

ÇEŞİTLİ BİTKİLERİN DEĞİŞİK DALGA BOYLARINDA YANSIMA DEĞERLERİNİN
ÖLÇÜMÜ VE UYDU VERİLERİYLE İLİŞKİLERİ

İ.YEĞİNGİL(1) V.PEŞTEMALCI(1) H.ÖGELMAN(2) U.DİNÇ(3)

ÖZET

1981 yılında yapılan bu çalışmada Çukurova Üniversitesi Araştırma Çiftliği'nden seçilen pamuk, soya fasülyesi, narenciye, çıplak toprak, yabancı ot ve yonca alanlarının tayfsal yansıtmaları yer ölçümleri ile belirlendi. Yansımaları bitkilerin büyüme mevsimi boyunca alındı ölçümler Ç.Ü., Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü'nde geliştirilen taşınabilir ve LANDSAT-3 uydusu MSS (Multispectral Scanner System) bandlarına benzer bir radyometre ile yapıldı. Bitki alanlarının tayfsal yansıtmaları, gri kart referans alınarak belirlendi. Elde edilen verilerden bitkilerin büyüme mevsimi boyunca tayfsal yansıtma değerlerindeki değişimler ve bitki boyunun tayfsal yansıtma etkisi incelendi.

Uydu verileriyle yer verilerinin ilişkilerini araştırmak amacıyla 2 Ağustos 1979 tarihli LANDSAT-3 uydu verileri ve aynı günün yer verileri kullanıldı. Bu verilerle yer ölçümleri karşılaştırıldığında, yer verilerinin uydu verileri cinsinden ifade edilebileceği, dolayısıyla yer ölçümü yaparak değişik bitkilerin hangi zamanlarda uydu verileriyle en iyi gözlenebileceği ve gözlenecek bitkilerin tayfsal yansıtma özellikleri saptandı.

(1) Çukurova Üniv. Fen Ed. Fakültesi Fizik Bölümü Adana

(2) Max Planck Institute für Physik und Astrophysik München

(3) Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Adana

ABSTRACT

In this work, the spectral reflectances of cotton, soya-bean, citrus, bare soil, grass and alfaalfa fields which were selected from The Research Farm of Çukurova University, were determined by ground-based measurements in 1981. Reflectance data was collected during the growing season of crops. The measurements were made by a portable radiometer which was build in Çukurova University, Arts and Sciences Faculty, Physics Dept., similar to Landsat-3 satellite MSS (Multispectral Scanner System) bands. The spectral reflectances of these crop surfaces were determined relative to a gray card. From the data, differences of spectral reflectances of crops during the growing season and the effect of the crop lengths on the spectral reflectances were examined.

Landsat-3 satellite data dated 2 August 1979 were used to find the correlation with the ground-based data taken on the same month. Consequently, it was found that the ground-based data can be represented in the terms of the satellite data, hence it was concluded that by making ground-based measurement it was possible to decide the best observational time of various crops by means of satellite data.

GİRİŞ

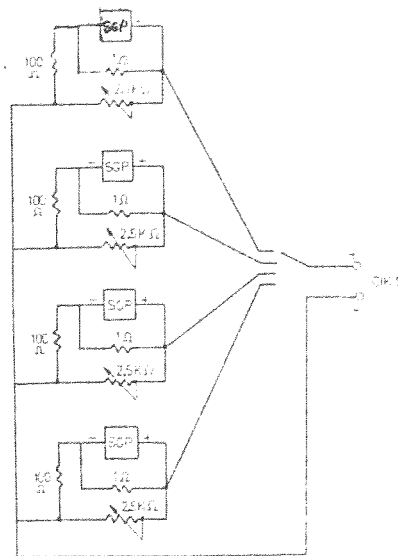
Yeryüzü kaynaklarını araştırmak ve yeryüzünün doğal olayları ile ilgili çalışabilmek amacıyla uzaya gönderilen uydu dizilerinden biri de LANDSAT olarak adlandırılmıştır [1-5]. Landsat sistemlerinde bulunan MSS (Çok Bandlı Algılayıcı) dört ayrı banttıan algılama yapmaktadır [2,3,6]. 4.,5.,6. ve 7. bant olarak adlandırılan bu bantlardan ilk ikisi görünür bölgede (0,5-0,6 μ m), son ikisi de yakın kızılötesi bölgede (0,7-0,8 μ m ve 0,8-1,1 μ m) algılama yapmaktadır. 4. ve 5. bantlar ile 6. ve 7. bantlar dağılım yönünden birbirlerine benzer olduğundan bitki ile ilgili araştırmalarda genellikle 5. ve 7. bantlar kullanılmaktadır [7-9].

Uydu verilerini tek başına kullanılmak çoğu zaman yanıltıcı olmaktadır. Güvenilir sonuçlar elde edebilmek için uydu verilerini yer ölçümleri ile desteklemek gerekir. Yer ölçümlerinin bir avantajı da uydu verileri ile incelenmesi istenen yeryüzü örtüleri yansıtma değerlerinin diğer cisimlere göre farklı olduğu zamanın belirlenmesidir. Bu nedenle cisimlerin incelenebilme zamanlarının saptanabilmesi için yerden yapılacak ölçümlere ihtiyaç vardır. Yer ölçümlerinde en çok kullanılan düzenek spektoradyometrelerdir [3].

Bu çalışmada Landsat MSS bantlarına benzer duyarlıkta dört bantlı bir radyometre geliştirilmiş ve çeşitli bitki alanlarının dört ayrı bantta yansıma verileri alınmıştır. Yerden yapılan bu ölçümlerden bitki alanlarının ayırımı yapılabilecek en uygun zaman aralıkları bulunmuştur. Yerden radyometre ile alınan veriler Landsat verileri ile karşılaştırılmış ve birbirleriyle uyum sağladığı gözlenmiştir.

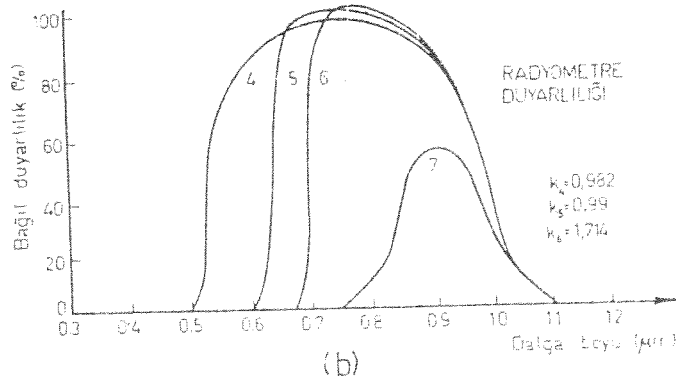
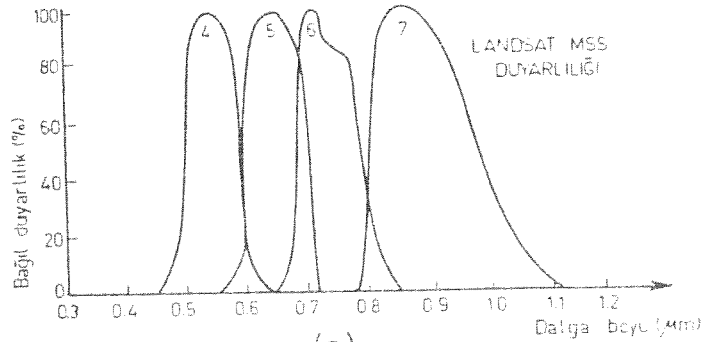
MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada yerden yansıma ölçmek için geliştirilen radyometre, Landsat MSS bantlarına benzer dört banda sahiptir. Bu düzenek, algılayıcı birim ve ölçüm birimi olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır (şekil 1). Algılayıcı birim güneş pili ve



Şekil 1. Radyometre algılayıcı biriminin şeması. Şekilde SGP Silikon Güneş Pillerini göstermektedir.

filtrelerden oluşmakta. ölçüm birimi de güneş pili çıkışı ölçen 0,01 milivolt hassasiyetinde bir voltmetredir. Algılayıcı birimde 0.4-1.3µm dalgaboyu aralığında duyarlılığı olan dört adet silikon güneş pili (SGP) kullanılmıştır. Her bir güneş pili uygun filtrelerle birlikte bir bantı oluşturmakta ve bir komütatör ile bant seçimi yapılmaktadır. Her bant için kullanılan 1 Ohm'luk direnç güneş pilinin yaklaşık kısa devre akımını oluşturmak için kullanılmıştır. Landsat MSS bantlarının ve radyometre bantlarının duyarlılıkları şekil-2'de gösterilmiştir. Radyometre ile yapılan



Şekil-2.Landsat MSS bantları (a) ve radyometre bantlarının (b) duyarlılıkları.

ölçümlerde değişik bantlardaki yansımaya değerlerini elde etmek için filtre geçirgenliklerinin farklarına bakılmış ve tüm ölçümlerde gri kart referans olarak kullanılmıştır. Gri kart referans olarak kullanıldığında değişik bantlarda yansımaya değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla kolayca bulunmaktadır.

$$R_i = \frac{I_i - k_i I_{i+1}}{J_i - k_i J_{i+1}} \quad i=4,5,6$$

ve

$$R_7 = \frac{I_7}{J_7} \quad (1)$$

Burada I ve J değerleri sırasıyla alan ve gri karttan yansıyan ışık şiddetinin değerlerini, k değeri bantları oluşturan filtreler arasındaki normalize faktörünü ($k = 0,981, k = 0,99, k=1,714$), i indeksi ise bant numaralarını belirlemektedir. Bu işlemlerde gri kartın yansıtmasının $0,5-1,1\mu\text{m}$ dalgaboyu aralığında değişmediği kabul edilmiştir.

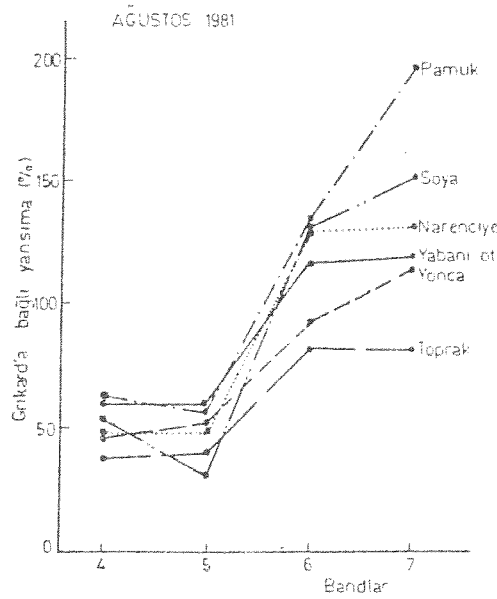
Landsat verileri ve yer verilerini karşılaştırmak için uydunun görüntü aldığı şartlarda yer verilerinin de alınması gerekmektedir. Yukarıdaki şartlar altında uydunun görüntüleyebileceği bir alanda yapılacak ölçümler Landsat uydu verileri cinsinden ifade edilebilecektir. Yer ölçümleri Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma Çiftliği'nde yapılmış ve veriler Landsat'in geçtiği güne yakın şartlarda toplanmıştır. Alınan verilerle, 5.bant/7.bant oranı ile bitki indeksi (BI) denilen ve aşağıda tanımlanan oranın uydu verileriyle uyuşacağı kabul edilmiştir [10,11].

$$BI = \frac{7.\text{Bant} - 5.\text{bant}}{7.\text{Bant} + 5.\text{bant}} \quad (2)$$

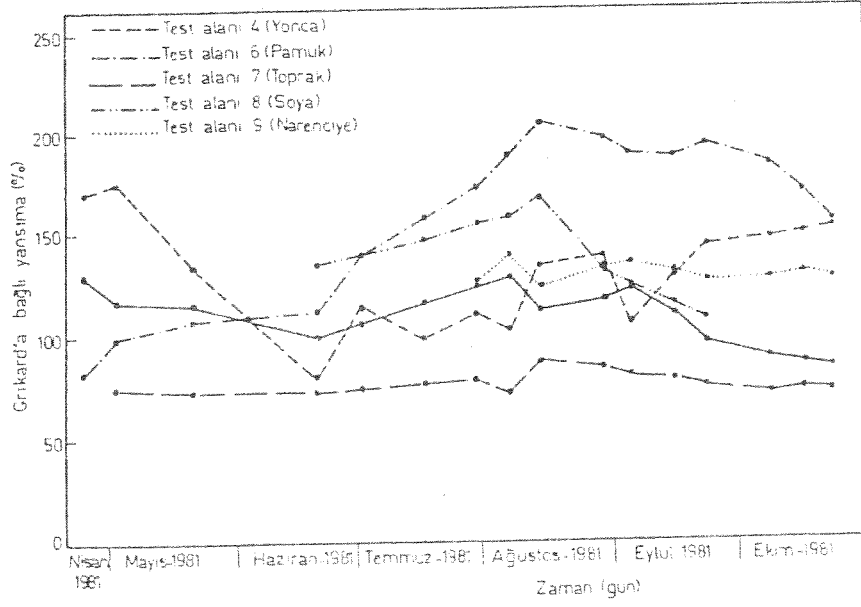
Bu varsayımlar kullanılarak, 3 Ağustos 1979 tarihli Landsat verileri ile yerden ölçülen veriler arasında bir dönüşüm faktörü bulunmuştur. Atmosferik olaylara bağlı olan bu faktörler her görüntü için yeniden bulunmalıdır. Diğer bir deyişle bu faktörler atmosferin geçirgenliğiyle birlikte değişmektedir. Dönüşüm faktörünü bulmak için yer ölçümleri alınan değişik alanların yansıtma değerleri iki bantta (5. ve 7. bantlar) ölçülmüş ve aynı işlem benzer alanların Landsat verileri için yapılmıştır.

Elde edilen dağılımların bu iki bantta çakışması gerektiği kabul edildiğinde yer ölçümlerinin belirli bir faktörle çarpılması gerekmekte, bu faktör de elde edilen edilecek dağılımdan kolayca bulunmaktadır. Dağılımdan elde edilen faktör $a \pm a$ şeklinde olacaktır. Burada verilen , dağılımının o banttaki ortalama parlaklığının aynı bantla ölçülen yer ölçümlerindeki ortalama parlaklığa oranı ise dağılımların standart sapmalarının oranıdır.

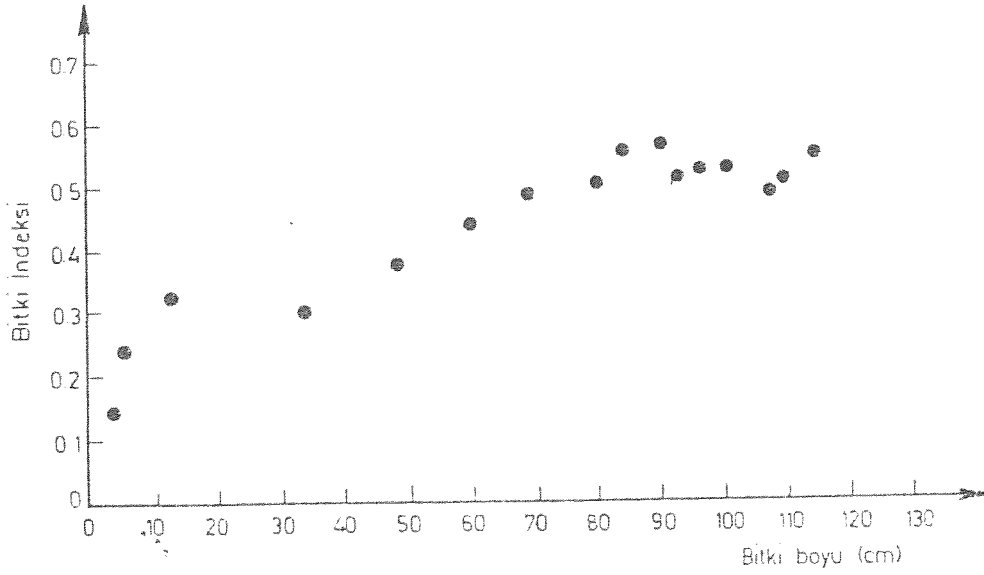
Büyüme mevsimleri boyunca bitkilerin tayfsal yansımalarındaki değişimleri belirlemek amacıyla Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma Çiftliği'nden seçilen pamuk, soya fasülyesi, narenciye, çıplak toprak, yabancı ot ve yonca alanlarından ölçüm alınmaya başlanmıştır. Seçilen bitki alanlarının ağustos ayında dört ayrı bantta ölçülen yansıma değerlerinin ortalaması hesaplanmış ve bu değerlerin bantlara göre dağılımı şekil-3,te gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi 4. ve 5. bantlarda yansıma değerleri dar bir ölçekte toplanmakta, 6. ve 7. bantlardaki yansıma değerleri ise geniş bir ölçüğe dağılmaktadır. 7. banttaki yansıma değerlerini en geniş ölçüğe dağılmış olması nedeniyle bu bandın bitkilerin yansımalarındaki değişiklikleri en iyi gösterici olduğu açıktır. Şekil 4'de seçilen bitki alanlarının 7. banttaki yansıtma değerlerinin zamana göre değişimi görülmektedir.



Şekil 3. Ağustos ayında çeşitli bitkilerin dört bantta ortalama yansıtma değerleri



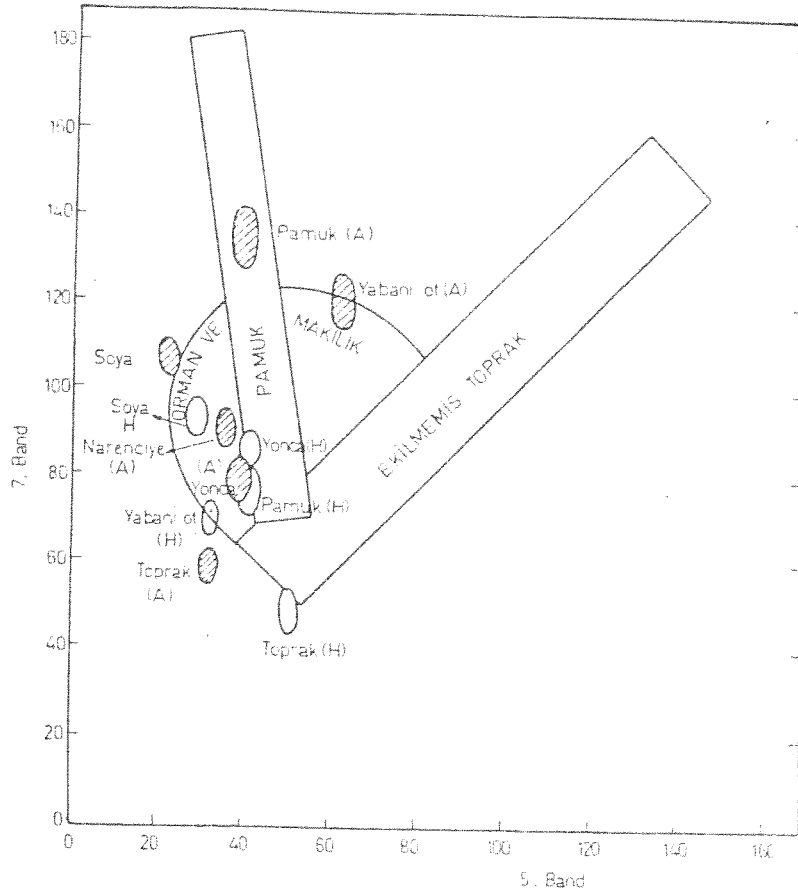
Şekil-4. Seçilen test alanlarından toplanan değişik bitkilerin 7. banttaki yansıtma değerlerinin değişimi.



Şekil-5. Pamuğun büyüme süresince bitki boyu ve bitki indeksi değişimi.

Pamuk alanından alınan 5.ve 7. bant ölçümlerinden bitki indeksinin bitki boyuna göre değişimine bakıldığında (şekil-5) bitki boyu 4-80 cm arasında iken bitki indeksi sürekli artış göstermiş, 80 cm'den daha büyük bitki boyunda ise bu değer sabit kalmıştır. Bunun nedeni, bitki boyunun artması sonucu bitki örtüsünde de artış olmuş ve bitki boyu 80 cm'ye ulaştığında alan yeşil bitki örtüsü ile kaplanmıştır.

Bundan önceki bölümde yapılan varsayımlar kabul edildiğinde Ağustos ayındaki yer ölçümlerinde bulunan 5. ve 7. bantlardaki parlaklık değerleri aynı anda Landsat-3 uydusunun aynı bantlardaki parlaklık değerlerinden 1.43 ± 0.10 kadar daha büyük olmaktadır. Bu değer kullanılarak yer verileri Landsat verileri üzerine taşınmış, şekil-6'da yer ve Landsat verilerinin 5. ve 7. bantlar için iki boyutlu histogramı verilmiştir. Bu taşımada 5. ve 7. bantların atmosfer geçirgenliği aynı kabul edilmiştir. 2 Ağustos 1979 için atmosfer geçirgenliği 0.70 ± 0.05 olarak bulunmuştur.



şekil-6. Landsat-3 verilerinin 5. ve 7. bantlarda histogramı ve yer ölçümlerinin histogram üzerindeki yerleri. Şekilde gösterilen elipsler Haziran (H) ve Ağustos (A) aylarındaki yer ölçümlerini göstermektedir.

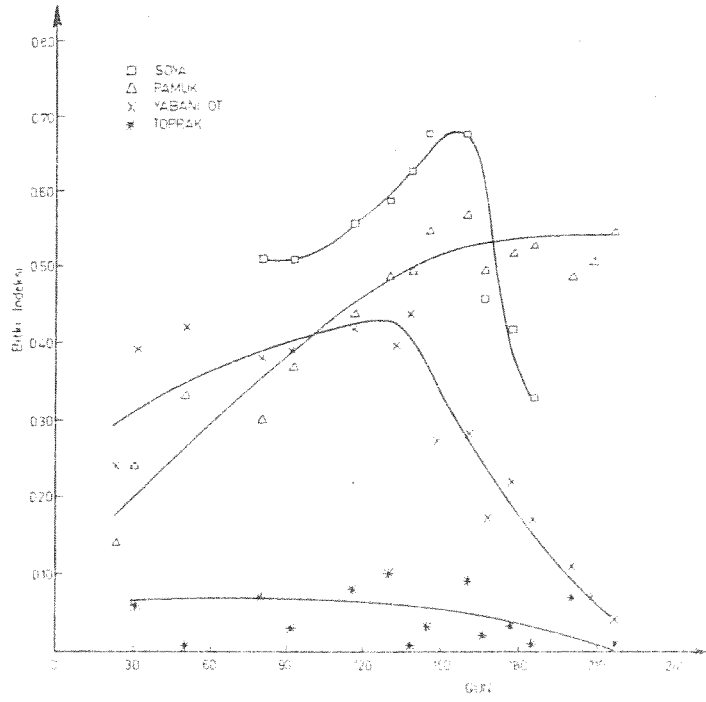
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Çukurova Üniversitesinin araştırma çiftliği kullanılmıştır. Çiftlikte seçilen değişik bitki alanlarında Nisan 1981 ile Ekim 1981 tarihleri arasında ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler mümkün olduğu kadar Landsat uydusunun geçiş tarihlerine ve geçiş zamanına yakın alınmıştır. Gözlemlerin sonucunda yeşil bitkilerin 7.bantta diğer bantlara göre daha iyi algılandığı ve ayırımın bu bantta daha iyi yapıldığı görülmüştür. Çizelge-1'de Ağustos ayı için ölçümü yapılan bitki alanlarının iki bantta yansıtma değerleri verilmiştir. Toprak için yansıtma değerleri toprağın nemine bağlı olduğundan günlük değişimler göstermektedir. Nem ölçümü yapılmadığından tabloda toprak yansıtmasına yer verilmemiştir.

Çizelge-1. Yer ölçümleri ve uydu verileri cinsinden değerleri.

BİTKİ	Ağustos ayında ölçülen yansıtma değerleri		Landsat-3 uydu verileri cinsinden değerleri	
	5. Bant	7. Bant	5. Bant	7. Band
Pamuk	59 ± 4	197 ± 9	41 ± 3	138 ± 6
Soya	31 ± 5	153 ± 18	22 ± 4	107 ± 12
Yonca	60 ± 6	126 ± 19	42 ± 4	88 ± 13
Narenciye	50 ± 7	133 ± 8	35 ± 5	93 ± 6
Yabani ot	60 ± 9	121 ± 8	42 ± 6	85 ± 6

7. banttaki yansıtma değerlerinin en geniş dağılımı göstermesine karşın, bitkilerin kendi aralarındaki dağılımları için bu doğru değildir. Şekil-3'ten de görüldüğü gibi, yabani ot ve yonca 7.bantta birbirlerine çok yakın yansıtma değerleri göstermektedir. Dolayısıyla sadece 7.bandı kullanarak bitkileri birbirlerinden ayırt etmek mümkün değildir. Bu nedenle tek bant yerine, önceki bölümde tanımlanan ve iki bandı birlikte kullanan bitki indeksi kullanarak bu ayırımı yapmak mümkün olacaktır. Çalışma süresince seçilen alanların bitki indeksi değişimi şekil-7'de gösterilmiştir. Şekilden açıkça görüldüğü gibi bitkiler geliştikçe fotosentez için görünür bölgedeki güneş enerjisini soğurmakta, kullanmadığı yakın kızılötesindeki enerjiyi



Şekil-7. Çeşitli bitkilerin bitki indeksi oranlarının büyüme mevsimi boyunca değişimi.

yansıtmaktadır. Bu nedenle bitki indeksi değeri artmaktadır. Bitki belirli olgunluğa eriştikten sonra büyüme durmakta ve sararıp ölmeye başlamaktadır. Bu durumda, bitki güneş enerjisini kullanmadığı için bitki indeksi değeri düşmektedir. Değişik bitkilerin olgunlaşma zamanları farklı olduğundan, özellikleri birbirine çok yakın olan bitkileri uzaydan ayırt etmek için en uygun zamanı seçmek, yapılan bu ölçümlerle mümkün olacaktır. Çalışmada parlaklık ölçümleri alınan bitkilerin bitki indeksinin değişimine en uygun polinomlar yaklaşımları bulunmuştur. Bu yaklaşımlar en iyi üçüncü dereceden polinomlarla yapılmış ve aşağıda elde edilen fonksiyonlar sırasıyla soya, pamuk, yabani ot ve toprak için verilmiştir. Polinomlarda x değişkeni 24 Nisan 1981 gününden itibaren toplam gün sayısıdır.

$$Bi(x) = 260.8 - 6x + 0.06x^2 - 0.00016x^3$$

$$Bi(x) = 10.8 + 0.313x + 0.00036x^2 - 0.0000044x^3$$

$$Bi(x) = 14.9 + 0.738x + 0.0055x^2 - 0.0000086x^3$$

$$Bi(x) = 4.3 - 0.023x + 0.0005x^2 - 0.000002x^3$$

Bu polinomlardan, belirli yer örtüsü için bitki indeksinin en çok farklılık gösterdiği zamanı seçmek oldukça kolaydır. Polinomlardaki sabit terimlerin fiziksel anlamı yoktur. Böyle bir benzetmenin getirdiği kolaylık belirli bir sürede herhangi bir bitki alanının parlaklık değerinin basit olarak hesaplanabilmesidir.

Elde edilen yer verileri ile Landsat verileri arasında ilişki kurabilmek için Ağustos ayında çok miktarda bulunan pamuk bitkisi seçilmiştir. Şekil-8'de 2 Ağustos 1979 tarihli Landsat-3



Şekil-8. 2 Ağustos 1979 tarihinde görüntülenen Çukurova Bölgesinde pamuk ekim alanları. Görüntüde beyaz bölgeler iyi pamuğu (sulu pamuk), az koyu bölgeler kötü pamuğu (az sulanmış veya susuz), koyu bölgeler pamuk dışındaki örtüyü göstermektedir.

uyduşuyla alınan Çukurova Bölgesinin pamuk alanları görülmektedir [7]. Şekilde beyaz bölgeler sulanmış iyi pamuğu, az koyu bölgeler az sulanmış pamuğu, daha koyu bölgeler kötü pamuğu, siyah ve siyaha yakın tonlar ise pamuk olmayan alanları göstermektedir. Bu bölgede yapılan yer alışmaları Landsat verileri ile uyum göstermektedir.

Yer verileri ile yapılan bu bulgularda açıklanan taşıma işlemleri sonucu Çukurova niversitesi arazisinde bulunan pamuk alanları Çukurova Bölgesindeki iyi pamuk alanlarının hemen altındaki bölgeye düştüğü ve parlaklığının Landsat verilerine göre 135 ± 10 olduğu saptanmıştır. Aynı yöntem kullanılarak Tablo-1'deki parlaklık değerlerini Landsat verileri cinsinden gösterebilmek için parlaklık değerlerini 0.70 ± 0.05 ile çarpmak gerekmektedir. Atmosferin geçirgenliği 5. ve 7. bantlarda aynı kabul edildiğinde yukarıda söylenenler 5. bant için de geçerlidir. Tablo-1'de yer lmlerinin Landsat parlaklıklarına çevrimi verilmiştir.

Yer lmleri kullanılarak yalnız yeşil bitki alanlarını bulabilmek oldukça kolay bir yöntem olarak görünmektedir. Bunun yanında, daha çok önemli olan verimlilik ve rekolte tayini yapabilmek için uzun süreli yer ölçümlerine ve bu ölçümlerin Landsat verileri ile ilişkisine ihtiyaç vardır. Bu ölçümlerin çok daha sağlıklı olabilmesi için yer ölçümlerini değişik özellikte ve çok sayıda örnek alanlarda yapmak ve bu alanların da Landsat uydusunun gzleyebileceği kadar büyük olması gerekmektedir. Yer ölçümlerinden elde edilen veriler kullanılarak değişik bitkilerin uzaydan en uygun algılama zamanları ve bu bitkilerin tayfsal özellikleri kolayca çıkarılabilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Mission to Earth: Landsat Views The World, NASA sp., Pub.,360, USA 1976.
- [2] Barret E.C., Curtis L.F., Introduction to Environmental Remote Sensing, Chapman and Hall, London 1976.
- [3] Slater N.P., Remote Sensing Optics and Optical Systems, Addison Wasley Publishing Company, London 1980.

- [4] Lindenlaub J.C., Remote Sensing, What is it?, Minicourse Study Guide 1, Purdue Univ., Indiana 1976.
- [5] Sabin F.F., Remote Sensing Principles and Interpretation, W. H. Freeman & Company, San Fransisco 1987.
- [6] Hoffer R.M., Lindenlaub J.C., Interpretation of Multispectral Scanner Images, Minicourse Study Guide, Purdue Univ., Indiana 1976.
- [7] Yeğingil İ., Ögelman H., Dinç U., Landsat Uyduyu ile Adana İli Pamuk Ekim Alanlarının Saptanması, Ç.Ü. Fizik Bölümü ve Toprak Bölümü, İç Rapor, Adana 1981.
- [8] Wooding M.G., A Four Band Radiometer For Ground Measurement of Spectral Reflectance of Crops-Some Initial Results, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Aerial Photography Unit, Internal Report, Cambridge 1979.
- [9] Dinç U., Ögelman H., Tefek M., Yazıcı H., Yeğingil İ., Landsat - C Verileri ile 1980 Seyhan-Ceyhan Nehirleri Taşkın Alanlarının Araştırılması, Doğa A, 6, 2, 27-33, 1982.
- [10] Richardson A.J., Wiegand C.L., Distinguishing Vegetation From Soil Background Information, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 43, 12, 1541-1552, 1977.
- [11] Justice C.O., Analysis of The Phenology of Global Vegetation Using Meteorological Satellite Data, International Journal of Remote Sensing, 6, 8, 1271-1318, 1985.