirliğini ampirik olarak analiz etmekte, bunun için tarım sektöründeki ürün fiyatları ile hava koşulları arasındaki ilişkiyi irdelemektedir. Çalışma, beşinci bölüm olan sonuç kısmı ile tamamlanmaktadır.

2. Hava Riski Yönetimi ve Sigortacılık

Hava riskini, belirli bir coğrafyada uygun olmayan veya mevsim normalleri dışında gelişen hava koşullarının yarattığı ekonomik tahribat ya da kayıp olarak tanımlamak mümkündür. Bu tahribat, büyük yıkıma neden olan sel baskını, fırtına, kasırga, hortum gibi çok sık görülmeyen, meydana gelmesi düşük olasılıklı, yüksek tutarlı finansal kayıplara yol açan katastrofik hava olaylarından kaynaklanabilir. Tahribatın ikinci nedeni mevsim normallerinden sınırlı sapmalara yol açan ortalamadan sıcak veya soğuk mevsim, çok ya da az yağmur veya kar yağışı ya da ortalama dışı rüzgâr hızı, güneşli,

kapalı, sisli gün sayısı gibi katastrofik olmayan hava koşullarıdır (Stulec, Bakovic ve Hruska, 2012).

Katastrofik olan ve olmayan hava olayları üretim ve tüketim kanalları vasıtasıyla firma faaliyetleri, dolayısı ile ülkesel ve küresel gelirler üzerinde önemli dalgalanmalara yol açmaktadır. Ortaya çıkabilecek finansal kayıpları sigorta sektörünün fonlama işlevini kullanarak kontrol altına almak, neredeyse milattan önceki dönemden bu yana kullanılan etkin bir korunma aracı olarak uygulanmaktadır. Hızla yaygınlaşan diğer bir finansal korunma yöntemi ise hava riski türev ürünleridir. Her iki risk transfer yöntemi arasında ise temel bazı farklılıklar bulunmaktadır (Özkan, 2008, s.98):

- a) Hava sigortaları kasırga, sel ve su baskını, yer kayması gibi yüksek risk-düşük olasılık taşıyan olaylara karşı koruma sağlarken, hava türev ürünleri gelirleri, giderleri ve nakit akışlarını etkileyen beklenenden serin yaz ve beklenenden sıcak kış gibi düşük risk-yüksek olasılık içeren olaylara karşı koruyucu bir nitelik taşımaktadır.
- b) Sigorta, genellikle, gerçek hasarı baz alarak ödeme yaparken, fiziksel olmayan ürün piyasalarına dayalı hava türev ürünlerinde ödeme “anlaşma fiyatı” (strike price) ile hava endeksleri arasındaki farka göre gerçekleştirilmektedir.
- c) Hava sigorta poliçeleri koruma sağladığı riske ve sigortalıya bağlı olarak hukuki varlığını sürdürürken, hava türev ürünleri sadece riske bağlı bir finansal araçtır.
- d) Sigorta poliçelerinin ikincil piyasası bulunmamakta, hava türev ürünleri ise ikincil piyasada günlük olarak işlem görmektedirler. Başka bir deyimle; sigortada amaç -hukuken- sigortalının zararını “aynen” tazmin etmek iken, hava türev ürünleri koruma amacının yanı sıra spekülasyon (kâr) amaçlı da alınıp satılabilmektedir.
- e) Sigortada hasarın ispatı gerekliliği bulunurken, tazminat için resmi meteorolojik bilgileri kullanan hava türev ürünlerinde ispat söz konusu değildir.
- f) Hava sigortalarında hem sigortalının (prim) hem de sigortacının (hasar) taahhüdünü yerine getirememesi riski bulunurken, türev ürünlerde sadece (tazminat ödeme yükümlülüğü olan) karşı-taraf riski söz konusudur.
- g) Sigorta primleri ve tazminat tutarları her bir poliçenin riskine göre farklılaşmakta, türev ürünlerde çoğunlukla standart değerler, primler ve tazminat ödemeleri kullanılmaktadır.
- h) Sigorta tazminatı ödemeleri uzun süreçler sonucu gerçekleşmekte, anlaşmazlıklar maliyetli ve uzun süren adli mekanizmaları harekete geçirmeyi

gerektirmektedir. Türev ürünlerde ise tazminat, sözleşme vadesi sonunda ödenmektedir.

- i) Sigorta poliçelerinin tersine, piyasa koşullarındaki değişmelerin etkisi anında finansal türevlere yansımaktadır.

Hava riski türev ürünleri konusunda en yetkin uluslararası kurumlardan olan WRMA (Weather Risk Management Association) ve diğer kuruluşlar, aralarındaki bu belirgin ve önemli farklılıklar nedeni ile hava riski türev ürünlerinin sigorta olmadığı sonucuna varmışlardır. Bu yaklaşıma göre; belirtilen hukuki, finansal ve işlevsel farklılıklarından dolayı, her iki risk yönetim aracının birbirinin yerini alması mümkün görünmemektedir.

Buna karşın sigorta ve reasürans şirketleri hava riski türev ürünlerinin en önemli taraflarından birisini oluşturmaktadırlar. Sigorta ve reasürans şirketleri üzerlerine aldıkları riskleri bu tür sözleşmelerle hedge ederek, yeni riskler için boş kapasite sağlamak ve daha yüksek prim getirisini ve kârlılığını yakalama olanağına kavuşmaktadırlar.

3. Tarım Sektöründe Hava Riski Yönetimi

Küresel ısınmanın da artan etkisi ile hava koşullarında şaşırtıcı, uzun vadede öngörülemeyen ve ani değişimler; firmaların gelirlerinde ve kârlarında önemli dalgalanmalar, genel ekonomik trend üzerinde de belirleyici bir etki yaratmaktadır. Bu tür etkiler, finansal piyasalarda Hava Riski Yönetimi (HRY) kavramının oluşmasını ve olası risklere karşı hava riski türev ürünlerinin geliştirilmesini ve çeşitlendirilmesini sağlamıştır. Özellikle gelişmiş ülkelerde organize ve tezgah üstü piyasalarda işlem gören ve çok sayıda sektör tarafından kullanılan bu tür finansal korunma araçları, olası hava risklerinin finansal tablolar üzerinde yaratacağı aşımaya karşı çok yönlü ve etkili faydalar sunmaktadır.

Diğer finansal araçlarda ve menkul kıymetlerde olduğu gibi hava riski türev ürünleri ile ilgili işlemler organize piyasalarda (borsalarda) veya organize olmayan piyasalarda (Tezgâh Üstü Piyasalar: TÛP, Over-the-Counter Market: OTC) gerçekleştirilmektedir. Özellikle organize olmayan piyasalarda hava riskinin yaratabileceği zararın niteliğine, firmanın yapısına ve beklentilerine uygun finansal ürünler üretmek mümkün olmaktadır. Çok karmaşık hava riskleri ile ilgili çok taraflı ve bir yıldan daha uzun vadelere kadar esnek yapılı ürünler geliştirilebilmektedir. Bu açıdan hava riski türev ürünleri piyasaları en yeni ve en dinamik piyasalardır (Geysler, 2004).

Hava riski türev ürünlerinin temel aktörünü, bütün piyasalarda olduğu gibi hedger'lar oluşturmaktadır. Hedger'lar hava riskine maruz kalarak, gelir veya getiri ya da zarara uğrama olasılığı bulunan ve bu nedenle riske karşı korunma gereksiniminde olan ya da hava riski türev ürünü ile olası bir riske karşı pozisyon alanlardır. Piyasanın diğer taraflarını ise spekülâtorler, aracı kurumlar, borsalar, takas merkezleri, düzenleyici ve denetleyici kurumlar oluşturmaktadırlar.

Piyasayı düzenleyen kamu otoriteleri HRY'ne ilişkin piyasaların oluşturulacağı şehirlerin seçiminde dört önemli faktörü baz almaktadırlar: (Brockett, Golden, Yang ve Zou, 2007)

- a) Nüfus yoğunluğu,

- b) Mevsimsel sıcaklıklardaki değişkenlik,
- c) Diğer hava istasyonları ve bölgelerle korelasyonu,
- d) OTC’de türev ürün ticaretinin yoğunluğu.

Hava riski nedeni ile koruma araçlarına gereksinme duyan hedgerlar (üretici, dağıtıcı, satıcı, aracı firmalar) ise aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- a) Enerji sektöründe faaliyet gösteren firmalar,
- b) Yiyecek ve içecek üreten ve pazarlayan firmalar,
- c) Tarım sektöründe faaliyet gösteren firmalar,
- d) Madencilik ve inşaat-taahhüt firmaları,
- e) Tekstil ve giysi firmaları,
- f) Turizm firmaları ve tatil malzemesi üreten ve pazarlayan firmalar,
- g) Sigorta ve reasürans şirketleri,
- h) Finansal kurumlar,
- i) Kamu kurumları ve yerel yönetimler,

Hedger konumundaki bu firma ve kurumlar HRY uygulaması ile aşağıdaki avantajları elde edebilirler (Özkan, 2008, s.101) :

- a) Hava koşullarından etkilenen kazançlardaki dalgalanmaların yönetilmesi,
- b) Gelir ve kâr istikrarının sürdürülmesi,
- c) Rekabet koşullarının iyileştirilmesi,
- d) Hava endeksli gelirlerin etkilerinin azaltılması,
- e) Bütçe hedeflerine ulaşılması,
- f) Fiyatlama ve üretim risklerinin kontrolü,
- g) Finansal portföyün artırılması ve çeşitlendirilmesi,
- h) Hava koşullarının yaratacağı risklerin yükümlülük (liability) yerine varlığa (assets) dönüştürülmesi,
- i) Gereksinmeye uygun, esnek ve çok yönlü koruma ürününü biçimlendirebilme olanağı,

j) Uzun bir dönemi içeren güvenilir ve açık veri kaynağı.

HRY ile doğrudan ve dolaylı olarak ilintili olan firmaların başında enerji sektöründen sonra tarım sektörü içinde faaliyet gösteren şirketler ve kurumlar gelmektedir (Özkan, 2008, s.99). Tarım ürünlerinin verimi yaşam döngülerinin her evresi, temelde, iklim şartlarına bağlıdır. Sıcaklık ve yağışlar rekoltenin miktar ve kalitesi üzerinde büyük ölçüde etkilidir.

Bunun yanı sıra, hava koşullarındaki değişmelerin zamanlaması da verim ve ürünün rekoltesi üzerinde mutlak bir etkiye sahiptir. Zamanından sonra yağın kar, zamanından önce yağın kar kadar ürüne zarar verebilmektedir (Geysler, 2004). Dolayısı ile hava koşulları verim ve kaliteyi etkilemektedir (Bozbek ve Ünay, 2005).

Uygulamada kullanılan ve türev ürünler için geliştirilmiş olan ‘hava taahhüt düzeyi’ ya da daha sık karşılaşılan hava riski endeks kavramları aşağıda belirtilmiştir (Özkan, 2008, s.105):

- a) “Isıtma Gün Dereceleri Taahhüdü (IGD)” [Guaranteed Heating Degree Days : HDD],
- b) “Soğutma Gün Dereceleri Taahhüdü (SGD)” [Guaranteed Cooling Degree Days:CDD],
- c) ‘Yağış Miktarı Taahhüdü’ [Guaranteed Rainfall],
- d) ‘Kar Miktarı Taahhüdü’ [Guaranteed Snowfall],
- e) ‘Büyüme Gün Dereceleri Taahhüdü (BGD)’ [Guaranteed Growing Degree Days:GDD],
- f) ‘Donma Derecesi Taahhüdü’ [Guaranteed Frost (Freezing) Degree Days : FDD],
- g) ‘Erime Derecesi Taahhüdü’ [Guaranteed Melting Degree Days : MDD],
- h) ‘Aşırı Sıcaklık Derecesi’ Taahhüdü [Guaranteed Excess Degree Days : EDD],
- i) ‘Kasırğa Taahhüdü’ [Guaranteed Hurricane].

Bu kavramlardan HDD; genel kabul gören bir zaman periyodunda günlük ortalama sıcaklığın en fazla ne kadar aşağı doğru sapabileceğinin eşik düzeyi veya ölçütüdür. Genellikle eşik düzey 18 °C olarak kullanılmaktadır. (Özkan, 2008, s.103)

Tipik bir yağmur türevinde belli bir bölgede, belli bir döneme (vadeye) ait yağmur miktarı ortalamasına veya endeksine göre zararın tazmini söz konusudur. Türev ürün sözleşmesi; belirlenmiş yağmur eşiğini aşan her bir birim yağış düzeyi için, -oluşan zararın tutarına bakılmaksızın- eşiği aşan birim yağışa göre hesaplanacak toplam para tutarını kontrat yazıcısından tazmin etme olanağı sağlar. Bu açıdan ortada bir zararın olup olmamasının bir önemi bulunmamaktadır. Diğer tüm türev ürünlerde olduğu gibi, bir prim ödeyerek türev ürünü satın alan taraf, eşik aşılmasından dolayı bir zararının meydana gelip gelmediğini dikkate almaksızın, eşik aşan yağış miktarının karşılığı olan

tutarı tahsil etmek hakkına sahip olmaktadır. Eşiğin aşılmaması halinde türev ürün alıcısı prim tutarı kadar sınırlı bir zarara uğramakta, buna karşın teorik olarak sonsuz bir zarar tazmini hakkı satın almış olmaktadır.

Hava riski türevlerinde; eğer hava endeksi belirlenmiş bir eşik değeri aşarsa ($T > c$), aşan kısım ($T - c$) birim başına parasal değer (a) kadar ödeme (L) ya da tazminat gerektirir. Bu nedenle hava riski türev ürünleri endeks temelli finansal ürünler veya korunma araçlarıdır.

Örneğin; bir tarım işletmesi için belirli bir günde (t : time), belirli bir eşiğin (c : threshold) üzerinde gerçekleşen o güne (t) ait ortalama sıcaklık (T : aggregate temperatures) nedeni ile oluşan zararı (L : Loss) birim zarar tutarı (a : Unit Loss) baz olarak aşağıdaki gibi ifade etmek mümkündür (Benth ve Benth, 2013, s. 2):

$$L = a \left[\sum_{t \text{ mevsim}} \max(T(t) - c, 0) \right] \quad (1)$$

Formüle; veri bir gündeki ortalama sıcaklık, meteorolojinin resmi olarak ilan ettiği gün içi en yüksek ve en düşük sıcaklığın ortalaması (Brody, Syroka ve Zervos, 2002) olarak aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Benth ve Benth, 2013, s. 2):

$$T(t) = \frac{T_{\min}(t) + T_{\max}(t)}{2} \quad (2)$$

Formüle göre, herhangi bir güne ait ortalama hava sıcaklığı gecedan geceye ölçülen en yüksek ve en düşük gerçekleşen hava sıcaklıklarının toplamının ikiye bölünmesi ile bulunur. Günlük değerler toplanarak, aylık değerleri oluşturur. Mevsimsel HDD ve CDD değerlerini bulmak için yaz ayları ve kış ayları değerleri toplanır.

Formüle eşiği aşan ve zararı oluşturan günler “Soğutma Gün Dereceleri (SGD)” [Cooling Degree Days: CDD] (Hull, 2006, s.552) olarak adlandırılır. Meteoroloji istasyonlarının literatüründe ve en çok hava riski türevinin işlem gördüğü CME (Chicago Mercantile Exchange)’de (ya da ABD’de) SGD ve IGD (Isıtma Gün Dereceleri, HDD: Heating Degree Days) için “c” ya da eşik ısıtma sıcaklığı olarak 65° Fahrenheit (F) veya (Avrupa’da) eşiti olan 18° C alınmaktadır. Bu eşik, değişik coğrafi alanlara ait hava koşullarının uzun zaman serisi verileri (60 yıl) kullanılarak, mevsim normallerinin saptanması ile belirlenmiştir.

Zararın söz konusu olabilmesi için $\left[\sum_{t \text{ mevsim}} \max(T(t) - c, 0) \right]$ teriminin mutlaka pozitif

olması gerekir. Sıfır veya negatif olması halinde bir zarar tazmini söz konusu olmayacak, türev ürünü elinde bulunduran taraf sadece türev ürünü satın almak için ödediği prim tutarı kadar bir gider yazmak durumunda kalacaktır.

Finansal piyasalar, sıcaklıkların, rüzgârın, kasırganın, fırtınanın veya kar, dolu, yağmur yağışlarının bir ölçüm dönemi (measurement period) için belirlenmiş bir eşiği yukarı veya aşağı yönlü aşması sonucu ortaya çıkabilecek zarardan, bir prim ödemesi karşılığı hava riski türev ürünü (futures sözleşmesi) satın alınarak (uzun pozisyon: long position) veya satılarak (yazılarak) (kısa pozisyon: short position) korunulmasına (hedging)

olanak sağlamaktadırlar. Böylece sıcaklık, rüzgâr, fırtına ve yağış bazlı risklere (hasarlara) karşı bağışıklık (immune) kazanılmaktadır.

Hava riski türevleri için ölçüm dönemi bir hafta, bir ay ya da bir mevsimi kapsamaktadır. Mevsim iki farklı dönem olarak belirlenmiş olup, yaz mevsimi Nisan ayından Ekim ayına, kış mevsimi ise Ekim ayından Nisan ayına kadar olan zaman olarak tanımlanmıştır. Örneğin; New York için Pazartesi günü (τ_1)'nden Pazar (τ_2)'a bir haftalık IGD endeksi (HDD index) aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir (Benth ve Benth, 2013,s. 2, 118; Ritter, Mußhoff ve Odening, 2010):

$$HDD(\tau_1, \tau_2) = \int_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} \max[c - T(\tau), 0] d\tau = \sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} \max(18 - T(t), 0) \quad (3)$$

Eğer günlük ortalama sıcaklıklar Pazartesi 5°C , Salı 6°C , Çarşamba 0°C , Perşembe 10°C , Cuma 12°C , Cumartesi 19°C ve Pazar günü için 19°C olarak gözlemlenmiş ise HDD endeksi;

$$HDD(\tau_1, \tau_2) = (18 - 5) + (18 - 6) + (18 - 0) + (18 - 10) + (18 - 12) + 0 + 0 = 57 \text{ olur.}$$

Böylece HDD endeksi veri bir hafta için kış mevsimi ile ilgili futures sözleşmelerine baz oluşturur. ABD şehirlerinde birim endeks değerine karşılık olarak kabul gören nakit tutarı 20 \$ (USD20)'dir. Örneğe göre HDD futures alıcısı (call) 1.140 \$ [= 57 (20 \$)] alma hakkı elde etmiş olacak ve eğer futures sözleşmeyi Aralık ayında 1.150\$'a satın almışsa sözleşme başına 10 \$ (= 1.150 \$ - 1.140 \$) kâr sağlayacaktır.

Şekil: 1'den de izlenebileceği gibi opsiyon vadesi (örneğin bir ay) içerisindeki HDD birikiminin opsiyon sözleşmesinde belirlenmiş eşik (strike) birimin (FD veya E) altında kalması halinde opsiyon alıcısının zararı, ödediği opsiyon primi tutarı (DE) kadar olacaktır. Opsiyon vadesi içerisinde kalmak koşuluyla, sıcaklık derecesi birikiminin (IGD) eşik (strike) düzeyinin üstünde gerçekleşmesi halinde, opsiyon satıcısı opsiyon alıcısına her sıcaklık birimi başına kararlaştırılmış olan bir tutarı ödemek zorundadır. Dolayısıyla Şekil: 1'de eşik düzeyinin sol tarafı sıcaklığın giderek arttığı (warmer), sağ tarafı ise soğuma derecesinin giderek arttığı (cooler) düzeyleri ifade etmektedir.

Basitçe HDD (IGD) ($^{\circ}\text{C}$) $< 18^{\circ}\text{C}$ ise (bu durum sıcaklığın beklenenden serin olmasıdır) opsiyon uygulamaya sokulacak, tersi durumda opsiyon uygulanmayacak ve opsiyon primi kadar bir zarara uğranmış olunacaktır.

$$NG = [(E - IGD)ET] - OP \quad (4)$$

$$NG = [(1.500 - 1.392)10.000USD] - 8.000USD = 1.072.000USD$$

olarak hesaplanacaktır. Opsiyonda bir ödeme tavanının (örneğin; 1 milyon \$) söz konusu olması halinde, opsiyonu elinde bulunduran taraf, tavan limiti kadar tazminat sağlayacaktır ($NG = 1.000.000USD - 8.000USD = 992.000USD$).

Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli'nden yararlanarak, HRY opsiyonlarının (HDD, CDD) alma (call: C) ve satma (put: P) opsiyon değerlerinin veya fiyatlarının hesaplanma yöntemini aşağıdaki şekilde ifade etmek mümkündür (Benth ve Benth, 2013, s. 157-158, 168; Cao ve Wei, 2004):

Call	Opsiyonun	Değeri:
$C_{Ind}(t, \tau, K, \tau_1, \tau_2) = e^{-r(\tau-t)} E_Q[\max(F_{Int}(\tau, \tau_1, \tau_2) - K, 0) F_t]$		

(5)

Put	Opsiyonun	Değeri:
$P_{Ind}(t, \tau, K, \tau_1, \tau_2) = e^{-r(\tau-t)} E_Q[\max(K - F_{Ind}(\tau, \tau_1, \tau_2), 0) F_t]$		

(6)

$$d(t, \tau_1, \tau_2, K) = \frac{F_{CAT}(t, \tau_1, \tau_2) - K}{\sum_{CAT}(t, \tau, \tau_1, \tau_2)} \quad (7)$$

CDD ve HDD için call ve put opsiyon değerlerini N ile tanımlarsak, call ve put opsiyon değerlerinin hesaplanabilmesi için, d kümülatif normal dağılım fonksiyonunu ifade etmek üzere:

$$C_N(t, \tau, K, \tau_1, \tau_2) = e^{-r(\tau-t)} F_N(t, \tau, \tau_1, \tau_2) \Phi(d_1) - e^{-r(\tau-t)} K \Phi(d_2) \quad (8)$$

$$P_N(t, \tau, K, \tau_1, \tau_2) = e^{-r(\tau-t)} K \Phi(-d_2) - e^{-r(\tau-t)} F_N(t, \tau, \tau_1, \tau_2) \Phi(-d_1) \quad (9)$$

$$d_1 = \frac{\ln F_N(t, \tau_1, \tau_2) - \ln K + \frac{1}{2} \int_t^\tau \sum_N^2(s, \tau_1, \tau_2) ds}{\sqrt{\int_t^\tau \sum_N^2(s, \tau_1, \tau_2) ds}} \quad (10)$$

$$d_2 = \frac{\ln F_N(t, \tau_1, \tau_2) - \ln K - \frac{1}{2} \int_t^\tau \sum_N^2(s, \tau_1, \tau_2) ds}{\sqrt{\int_t^\tau \sum_N^2(s, \tau_1, \tau_2) ds}} \quad (11)$$

yazabiliriz. Call ve put değerleri arbitraj olanağının bulunmadığı pozisyonları realize etmektedir.

Formüllerde CDD ya da HDD değerini gösteren Ind ; (τ_1, τ_2) döneminde ölçülmüş hava değişkenleri endeks değerlerini ifade etmektedir. $C_{Ind}(t, \tau, K, \tau_1, \tau_2)$ ise K uygulama (exercise) fiyatından $\tau \geq t$ opsiyon uygulama vadesinde yer alan $t \geq 0$ anındaki call veya put opsiyon fiyatıdır. Ayrıca opsiyonun hesaplanma anında $\tau \leq \tau_1$ olup, F opsiyonun spot fiyatını göstermektedir.

Bu durumda put-call paritesi aşağıdaki gibi ifade edebilir:

$$C_{Ind}(t, \tau, K, \tau_1, \tau_2) - P_{Ind}(t, \tau, K, \tau_1, \tau_2) = e^{-r(\tau-t)} F_{Int}(t, \tau_1, \tau_2) - e^{-r(\tau-t)} K \quad (12)$$

4. Hava Riski Türev Ürünlerinin Türkiye’de Uygulanabilirliği

Son beş yılda fazla değişmemekle birlikte, 2013 yılı itibarı ile Türkiye’de tarım sektörü toplam istihdamda % 23,5, milli gelirden % 7,4 ve ihracatta % 8,7 oranında bir paya sahiptir (www.tuik.gov.tr). Tarım alanları bakımından Türkiye; dünyada 24., AB’de 1.; buğday üretiminde dünyada 8., AB’de 1.; pamuk üretiminde dünyada 6., AB’de 1.; toplam sebze üretiminde dünyada 2., AB’de 1. sırada yer almaktadır (www.tarim.gov.tr,2015).

Türkiye’de tarım sektörü, dünya konjonktürüne uygun bir karakteristik yapı ve risk eğilimi göstermektedir. Bu risklere karşı koruma aracı olarak sadece tarım sigortaları kullanılmaktadır. Tarım sigortası uygulamaları ise genel sigortacılık kanunu çerçevesinde bitkisel ürünlerin dolu riskine karşı sigortalanması ile 1957 yılında başlamış, fakat sistem, sektörün özelliği dolayısıyla, bağımsız bir yasal zemin oluşturulmadığından istenen başarıya ulaşamamıştır (Karaca, 2011).

Dolayısıyla; tarımsal koruma sisteminin tamamlayıcı bir unsuru olarak hava riski türev ürünlerinin kullanılması ve türev ürün piyasasının oluşturulması; sermaye piyasalarının gelişimi, uluslararası entegrasyonu ve finansal araçların çeşitlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bunun için, henüz kullanılmayan hava riski türev ürünlerinin Türkiye’de uygulanabilirliğinin irdelenmesi gerekmektedir.

Hava riski türev ürünlerinin Türkiye’de uygulanabilirliğini test ederken, hava koşulları ile üretim miktarı ve fiyat arasındaki ilişkiye bakılmalıdır. Değişkenler arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlılığının saptanması, hava riski türev ürün piyasalarının oluşturulması açısından uygun bir ortamın varlığına güçlü bir kanıt oluşturacaktır.

4.1. Hava Riskinin Tarım Sektörüne Etkileri

Tarım sektöründe hava koşulları ve ürün verimi, üretim hacmi arasındaki ilişkileri inceleyen çok sayıda ampirik çalışma bulunmaktadır.

Alaton, Djehiche, ve Stillberger (2002) hava riski türev sözleşmelerinin kısa vadeli fiyat değişimlerinin öngörülerinde meteorolojik tahminlerin kullanılmasını, uzun vadeler için ise genel trendlerin baz alınmasını önermektedirler. Jewson ve Caballero (2003) ise meteorolojik tahminlerin kısa vadeli (12 günlük) fiyat değişimlerinde nasıl kullanılabileceğini daha somut bir modelle ortaya koymaktadırlar.

Yoo (2004) normale yakın, normal üstü ve altı, üç olası senaryoya göre mevsimsel etkileri sınıflandırarak bir yıllık bir dönemde mevsimsel meteorolojik tahminlerin fiyatlamada nasıl kullanılabileceğini göstermektedir. Benth ve Meyer (2009) Chicago

Merchantile Exchange (CME) elektrik piyasalarındaki spot fiyatlarla meteorolojik tahminler arasındaki aylık ve mevsimsel ilişkileri irdelemişler ve meteorolojik hava tahminlerinin fiyatları etkilediği sonucuna varmışlardır.

Brockett ve ark. (2007) yaptıkları ampirik araştırmada CME ve RMS (Risk Management Solutions, Inc.)'nin kullanmış oldukları hava riski endekslerinden RMS endeksinin daha güvenilir olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca: ABD'de türev ürün işlemlerinin gerçekleştirildiği şehirlerdeki güncel hava verileri ile türev ürün verilerini karşılaştırmışlardır. Hava risklerinin hedge edilmesi konusunda ve türev ürün stratejilerinin etkin kullanımı alanında kış mevsiminin yaz mevsimine göre daha anlamlı sonuçlar verdiği kanısına ulaşmışlar, hava riskine ilişkin sonuçların ve buna bağlı olarak kullanılan hedge stratejilerinin ya da hava riski türev araçlarının ülkenin farklı bölgelerinde tamamen farklı özellikleri olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapılan ampirik araştırmalar hava riski türev ürün primlerinin meteorolojik tahminlerden oldukça fazla etkilendiğini ortaya koymuştur (Ritter ve ark., 2010). Bir ülkenin meteorolojik tahminlerindeki tutarlılık arttıkça, finansal ürünün risk primindeki dalgalanmanın azalacağını veya tersini söylemek mümkündür (Stoppa ve Hess, 2003). Meteorolojik tahminlerdeki tutarlılığın yanı sıra vadenin uzunluğunun prim volatilesinin dalga boyunu daha da azaltacağı açıktır.

4.2. Analiz Yöntemi:

Tarımsal üretimi yağmurun yanı sıra sıcaklık, rüzgâr, ve kar da etkilemektedir. Bu nedenle analizin bağımsız değişkenlerini rüzgâr hızı, sıcaklık, yağış ve kar kalınlığı parametreleri oluşturmuştur. Günlük meteorolojik veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Türkiye'de 2007 yılı başından bu yana tutulmakta olan istatistiki eşik değerler, il ve bazı ilçeler bazında aylık ve yıllık verileri kapsamaktadır. Eşik değerleri 1960 yılı dahil daha eski tarihlere doğru götürmeyi sağlayacak günlük veya gün-içi meteorolojik olaylar ayrıntısında Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde veri seti olarak bulmak mümkündür. Bu veri setleri genel, bölgesel ve yöresel bazda HDD, CDD gibi HRY endekslerine kolayca dönüştürülebilir.

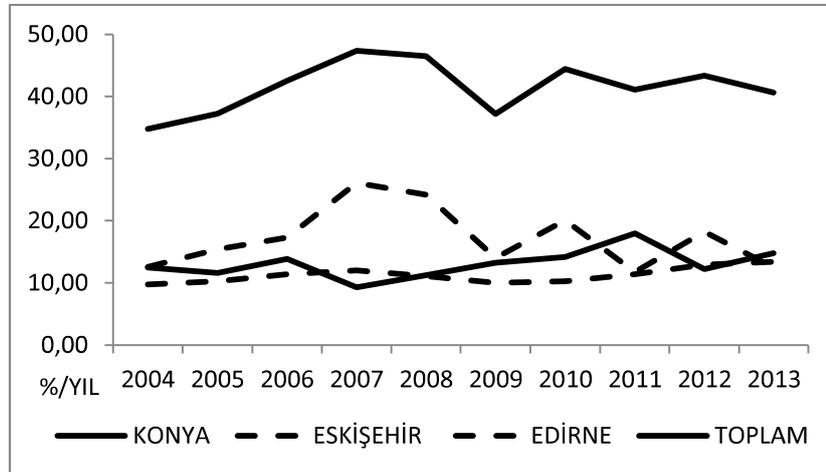
Tarımsal çıktılar içerisinde en büyük üretim hacmine sahip pamuk ve buğday, analizde bağımlı değişkenler olarak kullanılmıştır. Alım-satım işlemlerinin gerçekleştirildiği ticaret borsalarında diğer ürünlere kıyasla çok daha kesintisiz bir fiyat serisinin varlığı, bu iki ürünün baz alınmasında diğer bir etken olmuştur. Ayrıca Borsa İstanbul (BİST) bünyesinde faaliyet gösteren Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası (VİOP)'nin, Emtia Vadeli İşlem Ana Pazarı'nda sadece pamuk (Ege Standart 1 Baz Kalite Pamuk) ve buğday (Toprak Mahsulleri Ofisi'nin sınıflandırması esas alınarak belirlenen Anadolu Kırmızı Sert Baz Kalite Buğday) işlem görmektedir. Tablo: 1'den de görüleceği gibi VİOP bünyesindeki işlem sayıları, istatistiki olarak anlamlı büyüklükte bir seri oluşturamamaktadır. (2014 yılı başında faaliyete geçen Elektrik Vadeli İşlem Ana Pazarı'nda ise 2014 yılı sonu itibarı ile hiç bir işlem gerçekleşmemiştir.)

Tablo 1: VİOP Emtia Vadeli İşlem Ana Pazarı İşlem Adetleri

Yıl	Buğday	Pamuk
2005	9	53
2006	0	5
2007	0	2
2008	3	5
2009	2	0
2010	2	1
2011	4	6
2012	2	1
2013	0	0
2014	0	0

Kaynak: BIST verilerinden derlenmiştir.

Bu nedenle işlemlerin en yoğun gerçekleştirildiği ticaret borsaları verileri kullanılmıştır. Pamuk'ta İzmir, buğdayda ise Konya, Eskişehir, Edirne ve Polatlı ticaret borsalarının günlük ortalama işlem fiyatları bağımlı değişken olarak alınmıştır. Bu illerin borsaları, BİST tarafından da Vade Sonu Uzlaşma Fiyatları'nın belirlenmesinde baz alınan borsalardır. Ayrıca; Ankara ili üretimi içerisinde gösterilmesi nedeni ile Polatlı ilçesinin üretimi bir kenara bırakıldığında, Türkiye geneli içerisinde üç ilin toplam buğday üretimi %40 oranının üzerinde önemli bir pay oluşturmaktadır (Şekil: 3).

Şekil 3: Konya Eskişehir ve Edirne İllerinin Türkiye Geneli Buğday Üretim Payları (%)

Kaynak: <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul,2014>'den derlenerek, hazırlanmıştır.

Analizde eviews-8 kullanılmıştır. Tablo: 2'den de görüldüğü gibi; değişkenler, kodlarının başına ilgili bölgelerin ilk iki harfi eklenerek ayrıştırılmıştır (örneğin; KOBUGDAY ve KOGOS Konya ilinin Buğday ve Günlük Ortala Sıcaklık verilerini simgelemektedir).

Tablo 2: Analiz Dönemi, Kullanılan Veriler ve Değişkenler

DEĞİŞKEN	DEĞİŞKENİN KODU	ANALİZ DÖNEMİ	
		Bölge	Dönem
Pamuk	PAMUK		
Buğday	BUGDAY	İzmir	21/04/2008-10/10/2013
Günlük Ortalama Rüzgâr Hızı	GORH	Konya	02/01/2008-10/03/2014
Günlük Ortalama Sıcaklık	GOS	Eskişehir	06/01/2010-12/03/2014
Günlük Toplam Yağış	GTY	Edirne	03/01/2011-31/03/2014
Günlük Mevcut Kar Kalınlığı	GMKK	Polatlı	15/01/2008-28/03/2014

GORH, GOS, GTY, GMKK birbirini mutlaka etkilediği (kar yağışının düşük sıcaklıkta ve rüzgârda meydana gelmesi veya güneşli iken yağmur veya karın yağmaması gibi) ve çoklu doğrusal bağıllık problemi yaratacağı için çoklu regresyon yöntemi yerine, tek değişkenli regresyon modeli uygulanmıştır.

GORH ile GOS bağımsız değişkenlerinin ve PAMUK ile BUGDAY bağımlı değişkenlerinin birlikte analizlerinde logaritmaları alınarak, kullanılmıştır. Logaritması alınan değişkenlerin kodlarının başına LOG simgesi eklenmiştir. Yılım genelinde yağmur ve kar yağışının gerçekleştiği gün sayısının az sayıda olması ve yağış alınmayan günlerin yağış miktarının sıfır olarak belirtilmesi nedeni ile GTY, GMKK ve dolayısı ile PAMUK ve BUGDAY verileri logaritmasız değerleri ile uygulanmıştır.

Hava koşullarının mutlaka rüzgâr ve sıcaklık verisi taşınması gerçeğinden hareketle, söz konusu GORH ve GOS'a ait regresyon denklemleri için "c" sabit değerleri dikkate alınmamıştır.

Eşbütünleşik olan serilerin kalıntı değerinin durağan olduğu görülmüştür. Regresyon denklemleri verilen serilerin, t istatistikleri anlamlı bulunmuştur.

4.3. İzmir Bölgesi Sonuçları:

Pamuk değişkeninin 1.dereceden durağan (Augmented Dickey Fuller Unit Root Test: ADF Birim Kök Testi) olması nedeni ile diğer değişkenlerde 1.dereceden durağanlaştırılmıştır. Bağımlı (PAMUK Fiyat Endeksi) ve bağımsız (GORH, GOS, GTY -İzmir'de bu periyotta kar yağışı gerçekleşmediği için, kar yağışı değişkenler arasında yer almamıştır-) değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını (cointegration) belirlemek amacıyla eşbütünleşme testleri (Engle Granger Cointegration Test) uygulanmıştır. Kalıntı (residual)'ların da durağan olduğunun saptanması PAMUK ile diğer bağımsız değişkenler arasında eşbütünleşmenin olduğunu göstermiştir. PAMUK-GTY serilerinin kalıntılarının 2.dereceden durağan olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 3: İzmir Bölgesi Fiyat-Hava Riski İlişkisi

DEĞİŞKEN	REGRESYON DENKLEMİ	R ²
PAMUK IZGORH	$D(\text{LOGPAMUK}) = 0.00671396937577 * D(\text{LOGIZGORH})$	0.006310
PAMUK IZGOS	$D(\text{LOGPAMUK}) = -0.0593256442868 * D(\text{LOGIZGOS})$	0.038010
PAMUK IZGTY	$D(\text{PAMUK}, 2) = -0.01246105919 * D(\text{IZGTY}, 2)$	0.008317

Tablo 3'den de görüldüğü gibi GORH'daki 1 birimlik artış (azalış) PAMUK fiyatının %0,6713969 artmasına (azalmasına), GOS ve GTY'deki 1 birimlik artış (azalış) ise PAMUK fiyatının azalmasına (artmasına) neden olmaktadır.

4.4. Konya Bölgesi Sonuçları:

Buğday, GORH, GOS, GTY ve GMKK serilerinin 1.dereceden durağan oldukları görülmüştür. BUGDAY-GORH, BUGDAY-GOS ve BUGDAY-GMKK serilerinin (Prob.>%5) eşbütünleşik olmadıkları anlaşılmıştır. BUGDAY-GTY serisinin ise eşbütünleşik oldukları saptanmıştır.

Tablo 4: Konya Bölgesi Fiyat-Hava Riski İlişkisi

DEĞİŞKEN	REGRESYON DENKLEMİ	R ²
KOBUGDAY KOGTY	$D(\text{KOBUGDAY}) = 0.000940359 * D(\text{KOGTY})$	0.014925

Konya bölgesinde; GTY'deki 1 birimlik artış, buğday fiyatlarının da artmasına neden olmaktadır.

4.5. Eskişehir Bölgesi Sonuçları:

BUGDAY, GORH, GOS, GMKK'nın birinci dereceden durağan olmalarına karşılık, eşbütünleşik olmadıkları saptanmıştır. GTY serisi ise 1.dereceden durağan olup, BUGDAY verileri ile eşbütünleşiktir.

Tablo 5: Eskişehir Bölgesi Fiyat-Hava Riski İlişkisi

DEĞİŞKEN	REGRESYON DENKLEMİ	R ²
ESBUGDAY ESGTY	$D(\text{ESBUGDAY}, 11) = -0.0026511 * D(\text{ESGTY}, 11)$	0.029663

Eskişehir bölgesinde, GTY buğday fiyatlarını ters yönlü olarak etkilemektedir.

4.6. Edirne Bölgesi Sonuçları:

Seriler, 1.dereceden durağandır. Ancak; t istatistikleri anlamsız olup, eşbütünleşik olmadıkları görülmüştür.

4.7. Polatlı Bölgesi Sonuçları:

LOGPOBUGDAY ile LOGPOGORH, LOGPOGOS ve POGTY'nin 1. ve POGMKK'nın 2. dereceden eşbütünleşik oldukları görülmüştür.

Tablo 6: Polatlı Bölgesi Fiyat-Hava Riski İlişkisi

DEĞİŞKEN	REGRESYON DENKLEMİ	R ²
POBUGDAY POGORH	$D(\text{LOGPOBUGDAY}) = -0.001972118123 * D(\text{LOGPOGORH})$	0.000455
POBUGDAY POGOS	$D(\text{LOGPOBUGDAY}) = -0.01137874984 * D(\text{LOGPOGOS})$	0.005822
POBUGDAY POGTY	$D(\text{POBUGDAY}) = 0.000531744 * D(\text{POGTY})$	0.006796
POBUGDAY POGMKK	$D(\text{POBUGDAY}, 2) = -0.0031927 * D(\text{POGMKK}, 2)$	0.010266

(GOS değerlerini negatiften kurtarmak için mutlak değer yerine, bütün değerlere +14 eklenmiştir.)

Polatlı bölgesinde; buğday fiyatı üzerinde GTY'nin pozitif, GORH, GOS ve GMKK'nin ise negatif yönlü bir etkisi söz konusudur.

4.8. Bulguların Değerlendirilmesi:

Analizde saptanılan bulgulardan aşağıdaki değerlendirmeye ve nedenlere ulaşılmıştır:

- Tek bir bağımsız değişkenin alınması nedeni ile değişkenler arasındaki bağımlılar ve R²'ler düşük çıkmıştır. Yine de sonuçlar hava koşulları ile ürün fiyatları arasında bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir.
- TMO (Toprak Mahsülleri Ofisi)'nin yaptığı alımlar ve fiyatlandırmalar hava koşullarının fiyatlar üzerinde yaratması gereken etkileri anlamsızlaştırmaktadır.
- Yurt dışından yapılan ve önemli tutarlara ulaşan ithalat, (http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1046,2014) fiyatların hava koşullarına bağlılığını belirsizleştirmektedir.
- Borsalarda işlemlerin alıcı (tüccar) egemen yapısı, fiyatları yapay olarak satıcı (üretici) aleyhine farklılaştırmakta ve hava koşullarının etkilerini sınırlamaktadır.

5. Sonuç

Hava koşullarının mevsim normallerinin üstünde veya altında seyretmesinden kaynaklanan risklerin küresel, ülkesel ve yöresel ekonomi üzerinde ciddi olumsuz etkileri olmaktadır. Sistemik risk özelliği gösteren bu tür bağımsız değişkenlerin firmaların finansal yapılarında yaratabileceği tahribata karşı geleneksel sigorta ürünleri ile korunmak mümkündür. Ancak; sigortanın sağladığı koruma hem sınırlıdır hem de taraflarını zarara karşı hukuki olarak tartışmalı bir pozisyonda uzun süre bağlayıcı olabilmektedir.

Hava koşullarındaki değişimlerden kaynaklanan risklerin yönetilmesinde kullanılabilecek ikinci etkin korunma aracı, 1996 yılından bu yana finansal piyasalarda geliştirilen ve kullanım alanı hızla genişleyen hava riski türev ürünleridir. Özellikle gelişmiş ülkelerde organize piyasalarda artan bir hacimde kullanılmakta olan hava riski

türev ürünleri, gelecekteki nakit akışlarını koruma altına alarak, firmaların fon yönetim kabiliyetlerini genişletici önemli bir finansal araç haline gelmiştir.

Değişik ülkeler için yapılan ampirik araştırmalarda, hava koşullarındaki değişimler ile üretim miktarı ve ürün fiyatları arasında beklentilere uygun, oldukça yüksek bir korelasyonun varlığı saptanmıştır. Türkiye’de tarım sektöründe diğer zirai ürünlerin fiyat ve miktarlarında yeterli ve sağlıklı verinin bulunmaması nedeni ile buğday ve pamuğun baz alındığı araştırmamızda, istatistikî anlamda düşük bir korelasyonun varlığı belirlenmekle birlikte, hava koşullarındaki değişkenliğin fiyatları etkilediği görülmüştür.

Diğer ampirik araştırmalara göre etkinin sınırlı bulunması, kamunun fiyat ve miktara doğrudan ve dışalım yolu ile müdahalesi ile ticaret borsalarında alıcı egemen bir piyasanın varlığından kaynaklanmaktadır. Hava koşullarına bağlı riskleri sınırlandırmayı hedefleyen bu yapı, tarım sektöründe serbest piyasa mantığına uygun olmayan bir fiyat oluşumuna neden olmaktadır. Ayrıca; Türkiye’de tarım sigortalarının kapsamının ve uygulama alanlarının yetersizliğinin yanı sıra yaygınlığının sınırlılığı, hava riski yönetiminde önemli bir boşluk yaratmaktadır. Oysa hava riski türev piyasasının oluşturulması için yeterli meteorolojik veri seti ve uluslararası piyasalarda uygun örnekler bulunmaktadır.

Türkiye’de sadece tarımsal alanda değil, her sektörde etkin ve adil fiyat oluşumunun koşullarını tamamlayıcı bir finansal araç olarak hava riski türev ürünlerinin kullanımının gerekliliği anlaşılmaktadır. Bunun için mevcut vadeli işlemler piyasasının yaygınlaştırılması, vadeli işlemler piyasası içerisinde uygun bir hava riski türev ürün piyasasının varlığı ve potansiyel tarafların yönlendirilmesi gerekmektedir.

Kaynakça

- Alaton, P., Djehiche, B., ve Stillberger, D. (2002). On Modelling and Pricing Weather Derivatives, *Applied Mathematical Finance*, Vol. 9, No: 1, Pg. 1-20.
- Benth, F.E., ve Benth, J.S. (2013). Modeling and Pricing in Financial Markets for Weather Derivatives, World Scientific Publishing Co., Advanced Series on Statistical Science & Applied Probability, Vol.17, 242 pages.
- Benth, F.E., ve Meyer, B.T. (2009). The Information Premium for Non-Storable Commodities, *Journal of Energy Markets*, Vol. 2, No: 3, Pg.111-140.
- Bozbek, T., ve Ünay, A. (2005). Ekim Zamanı ve Bitki Sıklığının Pamuk Verimi Üzerine Etkisi, *Anadolu, Journal of AARI*, 15 (1), 34-43.
- Brockett, P.L., Golden, L.L., Yang, C.C. ve Zou, H. (2007). Addressing Credit and Basis Risk From Hedging Weather-related Risk with Weather Derivatives, *Journal of Risk & Insurance*, Vol. 74, No. 2, pp. 319–346.
- Brody, D.C., Syroka, J., ve Zervos, M. (2002). Dynamical Pricing of Weather Derivatives, *Quantitative Finance*, Volume: 2, Pg.189-198.
- Cao, M., ve Wei, J. (2004). Weather Derivatives Valuation and Market Price of Weather Risk, *The Journal of Futures Markets*, Volume: 24, No: 11, Pg.1065-1089.
- Geysler, J.M. (2004). Weather Derivatives: Concept and Application for Their Use in South Africa, *Agrekon*, Vol.43, No: 4.
- Hull, J.C. (2009). *Options, Futures and Other Derivatives*, Seventh Edition, Pearson Prentice Hall, New Jersey.

- Jewson, S., ve Caballero, R. (2003). The Use of Weather Forecasts in the Pricing of Weather Derivatives, *Meteorological Applications*, Vol. 10, No: 4, Pg. 377-389.
- Karaca, A. (2011). Türkiye’de Tarım Sigortaları Uygulamaları, Ziraat Mühendisleri Odası.
- Lazo, J.K., Lawson, M., Larsen, P.H., ve Waldman, D.M. (2011). U.S. Economic Sensitivity to Weather Variability, *American Meteorological Society*, June, pp. 709-720.
- Özkan, T. (2008). Financial Risk Management by Derivatives Caused From Weather Conditions: Its Applicability For Türkiye, *Risk Management and Value: Valuation and Asset Pricing*, World Scientific Printers, World Scientific in International Economics, Volume: 3, 644 Pgs.
- Ritter, M., Mußhoff, O., ve Odening, M. (2010). Meteorological Forecasts and the Pricing of Weather Derivatives, *Weather Derivatives and Risk*, CRC 646 Conference, Berlin.
- Stoppa, A., ve Hess, U. (2003). Design and Use of Weather Derivatives in Agricultural Policies: the Case of Rainfall Index Insurance in Morocco, *Agricultural Policy Reform and the WTO: Where Are We Heading?*, International Conference.
- Stulec, B., Bakovic, T., ve Hruska, D. (2012). Weather Risk Management in Energy Sector, *The 23rd International DAAAM Symposium, Proceedings Volume 23*, No: 1, Vienna, Austria.
- Subak, S., Palutikof, J.P., Agnew, M.D., Watson, S.J., Bentham, C.G., Cannel, M.G.R., Hulme, M., McNally, S., Thornes, J.E., Waughray, D., ve Wodds, J.C. (2000). The Impact of the Anomalous Weather of 1995 on the U.K. Economy, *Climatic Change*, Vol.44, pp. 1-26.
- Yoo, S. (2004). Weather Derivatives and Seasonel Forecast, *Asia_Pasific Journal of Financial Studies*.

İnternet:

TOBB (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği) Bünyesindeki Ticaret Borsaları
www.borsaistanbul.com
www.mgm.gov.tr
www.tarim.gov.tr
www.tuik.gov.tr
www.wrma.org