



Edirne İlinde Ürün Deseninin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri Kullanılarak Belirlenmesi ve Ayçiçeği Verim Tahmini

Asuman YERDELEN¹, Ali MERMER¹, Fatma DEDEOĞLU¹, Hakan YILDIZ¹, Yalçın KAYA² Sami SÜZER², Murat Barış ÖCAL³

¹ Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

² Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü- Edirne,

³ Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara

ÖZET

Tarım alanları ve tarımsal üretim hakkında doğru bilgi, gerek Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve gerekse diğer alanlardaki karar vericilerin yapacağı planlama ve yatırımlarda daha sağlıklı karar vermelerine yardımcı olacaktır. Bunun sonucunda ülke kaynakları daha etkin ve verimli olarak kullanılabilir, sosyal maliyeti düşük, fayda / maliyet analizi pozitif yatırımlar gerçekleştirilecektir. Bu amaç doğrultusunda Edirne ilinde ürün deseni belirlenmesi ve ayçiçeği verim tahmini bu proje ile gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında uydu görüntülerinin sınıflandırılması ve verim tahmini için arazi çalışmaları yapılmış ve Edirne iline ait 9 ilçede toplam 500 adet GPS ile koordinat toplanmıştır. Uydu görüntülerinin sınıflanması sonucu Edirne ilinde ayçiçeği üretim alanı miktarı 114.562 ha olarak belirlenmiştir. Ayrıca FAO'nun geliştirmiş olduğu agrometeorolojik simülasyon modeli (AGROMETSHELL) kullanılarak verim tahmini yapılmıştır. Buna göre de 2007 yılı verim değeri 151 kg/da bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği, verim tahmini, ürün deseni, uydu görüntüsü

Determination of Crop Cultivation Patterns Using Geographic Information Systems and Remote Sensing and Sunflower Yield Prediction in Edirne

ABSTRACT

Reliable information about agricultural areas and agricultural production will be beneficial for decision makers working for both Ministry of Agriculture and Rural Affairs and other fields to make more appropriate decisions in planning and investment activities. As a result of this optimum usage of our sources and positive benefit/cost analysis investments will be realized in low social cost. For this purpose determination of crop cultivation patterns and sunflower yield prediction in Edirne were done with this Project. Satellite images were classified and field work for yield prediction were executed in 9 county which belong to Edirne province. 500 GPS coordinates were collected in the study area. In the respect of classified images, sunflower cultivation areas were calculated as 114.562 ha in Edirne. Furthermore, a simulation model developed by FAO named as AGROMETSHELL was used for yield estimation. According to this prediction sunflower yield was found 151 kg/da in 2007.

Key Words: Sunflower, yield prediction, crop pattern, satellite image

GİRİŞ

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), günümüzün en önemli yağ bitkilerinden birisidir. Ayçiçeği yağı yemeklik kalitesi yönünden tercih edilen bitkisel yağlar arasında ilk sırayı almaktadır. Ayçiçeği, dünyada yaklaşık 23.445.450 ha alanda ekilmektedir. Dünya da ayçiçeği tarımını yapan başlıca ülkeler Rusya, Ukrayna, Arjantin, Macaristan, Fransa, İspanya, Hindistan ve Türkiye'dir. Türkiye'de yıllara göre değişmekle beraber yaklaşık 480.000-750.000 hektar arası alanda ayçiçeği tarımı yapılmaktadır. Ülkemiz ayçiçeği ekiliş alanlarının %73'ü Trakya-Marmara, %13'ü İç Anadolu, %19'u Karadeniz, %3'ü Ege ve %1'i Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindedir (Süzer, 2005).

Türkiye'de kişi başına yıllık 17.6 kg civarında bitkisel sıvı yağ tüketimi vardır. Oysa AB ülkelerinde kişi başına yıllık yağ tüketimi 24 kg civarındadır. Ülkemizdeki kişi başına yağ tüketimi AB ülkelerine göre az olmasına rağmen, yinede yağ bitkileri üretimi yetersizliğinden her yıl 300 bin tonun üzerinde bitkisel yağ ithalatı yapılmaktadır (Süzer, 2005).

Bitkisel yağlara olan ihtiyacımız, ülkemizin nüfus artış hızına paralel olarak sürekli artmakta olup, kişi başına 17.6 kg/yıl bitkisel yağ tüketimi baz alındığında yurt içi bitkisel yağ talebimiz 1.200 bin ton civarında olacağı hesaplanmaktadır. Son yıllardaki ayçiçeği üretimimiz olan 600-800 bin ton (ortalama %40 yağ miktarı) dikkate alınırsa bu üretim bitkisel yağ talebinin ancak %25-30'unu karşılayabilmektedir. Genel olarak ülkemizde insan beslenmesinde kullanılan bitkisel yağların %48.4'ü ayçiçeğinden, %33.6'sı pamuktan, %18'i de zeytin ve diğer yağ bitkilerinden karşılanmaktadır. Ancak her yıl, ülkesel ayçiçeği üretiminin yetersiz oluşu nedeniyle de bitkisel yağ açığını kapatmak üzere hem yağlık ayçiçeği tohumu hem de ham yağ ithalatına başvurulmaktadır. Bitkisel yağ açığımızın kapatılabilmesi için yağlı tohumlu bitkilerin üretiminin artırılması gerekmektedir (Anonim, 2000).

Türkiye'de ayçiçeği üretiminin artırılması konusunun Avrupa Birliği Müktesebatı (*acquis communautaire*) çerçevesinde ele alınmasında ve bu doğrultuda kısa, orta ve uzun vadeli planlamalar yapılması uygun olacaktır. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Araştırma Enstitüleri, Üniversiteler, Trakya Birlik, Karadeniz Birlik, Fisko Birlik, Tarih, Marmara Birlik, Türkiye Yağ Sanayicileri, Panko Birlik, Ziraat Odaları gibi kuruluşların ilgili birimleri bir koordinasyon içerisinde, AB tarım müktesebatını da göz önünde bulundurarak, ortak politikalar izleyerek ihtiyacımız olan ayçiçeği yağının yerli üretimle karşılanması yoluna gitmelidir.

Edirne ilindeki ürün deseninin belirlenerek ekim alanlarının tespiti ve ayçiçeği verim tahmininin belirlenmesi ile ülke tarımında önemli ihracat potansiyeli bulunan ürünlerin planlanması daha sağlıklı yapılacak ve ulusal veri tabanına katkı sağlayarak diğer çalışmalara ışık tutacaktır.

Üretim planlaması ile özellikle münavebeye dayalı üretimin devreye sokulması, aynı alanlarda devamlı olarak aynı bitkilerin üretimi ile hastalık, zararlılar ve gübreleme sonucu toprağın kirlenmesi önemli oranda önlenebilecektir. Bu konunun hedefe ulaşmasında coğrafi bilgi sisteminin (GIS) devreye sokulması sadece bu ürün açısından değil tüm bitki grupları için gerekli ve Türk tarımının ilerlemesi açısından önemli görülmektedir. Tarım alanları ve tarımsal üretim hakkında doğru bilgi, gerek Bakanlığımız ve gerekse diğer alanlardaki karar vericilerin yapacağı planlama ve yatırımlarda daha sağlıklı karar vermelerine yardımcı olacaktır. Bunun sonucunda ülke kaynakları daha etkin ve verimli olarak kullanılabilir, sosyal maliyeti düşük, fayda / maliyet analizi pozitif yatırımlar gerçekleştirilecektir (Anonim, 2001).

Uzaktan algılamanın tarımda kullanımı ile ilgili olarak birçok çalışma yapılmıştır. Bu konuda çalışan Russel ve ark., (1992), Miller ve ark., (1992), Brisco ve Brown (1992) ve diğerleri iyi bir arazi sürveyi, hava fotoğrafları ve diğer yardımcı verilerle kombine edilmiş yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin detaylı ve doğru arazi sınıflanması sağlayacağını ortaya koymuşlardır. Özel ve Yıldırım (1992), "Türkiye Buğday Üretimini Tesbit" projesi kapsamında uydu görüntüleri kullanılarak Adana, Adıyaman, Diyarbakır ve Şanlıurfa illerindeki tahıl ekim alanlarını %15 hata payı ile belirlemişlerdir. Proje raporunda hata payının azaltılması için erken ve geç tarihte olmak üzere en az iki farklı tarihte görüntü alınması önerilmiştir. Csornai ve ark. (1990) Macaristan'da yaptıkları çalışmada Landsat TM görüntüleri kullanarak çeşitli tarım ürünlerinde ekiliş alanlarını %10-20 yanlış payı ile belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu tür çalışmalarda bir ön saha çalışmasının gerekliliğini vurgulamışlardır. Gutierrez ve ark. (2008), hassas tarım uygulamalarında ayçiçeği verimini haritalamak ve verim tahmini için hava fotoğrafı ve modelleme yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Csornai ve ark. (1999), buğday, mısır, ayçiçeği için uyguladıkları verim tahmin

modelinde yüksek çözünürlüklü (LANDSAT, IRS, SPOT) ve düşük çözünürlüklü (NOAA AVHRR) görüntülerini birlikte kullanmışlardır. Geliştirdikleri modelde elde ettikleri tahmin ile ulusal istatistik değerleri arasında r2 değerini 0.81 ile 0.89 olarak bildirmişlerdir.

Projede uydu görüntüleri ve bu görüntüleri işlemek için bilgisayar donanım ve yazılımları ile arazi çalışmaları sonucunda toplanan yer bilgileri kullanılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Uydu Görüntüleri

Bu çalışmada alan tespiti amacıyla 3 adet Spot uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bunlar Edirne ilini kapsayan SPOT 4 (path/row-96-266- Temmuz-2007), SPOT 2 (path/row-96-267- Temmuz-2007) ve SPOT 4 (path/row-96-268- Temmuz-2007) uydu görüntülerinden oluşmaktadır. Ayrıca arşivimizde var olan 2000 yılına ait LANDSAT görüntülerinden de yardımcı veri olarak faydalanılmıştır. Ayçiçeği verim tahmini amacıyla yapılan çalışmalarda 1982- 2008 tarihleri arası uzun yıllar 10 günlük dönemler halinde birleştirilmiş NOAA bitki indeksi (NDVI) uydu görüntülerinden faydalanılmıştır.

İklim Verileri

Edirne ili ve çevresindeki istasyonlara ait 1982'den bugüne kadar olan günlük meteorolojik kayıtlar Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bu veriler maksimum, minimum, ortalama sıcaklıklar, nispi nem, yağış, güneşlenme şiddeti ve süresi, rüzgar hızı parametrelerinden oluşmaktadır.

Kullanılan Yazılımlar

Erdas Imagine: Görüntü işleme

Arcgis: Veri hazırlığı, sunum haritaları

AgroMetShell: Agrometeorolik olarak bitki takibi ve verim tahmini,

Windisp: NDVI görüntü istatistiği,

Excel: Veri hazırlığı, evapotranspirasyon hesaplama,

Jump: İstatistik

Bu proje metot olarak arazi ve büro çalışmalarını kapsamaktadır. Arazi çalışmaları sonucunda elde edilen yer bilgilerinin uydu görüntüleri ile entegrasyonu sağlanmış, Edirne iline ait ürün deseni çıkartılarak alanları hesaplanmış ve ayçiçeği verimi tespit edilmiştir.

Arazi çalışmaları:

Arazi çalışmaları, genellikle çalışılmak istenen ürünün gelişme evreleri süresince yapılarak bu devrelerde vereceği spesifik yansıma değerlerinin tespit edilmesi, bitkinin üretim yerlerinin koordinatlı olarak belirlenmesi ve böylelikle uydu görüntüleri ile yorumlanmasını kolaylaştırmak amacıyla yapılmaktadır. Bu projede çalışma bölgesindeki ayçiçeği ve diğer ürünler için arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu amaçla bölgeye gidilerek ayçiçeği üretimi yapılan tarlalardan tesadüfi örnekleme noktaları alınmıştır. 2006 yılı Temmuz ayı içerisinde Edirne iline gidilerek GPS yardımı ile 9 ilçeden 500 adet koordinatlı veri alınmıştır. Bu veriler ziyaret edilen tarlalarda ekilen ürün ve verim bilgilerinden oluşmaktadır. GPS ile araziden alınan bu veriler bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra, arazide kaydedilen tarlaya ait tüm bilgiler Excel tablosundaki sütuna tek tek elle girilmiştir.

Büro çalışmaları:

Projede uydu görüntülerinden tematik bilgi elde edilmesinde kullanılan görüntü işleme yazılımı (Erdas-Imagine) kullanılmıştır. Söz konusu bölgeye ait, ayçiçeği üretim süreci ve bölgedeki ürün desenine bağlı olarak uygun görüntü tarihleri belirlenmiş ve bu tarihli uydu görüntüleri satın alınmıştır. Bu projede SPOT uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Öncelikle alınan görüntülerin rektifiyesi (gerçek düzlem üzerine oturtulması) tamamlandıktan sonra, sınıflandırılma işlemine başlanmıştır. Sınıflandırma yapılırken eğitimli sınıflama yöntemi uygulanmıştır. Bu amaçla ilk olarak arazi çalışması ile elde edilen GPS veri tabanından faydalanılarak doğruluğu kesin olan alanlardan örnek veri (eğitim verisi) belirlenmiş ve bu örnek veri yardımı ile otomatik sınıflama yapılmıştır.

İkinci aşamada otomatik sınıflama ile elde edilen sınıflanmış görüntüdeki hatalar düzeltilmiştir. Bu işlem 9 ilçe üzerinde yapılarak tamamlanmıştır. Bu çalışmalarda ArcGIS ve Erdas-Imagine yazılımları kullanılmıştır. Elde edilen yer bilgilerinin uydu görüntüleri ile entegrasyonu sağlanarak söz konusu alana ait ayçiçeği üretim alanı miktarı ve mevcut ürün deseni tespit edilmiştir.

Agrometeorolojik Verim Tahmini

İklim tarımsal üretimi etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Tarımsal üretim; yağış miktarı, yağışın yıl içerisindeki dağılımı ve sıcaklık gibi iklim faktörlerinin etkisi altındadır. Ürün verim tahmini ve ürün gelişimini izlemek için bu tür iklim faktörlerini dikkate alan simülasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Bu projede verim tahminleri FAO tarafından geliştirilen Agrometeorolojik Simülasyon Yöntemine göre yapılmıştır.

Yöntemin mantığı bitki yetiştirme periyodu boyunca bitkinin ihtiyacı olan suyun yeterli olup olmadığını saptanmasına dayanmaktadır. Bu amaçla model toplam evapotranspirasyonu hesaplayıp, yağış, toprak nemi ve ürünün su ihtiyacını dikkate alarak su yeterliği ile ilgili bir seri parametre üretmektedir. Bu parametreler çoklu regresyon yöntemi ile Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin uzun yıllar verim istatistikleri ile ilişkilendirilerek belirli bir yıla ve döneme ait verim tahmini yapılmaktadır. DMİ'nin ölçüm yaptığı 265 meteorolojik istasyona ait günlük iklim verileri model veri tabanına girilmektedir. Model 10'ar günlük dönemler halinde çalıştırılarak o tarihe kadar olan iklim verileri değerlendirilmektedir. Hasada kadar geçen sürede bu işlem tekrarlanmaktadır. Yeni iklim verileri elde edildikçe verim tahmini güncellenmektedir.

TÜİK verim değerleri ve Agrometeorolojik modelden elde edilen çıktılarla yapılan regresyon analizindeki parametre sayısını arttırmak için NOAA görüntü arşivinden yararlanılmıştır. NOAA uydu görüntülerinden elde edilen NDVI (vejetasyon indeksi) verileri yağış ile ilişkili vejetasyon şartlarının izlenmesinde kullanılmaktadır. Vejetasyondaki canlılık hasat sonunda elde edilecek verim ile çoğu zaman ilişkilidir. Bu ilişkiyi arttırmak için yıl boyunca elde edilen NDVI görüntüleri kullanılarak bitki gelişimini gösteren çeşitli parametreler elde eden VAST (Vegetation Analysis in Space and Time) Modelinden yararlanılmıştır. Bu model, FAO'nun Famine Early Warning System (FEWS) programı kapsamında geliştirilmiştir. Vast modeli NDVI kullanarak bir bölgedeki tarımsal sezonun başlangıç tarihini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla NDVI zaman serisine ait eğrinin yapısı kullanılmaktadır. Analizciye yardımcı olmak üzere on adet parametre üretilmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Edirne ilinde ayçiçeği üretim alanı miktarı 114.562 ha olarak belirlenmiş ve mevcut ürün deseni içerisinde çeltik, arpa, buğday, mısır gibi ürünlerde tespit edilmiştir. Edirne ilinde diğer ürünlere ait elde edilen alanlar aşağıdaki Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Edirne İlinde İlçelere Göre Ürün Desenine Ait Ekim Alanları

	Ayçiçeği (ha)	Orman (ha)	Mısır (ha)	Nadas (ha.)	Anız (ha)	Çeltik (ha)	Mera (ha)	Toplam (ha)
MERİÇ	337	14,251	2,082	953	3,316	13,912	5,533	40,047
SÜLEOĞLU	7,518	7,954	685	208	473	-	9,869	26,026
HAVSA	153	423	2,028	6,014	10,031	4,136	20,055	42,264
MERKEZ	14,556	27,071	-	6,693	64	8,053	5,761	62,134
İPSALA	16,852	2,116	-	969	8,071	19,123	11,885	59,016
ENEZ	1,672	6,308	-	13,759	-	2,946	10,282	34,967
UZUNKÖPRÜ	26,268	20,64	1,303	7,891	20,545	11,819	30,68	67,826
LALAPAŞA	773	19,299	-	991	10,558	-	11,082	41,930
KEŞAN	22,967	45,656	-	17,146	-	6,695	11,498	103,962
Toplam	89,833	122,655	6,098	54,416	52,521	66,684	85,965	478,172

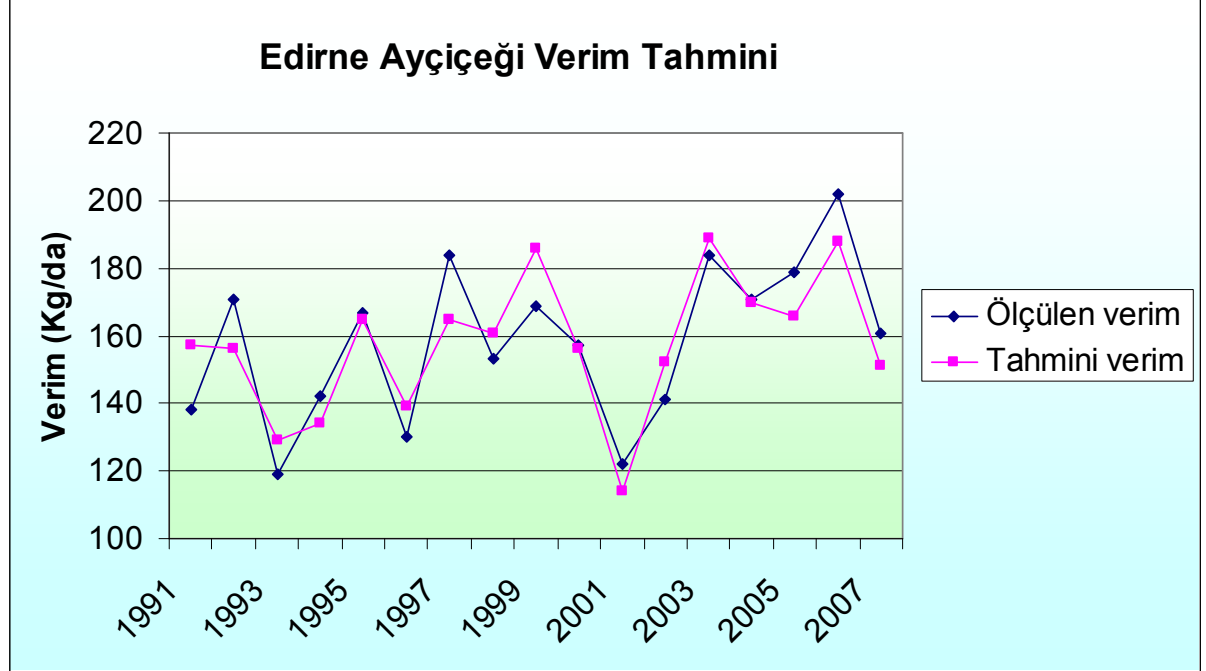
Projenin daha sonraki çalışmalarında ise; ayçiçeğinde verim tahmini ile ilgili veri tabanı oluşturulması ve model geliştirilmesi kısmına geçilmiştir. Ayçiçeği verim tahmini çalışmasında mekansal (spatial) verim tahmini ve diğer bir yöntem olan Agrometeorolojik similasyon yöntemiyle verim tahmini yapılmıştır.

Mekansal (spatial) verim tahmini için arazi çalışması yapılırken dekara verim alınabilecek, ilin farklı toprak yapısını içeren tarlalardan örnek alınmıştır. Örnek alınan bu arazilerin; sorunsuz taban araziye temsil edecek yerlerden ve orta ve düşük verim alınabilecek kıraç, taşlık vb. gibi arazilerden alınmasına özellikle dikkat edilmiştir. Proje ortağımız olan Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden hasat sonunda tarla sahiplerinden; koordinatı belirli tarlalardan elde edilen verim (kg/da) değerleri temin edilmiştir. Daha sonra bu verim (kg/da) değerleri ile uydu görüntüleri yansımaları arasında kurulacak istatistiksel ilişkilere bakılarak verim değerleri hesaplanmıştır.

Agrometeorolojik veriler, NDVI verileri ve verim istatistikleri arasında regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan istatistiki değerlendirmelerde Edirne iline ait ayçiçeği verim değerleri elde edilmiştir. Çoklu regresyon analizinde su yeterlilik indeksi(indx_n), skew (PEAK den 3 on günlük sonraki NDVI toplamının, PEAK den 3 on günlük önceki NDVI toplamına bölümünden elde edilen değer), slop (vejetasyon başlangıcı ile vejetasyonun en fazla olduğu doğrunun eğimi) ve Mayıs sıcaklık değişkenleri verimle ilişkili bulunmuştur. Analiz sonucuna göre Mayıs ayı sıcaklığı ile NDVI, SLOP değeri önemli bulunmuştur. Yapılan istatistiki analizler detaylı olarak Şekil 1’de verilmiştir. Bu parametreler kullanılarak Edirne ilinde Ayçiçeği verim tahmini yapılmıştır. 2007 yılı için 151kg/da 2008 yılı için 202 kg/da verim tahmin edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Gözlenen ve Tahmin Edilen Ayçiçeği Verimleri

İL	YIL	Gözlenen Verim (kg/da)	Tahmini Verim (kg/da)
EDİRNE	1991	138	157
EDİRNE	1992	171	155
EDİRNE	1993	119	129
EDİRNE	1994	142	134
EDİRNE	1995	167	165
EDİRNE	1996	130	139
EDİRNE	1997	184	166
EDİRNE	1998	153	161
EDİRNE	1999	169	186
EDİRNE	2000	157	156
EDİRNE	2001	122	114
EDİRNE	2002	141	152
EDİRNE	2003	184	189
EDİRNE	2004	171	170
EDİRNE	2005	179	166
EDİRNE	2006	202	188
EDİRNE	2007	164	151
EDİRNE	2008	-	202



Şekil 1. Ölçülen ve tahmin edilen verimler arasındaki ilişki.

SONUÇ

Proje kapsamında uydu görüntülerinin sınıflandırılması ve verim tahmini için arazi çalışmaları yapılmış ve Edirne iline ait 9 ilçede toplam 500 adet GPS ile koordinat toplanmıştır. Uydu görüntülerinin sınıflanması sonucu Edirne ilinde ayçiçeği üretim alanı miktarı 114.562 ha

hesaplanmıştır. İklim verileri ve düşük mekansal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri (NOAA) kullanılarak verim tahmini yapılmıştır. Buna göre de 2007 yılı verim değeri 151 kg/da bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2000. Sanayi Bitkileri Alt Komisyon Raporu. DPT VIII. 5 Yıllık Kalkınma Planı.
- Anonim, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu Raporu Sanayi Bitkileri Alt Komisyonu, Ankara.
- Bernath, S., Brunego, M., Laaykey, L. and Smith, S. 1992. Using GIS and Image Processing to Prioritize Cumulative Effects Assessment. Proceedings, GIS'92 Symposium, P.C3, 1-6 Polar's Learning Assoc. Inc., Vancouver. B.C.
- Brisco, B. and Brown, R.J. 1995. Multidate SAR/TM Synergism for Crop Classification in Western Canada. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. Pp. 1009-1014.
- Csornai, G., Cs. Wirnhardt, Zs. Suba, P. Somogyi, G. Nádor, L. Martinovich, L. Tikász, A. Kocsis, Gy. Zelei and M. Lelkes. 1999. Crop monitoring by remote sensing. Paper presented at the FIG Commission 3 Annual Meeting and Seminar, 21-23 October, Budapest, Hungary.
- Csornai, G., Dalia, O., Farkasfalvy, J. and Nador, G. 1990. Crop Inventory Studies Using Landsat Data on a Large Area in Hungary. Application of Remote Sensing in Agriculture.
- Gonzales, J., Barry, M., Johnson, J., Lackowski, H., Landrum, V. and Maus, P. 1992. Vegetation Classification and Old-Growth Modelling in the Jemez Mountains. USDA Forest Service Nationwide Forestry Applications Program. Salt Lake City, Utah U.S.A.
- Gutiérrez, P.A., F. López-Granados, J.M., Peña-Barragán, M., Jurado-Expósito, M.T., Gómez-Casero and C. Hervás-Martínez. 2008. Mapping sunflower yield as affected by *Ridolfia segetum* patches and elevation by applying evolutionary product unit neural networks to remote sensed data. Computers and Electronics in Agriculture, Volume 60, Issue 2 (March 2008).
- Özel, M. ve Yıldırım, H. 1992. Türbüt Projesi. 1. Yıl 1991 Raporu. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi. Gebze, Kocaeli.
- Price, K.P., S.L. Egbert, M. Duane Nellis, Re-Yang L. and R. Boyce. 1992. Mapping land cover in a High Plains agro-ecosystem using a multi-date Landsat Thematic Mapper modeling approach. This article is published in the Transactions of the Kansas Academy of Science, vol. 100, no. 1/2, p. 21-33 (1997).
- Russel, G., Balogh, M., Bell, C., Green, C., Milliken, J. A. and Ottoman, R. 1998. Mapping and Monitoring Agricultural Crops and other Landcover in the Lower Colorado River Basin. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. Vol. 64. No.11. Pp 1107-1113.
- Süzer, S. 2005. Ayçiçeği ürün raporu.
- Teply, J. and Green, K. (1991). Old-Growth Forest: How Much Remains. Geoinfo Ssystems.