

## Küresel İklim Değişikliği ve İklim Değişikliği Çalışmaları Global Climate Change and Climate Change Studies

İsmail DEMİR<sup>1</sup>

### Öz:

Hava koşulları geçmişten günümüze canlı yaşamı etkileyen en önemli çevre olayıdır. Uzun yıllar insan oğlu iklim koşullarına bağlı olarak savaşlar, göçler ve yıkımlar yaşamıştır. Değişen iklim bir parçası olarak canlı yaşamı ya değişmeyi ya da yok olmayı tercih etmiştir. Gelenen son noktada ise yapılan çalışmalar ve bilimin sonucu daha vahim bir geleceğin bizi beklediğidir. Henüz başında olduğumuz bu gerçekler insan oğlunu henüz ikna edememiştir. Ama dünya dışında yaşam ve koloniler kurma isteği dünyamızın gelecekte daha problemli olacağına da bir göstergesi olabilir. Bizim gelecek nesillerden emanet aldığımız dünyamız ise her geçen gün tarafımızdan hızla tahrip edilmektedir. Gelenen son noktada geliştirilmiş iklim modeli çalışmaları ve farklı senaryolar doğrultusunda küresel ısınma ve buna bağlı iklim değişikliğinin kaçınılmaz olduğu gerçektir.

**Anahtar sözcükler:** iklim, iklim değişikliği, küresel iklim modeli

### Abstract:

Weather conditions are the most important environmental event affecting living life from past to present. For many years, human beings have experienced wars, migrations and devastations due to climatic conditions. As a part of the changing climate, life has chosen to either change or disappear. At the last point, the result of the scientific studies shows that more severe climate events is waiting for us in the future. These facts that we have not yet been able to convince the human son yet. But the desire to live outside the world and to establish colonies can also be an indication that our world will be more problematic in the future. Our world, which we are entrusted with from future generations, is rapidly being destroyed by us. It is

---

<sup>1</sup> Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir, ismail.demir@ahievran.edu.tr

true that global warming and related climate change are inevitable in line with the developed climate model studies and different scenarios.

**Keywords:** climate, climate change, global climate model

## Giriş

İnsan oğlunun kendi doğasında gelişen hava olaylarını merak ederek ölçümler yapması ve hava olaylarını izleyerek tahmin etme gayreti yaşam standardını yükseltme gayretiyle ilişkilidir. Diğer bir ifade ile hava tahminine verilen önem insanın yaşam standartlarıyla ilişkilidir. Günlük hava tahminleriyle başlayan bu süreç aslında doğru ve yerinde gözlemlerle başlamaktadır. Bu kapsamda yeryüzünde karasal ve denizsel gözlem ağının geliştirilmesi hala devam etmektedir. Gelişmiş ülkelerdeki zengin gözlem ağı tahmin tutarlılığını geniş ölçüde artırırken az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ise bu durumu tersine döndürmektedir. Kısacası gözlemi olmayan bir alan için tahmin yapmak o denli zordur. Hava durumunun belirlenmesi ile başlayan süreçte iklimin belirlenmesi ise uzun yıllar boyunca Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) bu sürenin en az 30 yıl olmasını tavsiye etmektedir ki bu durumda en az 30 yıllık doğru ve eksiksiz hava gözlemlerinin bir sonucudur. Hava durumu denildiğinde daha çok o yerin güneş ışınlarına bağlı olarak, yüzey şekillerinin de etkisi ile çevresindeki hava ile etkileşimi sonucunda oluşan hava olayları şeklinde tanımlanabilir. İklim ise yerel hava durumlarının geniş ölçekte ve uzun zaman diliminde birleşmesi ile oluşan ortalama bir hava durumu olarak tanımlanabilir. İklimin karakteristiğinde daha geniş bir alan ve uzun yılları içeren gözlemlerin ortalama durumu vardır. Bu sebepten dolayı gözlemin süresi ve kalitesi (gözlem ve ölçüm doğruluğu ve alanı ifade edebilme sıklığı) önemlidir. Her ne kadar ortalama durum diye ifade edilse de ekstrem durumları da içerisinde barındırmaktadır. Küresel iklim, gelen güneş ışınımının üniform olmayan mekânsal dağılımı ile beslenen atmosfer, kriyosfer (buz), hidrosfer (okyanuslar), litofer (kara) ve biyosfer (yaşam) arasındaki karmaşık etkileşimlerin bir sonucudur (Stute ve ark., 2001). İklim değişikliği ise iklim elemanlarında meydana gelen yıllık sapma ve bu sapmaların ortalama üzerinde pozitif veya negatif etkisi şeklinde tanımlayabiliriz. İklim değişikliği çağımıza kadar dünyanın evrimine bağlı olarak değişim göstermiş ve halada değişim göstermektedir. İklim değişikliğinin doğal süreci ve bu süreç içerisinde yaşanan sapmalar son yüzyılda çok daha belirginleşmiş ve yapılan çalışmalarda insan etkisinin bu değişimde önemli katkı sağladığı saptanmıştır. Hali hazırda var olan ve evrenin ısınma kalkanı olan sera etkisi ne yazık ki sanayi devrimi ve fosil kaynaklı yakıtlar nedeniyle kuvvetlenmiş ve bunu sonucu olarak ta küresel ısınma oluşmuştur. Isınma ile başlayan serüven daha sonra ısınma kaynaklı diğer

iklim faktörlerinde de önemli artış, azalış ve sıklıklarında değişimlere neden olmuş ve küresel iklim değişikliği afetiyle dünyayı karşı karşıya getirmiştir.

### **İklim modeli çalışmaları**

İklimin tahmin edilmesi kısa süreli hava durumu tahmin sistemleri ile başlamış ve geniş ölçekte daha uzun süreli tahmin çalışmalarıyla geliştirilmiştir. Gelişen gözlem ağı ve hesaplama gücü bu günlerde yüz yıllık gelecek tahminlerini sunabilmektedir. Haftalık tahminlerin bile tutarlılıklarının tartışıldığı bir dönemde uzun yıllar boyu iklim tahminlerinin yapılması özellikle iklim değişikliğinde yön bulma ve referans olma noktasında önemlidir. Hava tahmini gibi algılanmasının çok hatalı olacağı düşünülerek iklim tahmini yerine bazı senaryolar doğrultusunda model sonuçları oluşturulduğundan iklim öngörülerini veya iklim projeksiyonları ifadeleri daha doğru olacaktır. Yapılan iklim modeli çalışmaları, tahminden çok geleceğe ait bir öngörü oluşturma niyetidir. Gelişen bilgisayar hesaplama gücü kısa sürede daha fazla değişkeninde içerisinde yer aldığı iklim projeksiyonlarının oluşmasına olanak sağlamıştır. İklim sistemini anlamak, geleceğe yönelik tahminler oluşturmak ve model içerisindeki belirsizliklerin en az düzeye indirilmesi amacıyla yapılan çalışmaların önemi gün geçtikçe artmaktadır (Demir, 2011). İklim modelleri enerjinin ve materyallerin iklim sistemi içerisinde fiziksel süreçlerden geçirilerek simülasyonunu sağlar. Genel dolaşım modelleri veya GDM'ler olarak da bilinen iklim modelleri, enerji ve maddenin okyanusun, atmosferin, toprağın farklı kısımlarında nasıl etkileşime girdiğini karakterize etmek için matematiksel denklemleri kullanır. Bir iklim modeli oluşturmak ve çalıştırmak için dünya sistemi işlemlerini matematiksel denklemlerle modele tanımlamak, başlangıç koşullarını temsil etmek için değişkenleri ayarlamak ve ardından iklim zorlamasındaki değişiklikleri değiştirmek ile başlar ve bu güçlü formüllerin çalıştırılması için süper bilgisayarlarda defalarca denemeler yapmak demektir. İklim modelleri, Dünya'nın yüzeyini üç boyutlu bir hücre ızgarasına ayırır. Her hücrede modellenen işlemlerin sonuçları, zaman içinde madde ve enerji değişimini modellemek için komşu hücrelere geçirilir. Izgara hücresi boyutu, modelin çözünürlüğünü tanımlar: ızgara hücrelerinin boyutu ne kadar küçükse, modeldeki ayrıntı düzeyi o kadar yüksek olur. Daha ayrıntılı modeller daha fazla ızgara hücresine sahiptir, bu nedenle daha fazla hesaplama gücüne ihtiyaçları vardır (Edwards, 2000).

Farklı çözünürlük ve kabullere dayanan dünya üzerinde iklim sistemiyle ilgili birçok model kullanılmaktadır. Bu modeller kullanıldıkları amaca göre farklılıklar göstermektedirler. Büyük ölçekte yapılan öngörülerde genel dolaşım modelleri kullanılmaktadır. Çözünürlüğü 100-200 km civarında olan GDM dışında, daha yüksek çözünürlüğe sahip bölgesel iklim modelleri de

yaygın olarak kullanılmaktadır. Genel dolaşım modellerinin bölgesel ihtiyaçlara cevap verememesi bölgesel iklim modellerinin başlıca çıkış noktasıdır. Artık sadece iklimsel ortalamalar insanlığın ihtiyaçlarına yetmemektedir. Sayısal hava tahmin modelleri ile 10 güne kadar kabul edilebilir nitelikte hava tahminleri yapılabilmektedir. GDM'ler ile 50-100 yıllık simülasyonlar yapılabilmektedir. Ama çözünürlükler çok az (200 km) olduğundan yerel anlamda istenilen verim alınamamaktadır. İşte bu iki modelin yapılmasına izin vermediği simülasyonları yani hem lokal etkileri içine alma hem de daha uzun dönemlerde iklimi simüle etme işlevini Bölgesel İklim Modelleri üstlenmektedir. Çözünürlüğü sayısal hava tahminlerine yakın bu modeller bugün artık dünyanın değişik iklimsel özelliklerine sahip bölgelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Önol ve HM Semazzi, 2009).

### **Küresel iklim modeli kabulleri**

Küresel iklim model çalışmalarında en önemli sorun, geleceğe yönelik projeksiyonları oluştururken gelecekte iklime etki eden tüm unsurların doğru tahmin edilememesidir. Belirli kabullerle başlayan sürecin gelecekte daha da artacağı ve artan her parametre ile daha iyi öngörü oluşturma şansını da taşımaktadır.

Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından 1988 yılında kurulan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin düzenli aralıklarla yayınladığı değerlendirme raporlarında iklim değişikliği ile ilgili birçok sorulara bilimsel yanıtlar bulunurken iklim değişikliğinde gelinen son nokta gözlemler, araştırmalar ve değerlendirmelere dayalı olarak ortaya konmaktadır. Bu yaklaşım IPCC 3. ve 4. Değerlendirme Raporlarında Emisyon Raporları Özel Raporu (SRES) senaryoları ile iklim değişikliği senaryoları oluşturulurken kullanılmıştır. SRES senaryoları dört ana senaryo ailesi (A1, A2, B1 ve B2) ve bunların da kendi içlerinde farklı senaryolara ayrıştırılması ile üretilmiştir (IPC, 2001, Pachauri ve Reisinger, 2007). SRES senaryoları IPCC 4. Değerlendirme Raporunda da yer almış ve sonraki süreçte yeni yaklaşımla geliştirilen yeni konsantrasyon senaryoları RCP (Representative Concentration Pathways) olarak adlandırılmıştır. Işınım sal zorlama seviyeleri ve rotaları için 4 adet RCP tipi tanımlanmıştır. Bunlar ışınım sal zorlama değerleri en küçükten en büyüğe sırası ile RCP2.6, (3 W m<sup>-2</sup>), RCP4.5 (4.5 W m<sup>-2</sup>), RCP6.0 (6.0 W m<sup>-2</sup>) ve RCP8.5 (8.5 W m<sup>-2</sup>)'dir. SRES senaryoları ve yeni yaklaşım RCP'ler karşılaştırıldığında RCP8.5 senaryosu A1F1 ve A2, RCP6.0 senaryosu A1B ile örtüşmektedir. SRES-B2 ve A1T senaryoları ise RCP4.5 ve RCP6.0 arasında yer almaktadır. RCP4.5 ise B1 senaryosu ile paralellik gösterirken RCP2.6 ise SRES senaryolarının ile benzerlik göstermemektedir (Hurt ve ark., 2009).

## Küresel İklim Modelleri

İngiltere Meteoroloji Servisi'ne (Met Office) bağlı bir araştırma kuruluşu olan Hadley Merkezi tarafından geliştirilen modeller genel olarak HadGEM kodu ile belirtilmektedir. HadGEM 1,2,3 gibi rakamlarla belirtilen ise hangi nesil olduğunu gösterir. Örneğin HadGEM - 2 modeli 2 nesil bir model olup atmosfer-okyanus yanında dinamik vejetasyon, okyanus biyolojisi, atmosfer kimyasının birleştirildiği modeldir. IPCC-5 değerlendirme raporunda sonuçları (40 km çözünürlüklü) kullanılmıştır (HadGEM, 2001).

Merkezi Almanya'da bulunan MaxPlanck Meteoroloji Enstitüsü tarafından geliştirilen küresel modeller ECHAM5 ve sonrasında ise ECHAM6 olarak kullanılmaktadır. Temeli Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) tarafından kullanılan dinamik hava modelinden türetilerek geliştirilmiştir (Roekner ve ark., 2003).

Kanada iklim araştırma merkezi tarafından geliştirilen CGCM modelleri benzer şekillerde IPCC değerlendirme raporlarında yer almıştır.

Avustralya'daki Commonwealth Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Örgütü'nce (CSIRO) oluşturulan CSIRO modeli de yer almaktadır (Gordon ve ark., 2002).

Genel olarak küresel model sonuçları öncelikle geçmiş veri ile çalıştırılıp gözlem verileri ile karşılaştırılmaktadır. Küresel modelde kabullere bağlı olarak gelecek iklim öngörülleri şekillenmektedir. Ayrıca okyanus, atmosfer ve karasal model becerileri modelin başarısında önemlidir. Küresel modellerin çalışma süreleri yanında modelin iç dinamiklerinin yerleşmesi için belirli bir süre çalıştırılması önemlidir. Elde edilen sonuçlar İklim Araştırma Merkezi (CRU) tarafından oluşturulan ve küresel ölçekli gözlem sonuçlarıyla karşılaştırılarak değerlendirilmektedir. Sıcaklık ve yağış parametresine göre değerlendirilen model sonuçları kullanım amacına göre hizmete sunulmaktadır. Deniz yüzey sıcaklıkları ne yazık ki gözlem seyrekliği nedeniyle küresel modeller için eksik yanı oluşturmaktadır. Tabi ki doğal süreçlerin küçük ölçekte oluşup daha sonra geniş ölçeğe yansıdığı düşünüldüğünde küresel modellerin bu sonuçları hangi hassaslıkta yakalayacaklarını da zaman gösterecektir.

## **Sonuç**

Küresel alanda çalıştırılan ve uzun soluklu çalışmalar sonucunda geliştirilen küresel modeller geleceğin taranmasında önemli bir aydınlatma aracıdır. Özellikle insan kaynaklı iklim değişikliğinin sonuçlarının azaltılmasında veya geç kalınmadığı takdirde önlenmesinde ve bu amaç için istenilen etkinin yaratılmasında çok önemlidir. Gelişmiş ülkelerin kapsamlı çalışmaları yanında gelişmekte olan ülkelerin ise bu sonuçlara bağlı kalarak kendi model veya kabullerini onayladıkları model sonuçlarına göre iklim değişikliğinin ülkeleri için yansımalarını mutlaka değerlendirmelidirler. Küresel modeller küçük ölçekli beklentilere çözüm sunmaz iken küçük ölçekli bölgesel modellere girdi sağlayabilirler. İklim değişikliğinin etkilerinin belirlenmesi önlem almak için önemli bir stratejik destektir. Yıllar model kabullerini ve dinamik formüllerini geliştirebilir fakat küresel iklim değişikliği gerçeği ne yazık ki her gelişen model ile daha vahim tabloyla karşımıza sunulmaktadır.

**Kaynaklar**

- Demir, İ. 2011, 'Bölgesel İklim Modeli Projeksiyonları, Ecam5-B1 (Regional Climate Model Projections)', (Ed.)^(Eds.), *5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book: ITU*.
- Edwards, P. N. 2000, 'A Brief History of Atmospheric General Circulation Modeling', *International Geophysics Series* Vol. 70, pp. 67-90.
- Gordon, H., L. Rotstayn, J. McGregor, M. Dix, E. Kowalczyk, S. O'Farrell, L. Waterman, A. Hirst, S. Wilson and M. Collier. 2002, 'The Csiro Mk3 Climate System Model', (Ed.)^(Eds.), CSIRO Atmospheric Research technical paper.
- HadGEM, G. 2001, 'Model Dev., 4, 1051-1075, Doi: 10.5194', (Ed.)^(Eds.), gmd-4-1051-2011. Collins, M., SFB Tett, and C. Cooper.
- Hurt, G. C., L. P. Chini, S. Frolking, R. Betts, J. Feddema, G. Fischer, K. K. Goldewijk, K. Hibbard, A. Janetos and C. Jones. 2009, 'Harmonisation of Global Land-Use Scenarios for the Period 1500–2100 for Ipcc-Ar5'.
- IPCC, C. 2001, 'Climate Change 2001: Synthesis Report', (Ed.)^(Eds.), Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland.
- Önol, B. and F. HM Semazzi. 2009, 'Regionalization of Climate Change Simulations over the Eastern Mediterranean', *Journal of Climate* Vol. 22, No. 8, pp. 1944-1961.
- Pachauri, R. K. and A. Reisinger. 2007, 'Ipcc Fourth Assessment Report', *IPCC, Geneva* Vol. 2007.
- Roeckner, E., G. Bäuml, L. Bonaventura, R. Brokopf, M. Esch, M. Giorgetta, S. Hagemann, I. Kirchner, L. Kornbluh and E. Manzini. 2003, 'The Atmospheric General Circulation Model Ecam 5. Part I: Model Description'.
- Stute, M., A. Clement and G. Lohmann. 2001, 'Global Climate Models: Past, Present, and Future', *Proceedings of the National Academy of Sciences* Vol. 98, No. 19, pp. 10529-10530.

