

Türkiye’de iklim değişikliğinin meyve ağaçları ve tarla bitkilerinin fenolojik dönemlerine etkileri

Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crop in Turkey

N.Türkoğlu^{1*}, İ. Çiçek¹, S. Şensoy²

¹⁾ Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara

²⁾ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara

Öz: Bu çalışmada Türkiye’de iklim değişikliği ile bitkilerin fenolojik dönemlerindeki değişiklikler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bunun için Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden 1971-2012 yıllarına ait iklim verileri ile fenolojik veriler temin edilmiştir. Veriler Excel ortamında düzenlenerek her bitkinin fenolojik dönemleri için gerekli gün sayıları hesaplanmıştır. Yöntem olarak sıcaklık verisi ile fenolojik veriler arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Mann Kendall trend analizi ile eğilimlerine bakılmıştır. Türkiye’de 1994 yılından bu yana pozitif sıcaklık anomalileri bulunmuştur. Elma, kiraz ve buğdayın fenolojik dönemleri ile bitki gelişiminin fazla olduğu şubat-mayıs ortalama sıcaklıkları arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Bu durum bitkilerinin artan sıcaklıklarına tepki olarak fenolojik dönemlerini erkene kaydardıklarını göstermektedir. Elma, kiraz ve buğdayın hasat tarihleri için hesaplanan trend sırasıyla -25, -22, -40 gün/100 yıl şeklindedir. Şubat-mayıs arası sıcaklıklarda 1.0°C’lik artışın anılan bitkilerin hasat tarihlerini sırasıyla 5, 4 ve 8 gün erkene kaydıracağı hesaplanmıştır. 21. yüzyıldaki iklim değişikliği projeksiyonlarına göre bitkilerin fenolojik devrelerinde daha fazla değişiklikler olacağı beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Fenoloji, elma, kiraz, buğday, Türkiye

Abstract: In this study we tried to find relationships between changes in temperature and phenological stages of fruit trees and field crops. Climatic and phenological data for 1971-2012 periods have been obtained from Turkish State Meteorological Service. After the data arranged in Excel, correlation coefficients between temperature and phenological stages have been calculated. Mann Kendall trend analyses have been used in order to detect trends in temperature and phenological data. Negative correlation between apple, cherry and wheat phenophases and February-May temperature have been found. This is shows that plants responds to increasing temperature as shift of their phenophases early. Calculated trends for apple, cherry and wheat are -25, -22, -40 days/100 years respectively. The regression coefficients show that an increase in air temperature between February and May of 1°C lead to an advanced harvesting date of respective plants by about 5, 4, and 8days respectively. Climate projections for the end of the 21st century indicate more increase than observed. Accordingly, great changes in plant phenophases are expected.

Keywords: Phenology, apple, cherry, wheat, Turkey

* İletişim yazarı: N. Türkoğlu, e-posta: Necla.Turkoglu@ankara.edu.tr

1. Giriş

Orta kuşakta bitki gelişimi büyük oranda hava sıcaklığına bağlıdır. İlkbaharda kış uykusundan sonra ortaya çıkan yüksek sıcaklıklar, fenolojik fazların erkene kaymasına neden olmaktadır. Dünyada 1980'lerden sonra meydana gelen belirgin sıcaklık artışları bitki fenolojileri üzerine net yanıtlar sunmaktadır (Chmielewski vd., 2002).

Türkiye'de 1990'lardan sonra görülen belirgin sıcaklık artışlarının tarla ve bahçe bitkilerinin fenolojik dönemlerini öne kaydırıldığı düşünülmektedir. 1°C'lik sıcaklık artışı insanların günlük yaşamlarında çok büyük değişikliklere neden olmazken, bitki gelişiminde bu değer 2 ayda 60 gün-dereceye karşılık gelmekte ve fenolojik dönemleri kaydırma kapasitesine sahip olabilmektedir.

Gerçekleştirilen bir iklim indisi çalışmasında Türkiye'de büyüme sezonu uzunluğunun yüz yılda ortalama 21 gün arttığı tespit edilmiştir (Şensoy vd., 2013). Artan sıcaklıklar orta kuzey enlemlerde bitki gelişimini hızlandırmaktadır (Kadioğlu, Şaylan, 2000).

Büyüme sezonu uzunluğunun artmasının, tarla bitkileri ve bağcılıkta tür seçimi, münavebe gibi pozitif etkileri olabileceği gibi, kısalan gelişme döneminin, tahıllarda tane doluluğu ve yoğunluğu, başak başına tane sayısı ve tane ağırlığı üzerine negatif etkileri olacaktır. Meyve ağaçlarının erken çiçek açması geç don zararlarını artıracaktır (Chmielewski vd., 2002).

1.1. Çalışmanın Amacı

Küresel iklim değişikliği 21. yüzyılda insanoğlunun yüz yüze kaldığı en büyük problemlerden biridir. İklim değişikliği hem hava patenlerindeki değişikliği arttıracak hem de ekstrem olayların frekansı ve şiddetinde artışlara neden olacaktır. Sağlık, su kaynakları, tarım ve afet risk azaltım sektörleri iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek öncelikli sektörler arasında yer almaktadır.

Bu çalışmanın amacı, küresel iklim değişikliğine paralel olarak Türkiye ikliminde gözlenen değişikliklerin, tarla bitkileri ve bahçe bitkilerinin fenolojik dönemleri üzerine yapacağı olası etkilerin neler olacağını araştırmaktır.

Çalışmada tarla bitkilerinden, ülkemizin beslenmesinde önemli bir yere ve stratejik öneme sahip buğday bitkisi seçilmiştir. Meyve ağaçlarından ise yine ülkemizin büyük bir bölümünde üretimi yapılan ekonomik değeri yüksek kiraz ve elma ağaçları ele alınmıştır.

21. Yüzyılda beklenen sıcaklık projeksiyonları, 20. Yüzyılda gözlenenden çok daha fazladır. Eğer sıcaklıkta gözlenen değişiklikler bitkilerin fenolojik safhalarında değişikliğe sebep olmuş ise 21. Yüzyıl sonları için beklenen sıcaklık artışları bitki fenolojik safhalarını daha da fazla etkileyecektir. Bu da bize yüzyılın sonlarına doğru bitkilerin fenolojik dönemlerinde önemli kaymalar olacağını sinyallerini vermektedir.

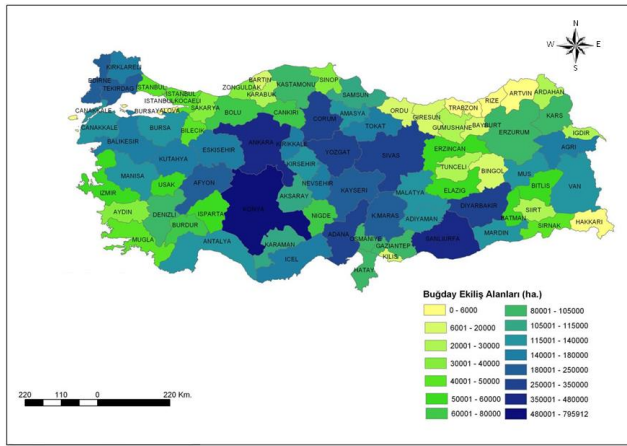
2. Genel Bilgiler

2.1. Fenoloji: Bitki ve hayvanların büyüme ve gelişme dönemlerindeki değişik safhaları ve bu safhaların iklimle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır (DMİ, 2005). Sözcük, eski Yunancada ‘Phainestai’”dan gelmekte ve göstermek ya da görünmek anlamlarına gelmektedir (Koch vd., 2007).

2.2. Önceki çalışmalar: Çalışmaya ışık tutması açısından literatür taraması yapılmış ve benzer konularda on iki adet yayın incelenmiştir. Bu yayınlarda genel olarak son yıllarda artan sıcaklıklara ters orantılı olarak bitkilerin gelişme safhalarını erkene kaydırıldığı tespit edilmiştir.

2.3. Bitkilerin iklim istekleri ve fenolojik dönemleri: Bu bölümde buğday, kiraz ve elmanın iklim istekleri, yayılış alanları ve fenolojik safhaları incelenmiştir.

2.3.1. Buğdayın iklim istekleri ve fenolojik dönemleri



Buğday bitkisi yetiştirme döneminin ilk devrelerinde düşük sıcaklık ve bol nemli hava istemektedir. Özellikle çıkış ve kardeşlenme sırasında buğday 5-10°C sıcaklık ve %60 nispi nem ihtiyacı duymaktadır. Sapa kalkma döneminde ise 10-15°C sıcaklık ve %65 nispi nem isteği olmaktadır. Serin iklim tahıllarından olan buğday kışa oldukça dayanıklıdır (Süzer, 2007). Türkiye’de ağırlıklı olarak İç Anadolu, Trakya ve Güneydoğu Anadolu’da olmak üzere ülkemizin tamamında buğday tarımı yapılmaktadır (Şekil 1).

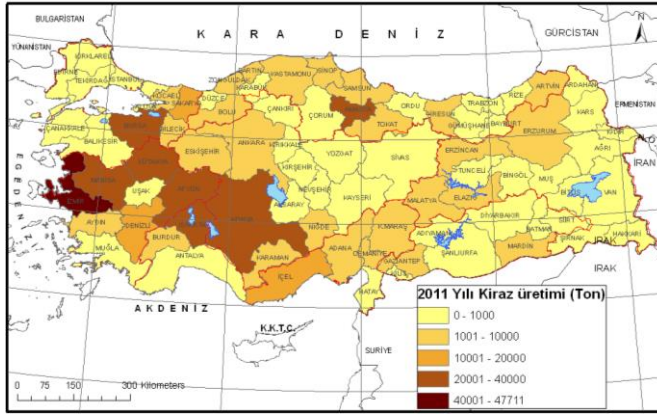
Şekil 1. Türkiye buğday ekim alanları



Şekil 2. Buğdayın fenolojik dönemlerinden görüntüler (DMİ, 2005)

Buğdayın fenolojik dönemleri ekim, çıkış, yapraklanma, kardeşlenme, sapa kalkma, başaklanma, çiçeklenme, olgunlaşma ve hasat şeklindedir (DMİ, 2005).

2.3.2. Kiraz'ın iklim istekleri ve fenolojik dönemleri



Kiraz kış mevsiminde belli bir süre dinlenmeye, iklim bakımından sıcak bir büyüme sezonuna ve yağmursuz bir hasat dönemine ihtiyaç duyar. Kiraz ağaçlarının gövde ve ana dalları -26 - 28°C'ye dayanabildiği halde çiçeklenme döneminde bu sınır -2.0°C'dir. İlkbaharın geç donları kirazlarda zararlara sebep olabilir. Kirazlarda çiçeklenme ve meyve teşekkülü sırasındaki yağış, döllemeyi olumsuz yönde etkilediğinden istenmez.

Şekil 3. Türkiye'de 2011 yılında illere göre kiraz üretim miktarları (veri: TÜİK, 2012)

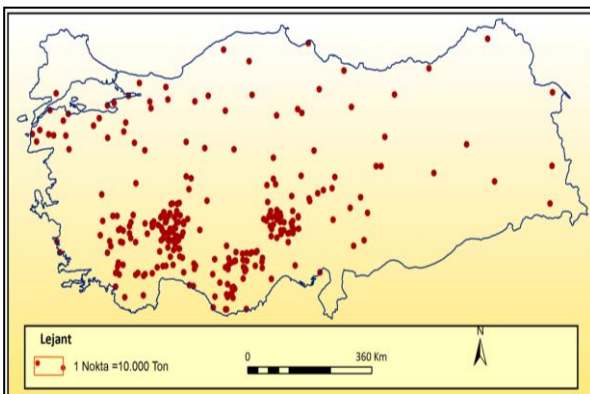
Türkiye'de ağırlıklı olarak Ege, Akdeniz, Karadeniz ve Marmara Bölgeleri olmak üzere tüm yurttaki kiraz yetiştiriciliği yapılmaktadır (Şekil 3).



Şekil 4. Kirazın fenolojik dönemleri (DMİ, 2005)

Kirazın fenolojik dönemleri tomurcukların kabarması, çiçek tomurcuklarının açılması, çiçeklenme, yapraklanma, meyve teşekkülü, olgunlaşma ve hasat şeklinde belirtilmektedir.

2.3.3. Elmanın iklim istekleri ve fenolojik dönemleri



Elma ağacı soğuk ılıman iklimin en önemli meyvesidir. Kışın çok düşük sıcaklıklara dayanıklı olmasına rağmen, gelişimini yavaşlattığı için yüksek yaz sıcaklıklarından hoşlanmaz. Soğuklama isteği 7°C'nin altında 2300-2700 saattir. İlkbaharda 9°C'den sonra çiçek açmaya başlar. Soğuğa dayanım, ilkbahar aylarda azalır ve tomurcukların kabarma devresinde bitki soğuğa en duyarlı halini alır. Yüksek ışık yoğunluğu elmada çok iyi renk oluşumunu sağlar

Şekil 5. Türkiye'de illere göre elma üretimi

Türkiye’de başta İç Batı Anadolu, Göller Yöresi, Güney Marmara, Taşeli Platosu, Amasya ve Niğde olmak üzere Güneydoğu Anadolu Bölgesi hariç yurdumuzun birçok yerinde elma üretimi yapılmaktadır (Şekil 5).

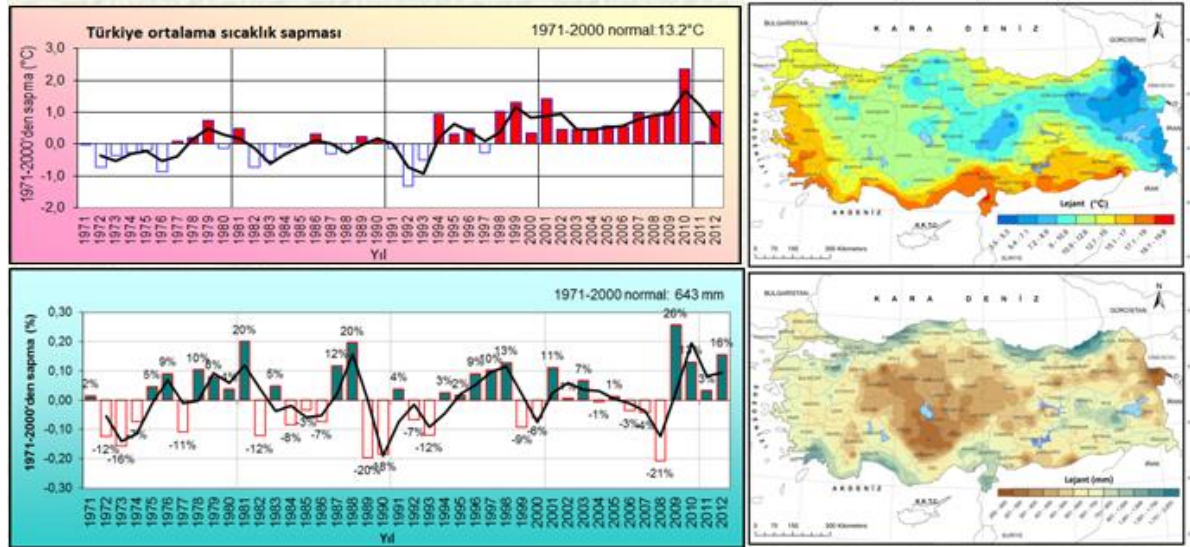


Şekil 6. Elmanın fenolojik dönemleri ((DMİ, 2005).

Elmanın fenolojik dönemleri tomurcukların kabarması, tomurcuklarının açılması, yapraklanma, çiçeklenme, meyve bağlama, olgunlaşma ve hasat şeklinde belirtilmektedir.

2.4. Türkiye iklim değerlendirmesi

Türkiye ılıman kuşak ile subtropikal kuşak arasında yer alır. Üç tarafının denizlerle çevrili olması, dağların uzanışı ve yeryüzü şekillerinin çeşitlilik göstermesi, ülkede farklı özellikte iklim tiplerinin oluşmasına neden olmaktadır. Ülkemizin kıyı bölgelerinde denizlerin etkisiyle daha ılıman iklim özellikleri görülürken; kuzey Anadolu ve Toros sıradağlarının deniz etkilerini engellemesi sonucu iç kesimlerde karasal iklim özellikleri görülür

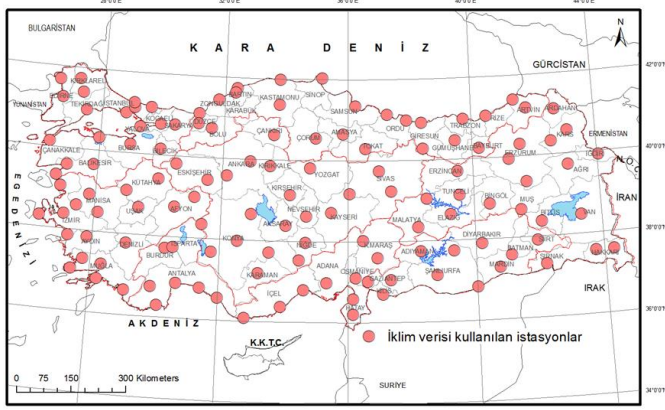


Şekil 7. Sıcaklık ve yağışların zamansal ve alansal değişimi (Şensoy vd, 2008’den güncellenerek)

Türkiye’nin 1971-2000 iklim periyoduna ait uzun yıllık ortalama sıcaklığı 13.2°C’dir. Türkiye ortalama sıcaklıklarında 1994 yılından bu yana (1997 yılı hariç) pozitif sıcaklık anomalileri ve artış trendi izlenmektedir. Türkiye’nin 1971-2000 iklim periyoduna ait ortalama yıllık toplam yağışı 643 mm’dir. Türkiye yağışlarının zaman serisi ve anomalisi incelendiğinde kurak ve ıslak periyotların birbirini izlediği görülmektedir (Şekil 7).

3. Kullanılan Veriler

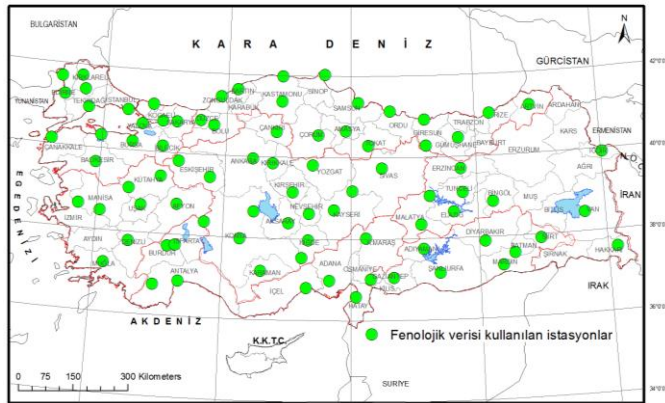
3.1. İklim verileri



Çalışma için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) 1971-2012 yıllarını kapsayan ve il merkezleri ile büyük ilçelerden oluşan 130 istasyonun ortalama sıcaklık ve yağış verileri temin edilmiştir. İklim verisi kullanılan istasyonlar tüm il merkezlerini ve büyük ilçeleri içermekte olup Türkiye'yi temsil edecek şekilde dağılmışlardır.

Şekil 8. İklim verisi kullanılan istasyonlarının coğrafi dağılımı

3.2. Fenolojik veriler



Çalışma için MGM'den 1979 - 2010 yılları arası verisi bulunan buğday için 77, elma için 70 ve kiraz için 83 istasyona ait fenolojik veriler temin edilmiştir. Fenolojik verisi kullanılan istasyonlar Erzurum, Kars, Ardahan, Ağrı ve Muş dışında Türkiye'yi temsil edecek şekilde dağılmışlardır.

Şekil 9. Çalışmada fenolojik verisi kullanılan istasyonların coğrafi dağılımı

4. Analiz ve Bulguların Yorumlanması

4.1. Veri Analiz Yöntemi

İklim verileri ve fenolojik veriler işlenip analiz edilerek aralarındaki ilişki ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır. Veriler Excel ortamında düzenlenip her fenolojik dönem için gereken gün sayıları hesaplanmış ve yılın günü şeklinde kaydedilmiştir. Trend analizi 'Mann Kendall trend analiz yöntemi' ile, eğim tahminleri ise 'Sen eğim tahminleri' ile yapılmıştır (Salmi vd, 2002). Doğrulanmış ve ilişkilendirilmiş veri setlerinin grafikleri ve haritaları hazırlanmıştır. Haritalar Surfer ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımları kullanılarak üretilmiştir.

4.2. Verilerin ilişkilendirilmesi

Büyümenin gerçekleştiği şubat-mayıs arası ortalama sıcaklıklar ile fenolojik veriler arasındaki korelasyon katsayıları Pearson çarpım-moment korelasyon katsayısı ile aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (URL 11).

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n - 1)s_x s_y}$$

Burada; \bar{x} ve \bar{y} , x_i ve y_i için örneklem (sıcaklık ve fenolojik veriler) aritmetik ortalamaları; s_x ve s_y x_i ve y_i için örneklem standart sapmaları ve toplam $\sum i=1$ ile n arasındadır.

Tablo 1. İlişki düzeyi ve yönü (URL 1)

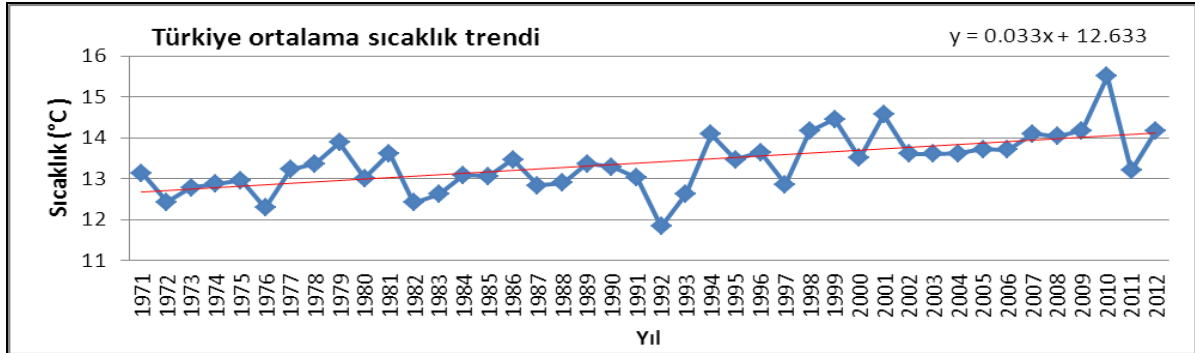
Korelasyon	Negatif	Pozitif
Düşük	-0,29 - -0,10	0,10 - 0,29
Orta derecede	-0,49 - -0,30	0,30 - 0,49
Yüksek	-0,50 - -1,00	0,50 - 1,00

Hem noktasal hem Türkiye geneli Korelasyon katsayıları (r) hesaplanmıştır. Korelasyonun açıklaması Tablo 1'e göre yapılmıştır.

Kaynak: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Korelasyon>

4.3. Türkiye ortalama sıcaklıklarındaki değişimler

Sıcaklıkların fenolojik dönemleri nasıl etkilediğini değerlendirebilmek için öncelikle Türkiye ortalama sıcaklıklarındaki değişimler sorgulanmıştır.



Şekil 10. Türkiye'nin yıllık ortalama sıcaklıkları ve trendleri

Türkiye'de 1971 – 2012 periyodunda sıcaklıklar artmaya devam etmiştir. Artış trendi 3.3°C/ yüzyıl şeklindedir ve bunun 1.3°C'lik kısmı (14.1-12.8) zaten gerçekleşmiştir (Şekil 10).

Tablo 2. Türkiye 1971-2012 ortalama sıcaklıklarının eğim istatistikleri

Zaman serisi	İlk yıl	Son yıl	n	Mann-Kendall trend		Sen eğim tahminleri				
				Test Z	Önemlilik	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95
Ocak	1971	2012	42	1.15		0.037	-0.04	0.11	-0.02	0.08
Şubat	1971	2012	42	0.61		0.017	-0.06	0.09	-0.04	0.07
Mart	1971	2012	42	0.76		0.019	-0.04	0.08	-0.02	0.07
Nisan	1971	2012	42	1.19		0.021	-0.03	0.07	-0.02	0.06
Mayıs	1971	2012	42	1.86	+	0.024	-0.01	0.06	0.00	0.05
Haziran	1971	2012	42	4.64	***	0.048	0.02	0.07	0.03	0.06
Temmuz	1971	2012	42	4.25	***	0.052	0.03	0.08	0.03	0.07
Ağustos	1971	2012	42	4.60	***	0.065	0.03	0.10	0.04	0.09
Eylül	1971	2012	42	2.41	*	0.031	0.00	0.06	0.01	0.05
Ekim	1971	2012	42	2.04	*	0.038	-0.01	0.09	0.00	0.07
Kasım	1971	2012	42	1.24		0.027	-0.03	0.09	-0.02	0.07
Aralık	1971	2012	42	1.69	+	0.043	-0.02	0.10	0.00	0.08
Yıllık	1971	2012	42	4.53	***	0.033	0.02	0.05	0.02	0.05

Trendlerdeki önemlilik düzeyleri: ***p<0,001, **p<0,01, *p<0,05, +p<0,1

Mann-Kendall trend analizi ile yapılan çalışmada Türkiye’de tüm aylardaki sıcaklık eğilimlerinin pozitif olduğu izlenmektedir (Tablo 6). Özellikle yaz mevsimi ile yıllık sıcaklıklardaki artış eğilimlerinin %99.9 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür. (p<0.001). Eylül ve ekim ayı sıcaklık trendlerinin %95 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür. Bunun yanında mayıs ve aralık ayı sıcaklık trendlerinin %90 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür. Yıllık sıcaklık verisindeki doğrusal trend 0.33°C/onyıl şeklindedir. Çalışmada ele alınan 1971-2012 yılları boyunca ortalama sıcaklıklar yaklaşık 1.3°C artmıştır. Türkiye sıcaklıklarındaki bu değişiklikler, küresel sıcaklık değişimleri ile de uyumludur (Şensoy vd., 2007).

4.4. İklim ve fenolojik veriler arası ilişki katsayıları

Tablo 3. İstasyonların fenolojileri ile şubat-mayıs ortama sıcaklıkları arası ilişki katsayıları

Boylam	Enlem	İSTASYON	Buğday başak	Buğday hasat	Kiraz çiçek	Kiraz meyve	Kiraz hasat	Elma çiçek	Elma meyve	Elma hasat
35,35	36,98	ADANA	-0,11	-0,18						
38,28	37,75	ADIYAMAN	0,19	0,39						
30,53	38,75	AFYONKARAHİSAR	-0,33	0,12	-0,28	-0,33	-0,96	0,33	-0,04	0,08
34,05	38,38	AKSARAY	-0,37	-0,37				0,34	0,20	-0,04
35,85	40,65	AMASYA	-0,77	-0,05	-0,84	-0,43	-0,98	-0,80	-0,82	0,09
32,88	39,95	ANKARA	-0,34	-0,46	-0,84	-0,83	-0,82	-0,20	0,08	-0,59
30,70	36,87	ANTALYA	-0,13	0,41						
41,82	41,18	ARTVİN	-0,02	0,54	0,75	0,23	-0,04	-0,16	-0,09	0,20
27,87	39,65	BALIKESİR	0,20	-0,27				0,08	0,29	0,10
32,33	41,63	BARTIN	-0,36	-0,56				0,03	-0,82	-0,42
29,98	40,15	BİLECİK	-0,09	-0,07	-0,59	-0,51	-0,66	0,15	-0,12	0,65
40,50	38,87	BİNGÖL	-0,20	-0,37				-0,22	-0,44	-0,28
31,60	40,73	BOLU	-0,10	-0,06	0,23	0,35	0,49	-0,17	-0,03	0,19
30,30	37,72	BURDUR	-0,13	-0,20	0,10	-0,54	-0,36	0,56	0,79	-0,41
29,00	40,22	BURSA	-0,51	-0,64	-0,26	-0,16	-0,43			
26,40	40,13	ÇANAĞKALE	-0,28	-0,17	-0,41	-0,59	-0,43	0,07	0,20	-0,05
33,62	40,62	ÇANKIRI	-0,39	-0,13				0,22	-0,02	-0,05

Pozitif ilişkiler **kırmızı**, negatif ilişkiler **mavi** renkte gösterilmiştir. İlişkinin derecesi ise 0.10-0.29 düşük, 0.30-0.49 orta derecede, 0.50-1.00 yüksek ilişki şeklindedir (Tablo 3).

Noktasal ilişkilerin yanında Türkiye geneli olarak büyümenin gerçekleştiği şubat-mayıs arası ortalama sıcaklıkları ile fenolojik veriler arasında negatif ilişkiler bulunmuştur. Hem noktasal hem de Türkiye geneli olarak kirazın meyve ve hasat dönemleri ile sıcaklıklar arasında yüksek negatif ilişkiler söz konusudur (r=0.98, Amasya).

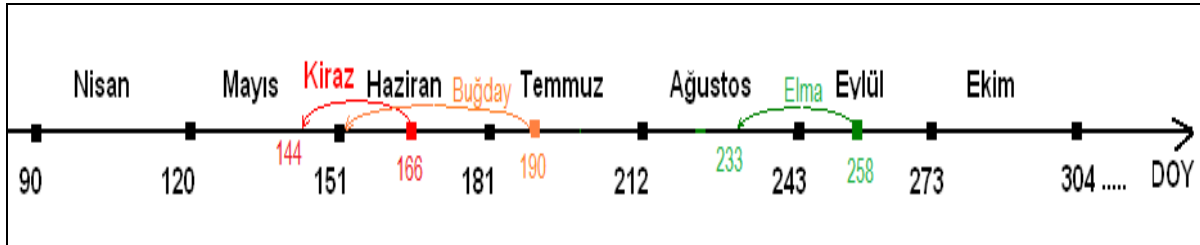
4.5. Fenolojik dönemlerle ilgili trendler ve eğim tahminleri

Tablo 4. Türkiye’de fenolojik dönemlerle ilgili trendler ve eğim tahminleri

Fenolojik dönemler	İlk yıl	Son yıl	n	Mann-Kendall trend		Sen eğim tahminleri				
				Test Z	Önemlilik	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95
Kış uykusu uzunluğu	1979	2010	32	-1,41		-0,38	-1,13	0,31	-0,95	0,13
elma çiçek	1979	2010	32	-1,76	+	-0,20	-0,47	0,10	-0,41	0,00
elma meyve	1979	2010	32	-1,22		-0,13	-0,46	0,17	-0,36	0,08
elma hasat	1989	2010	22	-2,02	*	-0,25	-0,59	0,10	-0,50	0,00
kiraz çiçek	1991	2010	20	-0,52		-0,26	-1,09	0,68	-0,89	0,40
kiraz meyve	1980	2010	31	-1,70	+	-0,12	-0,33	0,07	-0,29	0,01
kiraz hasat	1987	2010	24	-1,36		-0,22	-0,60	0,31	-0,53	0,14
buğday başak	1979	2009	31	-4,58	***	-0,40	-0,58	-0,24	-0,53	-0,29
buğday hasat	1979	2009	31	-4,52	***	-0,40	-0,56	-0,20	-0,53	-0,25
Şubat-mayıs ort. sic.	1979	2010	32	2,29	*	0,05	0,00	0,09	0,01	0,09

Trendlerin önemlilik düzeyleri ***p<0,001, **p<0,01, *p<0,05, +p<0,1

Gerçekleştirilen Mann-Kendall trend analizine göre bitki gelişiminin başladığı şubat-mayıs dönemi sıcaklıklarındaki 0.5°C/on yıl şeklindeki artış (%95 seviyesinde önemli) fenolojik olayların tarihlerinde fark edilir bir şekilde negatif trend olarak adlandırılabilir ve erkene kayma ile sonuçlanacak değişikliklere sebep olmuştur. Özellikle kışlık buğdayın başaklanma ve hasat tarihlerinde yüz yılda 40 gün öne kayma eğilimi hesaplanmıştır ve bu trend %99.9 seviyesinde önemlidir. Elmanın hasat tarihinde 25 gün/100 yıl şeklinde erkene kayma eğilimi bulunmuştur. Bu trend de %95 seviyesinde önemlidir. Ayrıca elmanın çiçeklenme ve kirazın meyve oluşumu tarihlerinde de sırasıyla 20 ve 12 gün/100 yıl olmak üzere erkene kayma eğilimi bulunmuştur. Bu iki trend de %90 seviyesinde önemlidir. Diğer fenolojik dönemlerde de erkene kaymanın arttığı görülmüştür fakat bunlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 4).

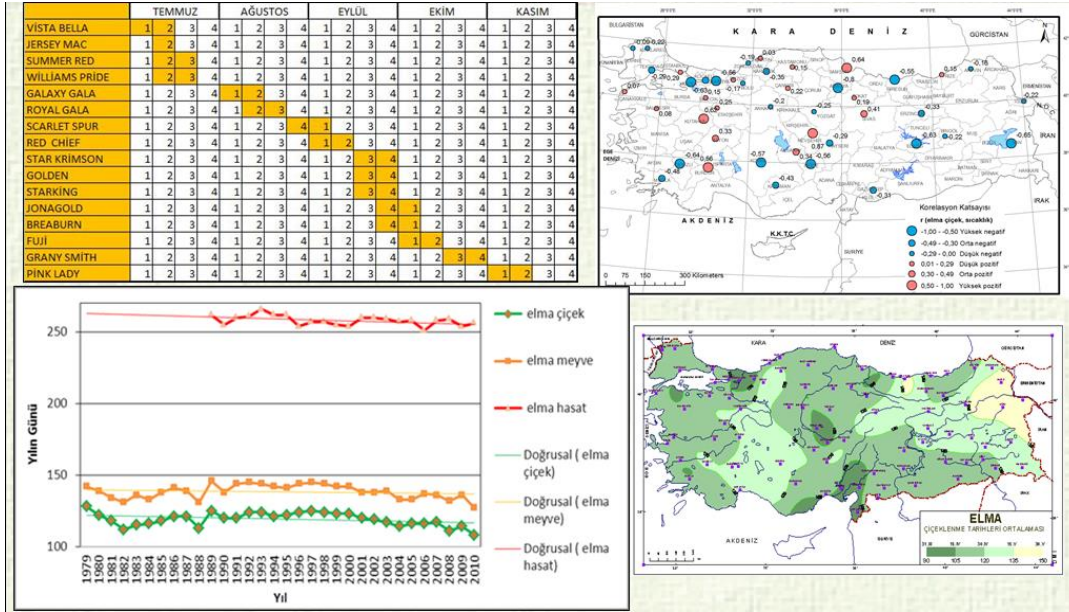
**Şekil 11.** Yılım günleri ile kiraz, buğday ve elmanın hasat tarihlerindeki değişimler

Elma, kiraz ve buğdayın hasat tarihlerinde beklenen trend sırasıyla -25,-22,-40 gün/100 yıldır.

4.6. Fenolojik Dönemlerin Hava Sıcaklığına Hassasiyeti

Bulunan regresyon katsayısı şubat-mayıs arası ortalama sıcaklıklarda 1.0°C’lik artışın Elmanın çiçeklenme, meyve ve hasat tarihlerini sırasıyla 2, 2.6 ve 5 gün, kirazın çiçeklenme, meyve ve hasat tarihlerini sırasıyla 5.2, 2.4 ve 4.4 gün; buğdayın başaklanma ve hasat tarihlerini ise 8 gün erkene kaydıracağını göstermektedir.

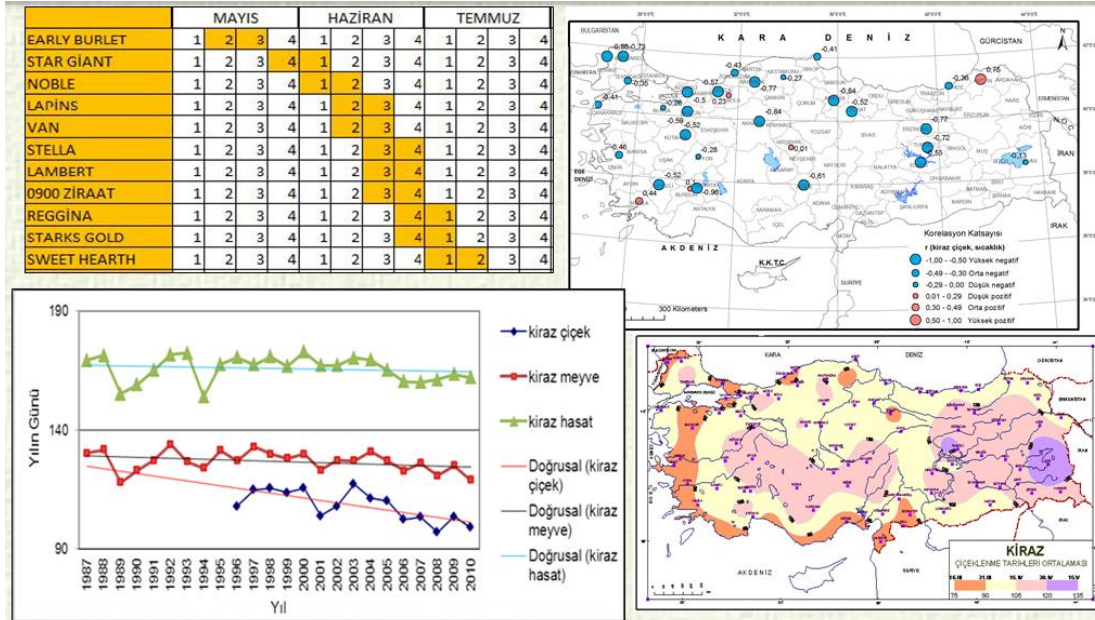
4.7. Elmanın fenolojik dönemlerindeki değişimler



Şekil 12. Elma türleri ve hasat tarihleri (sol üst) sıcaklık ve elma çiçeklenme tarihi arasındaki ilişki (sağ üst) elma fenolojik dönemlerinin trendleri (sol alt) ve elma çiçeklenme tarihleri haritası (sağ alt)

Elmanın çiçeklenme, meyve oluşumu ve hasat olmak üzere her 3 fenolojik döneminde de sırasıyla 20, 13 ve 25 gün/100 yıl şeklinde erkene kayma eğilimi gözlenmiştir .

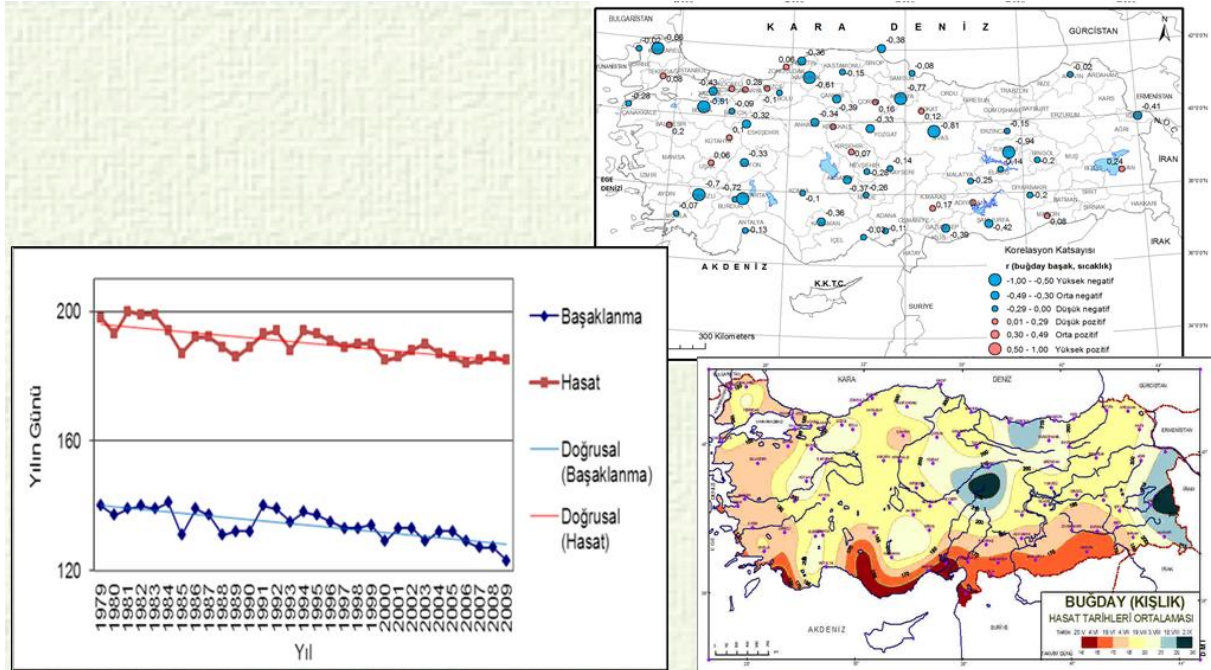
4.8. Kirazın fenolojik dönemlerindeki değişimler



Şekil 13. Kiraz türleri ve hasat tarihleri (sol üst) sıcaklık ve kiraz çiçeklenme tarihi arasındaki ilişki (sağ üst) kiraz fenolojik dönemlerinin trendleri (sol alt) ve kiraz çiçeklenme tarihleri haritası (sağ alt)

Kirazın çiçeklenme, meyve oluşumu ve hasat olmak üzere her 3 fenolojik döneminde de sırasıyla 26, 12 ve 22 gün/100 yıl şeklinde erkene kayma eğilimi gözlenmiştir

4.9. Buğdayın fenolojik dönemlerindeki değişimler



Şekil 14. Sıcaklık ile buğday başaklanma tarihi arasındaki ilişki (sağ üst) buğday fenolojik dönemlerinin trendleri (sol alt) ve buğday hasat tarihleri haritası (sağ alt)

Buğdayın başaklanma ve hasat olmak üzere her iki fenolojik döneminde de 40 gün/100 yıl şeklinde erkene kayma eğilimi gözlenmiştir.

5. Sonuç

Türkiye'de 1994 yılından bu yana pozitif sıcaklık anomalileri bulunmuştur. Elma, kiraz ve buğdayın fenolojik dönemleri ile bitki gelişiminin fazla olduğu şubat-mayıs ortalama sıcaklıkları arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Bu durum bitkilerinin artan sıcaklıklarına tepki olarak fenolojik dönemlerini erkene kaydardıklarını göstermektedir. Elma, kiraz ve buğdayın hasat tarihleri için hesaplanan trend sırasıyla -25, -22, -40 gün/100 yıl şeklindedir. Şubat-mayıs arası sıcaklıklarda 1.0°C'lik artışın anılan bitkilerin hasat tarihlerini sırasıyla 5, 4 ve 8 gün erkene kaydıracağı hesaplanmıştır.

21. yüzyıldaki iklim değişikliği 20. yüzyılda gözlenenden daha geniş ve daha kuvvetli olacaktır. Türkiye için beklenen sıcaklık projeksiyonları 3-4°C/100 yıldır (RCP 4.5), (Demir vd., 2013). Buna bağlı olarak yüzyılın sonlarına doğru bitkilerin fenolojik devrelerinde önemli değişiklikler olacağı beklenmektedir.

Türkiye için gerçekleştirilen iklim indisi çalışmasında sıcaklıkla ilişkili yaz günleri, tropik geceler, sıcak günler ve geceler ile büyüme sezonu uzunluğu indislerinde artış trendleri bulunmuştur.

Kısalan gelişme döneminin tahıllarda tane doluluğu, başak başına tane sayısı ve tane ağırlığı üzerine negatif etkileri olacaktır. Meyve ağaçlarının erken çiçek açması da geç don zararını artırabilecek, erken olgunlaşan ürünlerin kalitesi bozulacak ve pazar değerleri düşecektir.

Referanslar

Chmielewski, F.-M., Müller, A., Bruns, E., 2002: Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000, Humboldt University of Berlin.

Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A., Demircan, M., Akçakaya A., 2013, Yeni senaryolarla Türkiye için iklim değişikliği projeksiyonları, TİKDEK 2013, url: <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/rcp-45.pdf>

DMİ, 2005, Fenolojik Gözlemler, Meteoroloji memurlarının el kitabı, Teknik Seri No. 6.

Kadioğlu, M., Şaylan, L., 2000: Trends of Growing Degree-Days in Turkey, İTÜ, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Meteorology, Maslak, 80626 Istanbul, Turkey

Koch, E., Bruns, E., 2, Chmielewski, F.M., 3, Defila, C., Lipa, W., Menzel, A., 2007, Guidelines for plant phenological observations, World Meteorological Organization, url:

Salmi, T., Maatta, A., Anttila, P., Ruoho-Airola, T., Amnell, T., 2002, Detecting Trends of Annual Values of Atmospheric Pollutants by The Mann-Kendall, FMI, Helsinki

Şensoy, S., T. C. Peterson, L. V. Alexander, X. Zhang, 2007: Enhancing Middle East Climate Change Monitoring and indexes, American Meteorological Society DOI: 10.1175/BAMS-88-8-1249

Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, Y., Balta, İ., 2008, Türkiye iklimi, D.M.İ., Ankara
Url: http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye_iklimi.pdf

Şensoy S., Türkoğlu N., Akçakaya A., Ulupınar Y., Ekici M., Demircan M., Atay H., Tüvan A., Demirbaş H., 2013: Trends in Turkey Climate Indices From 1960 to 2010, 6th Atmospheric Science Symposium, 24-26 April 2013, İTÜ, Istanbul, Turkey.

TÜİK, 2012, Türkiye istatistik yılı 2012, Türkiye tarım istatistikleri, url: <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>

URL 1: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Korelasyon> 3 Mart 2014