

MARUL VE VARYETLERİNİN OLGUNLUK HALİNİ UZAKTAN SAPTAMA TEKNİKLERİ (1)

Poyraz Ülger (2)

Osman Yazıcıoğlu (3)

Ö Z E T

Tarımsal ürünlerin üretici ve tüketicilerinin yararı açısından daha ekonomik bir biçimde pazarlanabilmesi, ürünlerin olgunluk derecelerinin uzaktan saptanması yöntemlerinin geliştirilmesiyle olanaklı olabilecektir. Bu konuda olumlu bir başlangıç kabul edilebilecek bu araştırmada, marul ve varyeteleri ele alınmıştır. İleride diğer tarımsal ürünlerin de bu konuda yapılacak araştırmalarda yer alabileceği belirtilebilir.

Normal ve kırmızı ötesi ışınlar, laser fluoeransı ile azot laser bombardımanı ve sürekli kadmıyım-helyum laseri önemli marul varyetelerinin olgunluk zamanlarının belirlenmesi için kullanılmıştır. Tarlada büyüyen marul varyetelerinin olgunluk dereceleri, eğer bu yöntemler kullanılırsa saptanabilir. Bir başlangıç çalışması olarak bu yöntemlerin kullanılmasına dair burada kaydedilen tartışmalar göstermektedir ki; sözü edilen amaçlar için bu yöntemler gelecekte ümit verici sonuçlar doğurabilecektir.

1. GİRİŞ

Marulun olgunluk derecesinin uzaktan ve elverişli bir yöntemle ortaya çıkarılmasıyla, bölgesel marul ticareti gelişerek üreticiye daha iyi bir ekonomik kazanç ve tüketiciye daha iyi nitelikte ve ucuz ürün sağlanacaktır. Örneğin, bölgesel üretim yeterli duruma geldiğinde tüm satıcılara marul ithal etmelerinin ertelenmesi önerilebilir. Düğün bi ticaret ile, bunun gibi birçok

görüş açılarından da belirgin yararlar sağlanabilecektir. Uzaktan marulun olgunluğunu saptama teknikleri bu uygulamada eğer bir potansiyele sahipse, burada kaydedilen çalışma ilgili araştırmalara bir başlangıç olmaktadır. Son olarak bu tekniğin geliştirilmesiyle periyodik uçak seferleri ile marul ürününün dağıtımına yardım edilebilecektir.

(1) Brach, E. J., J. M. Molnar ve J.J. Jasmin, 1977. J. Agr. Eng. Res. 22 (1): 45-54.

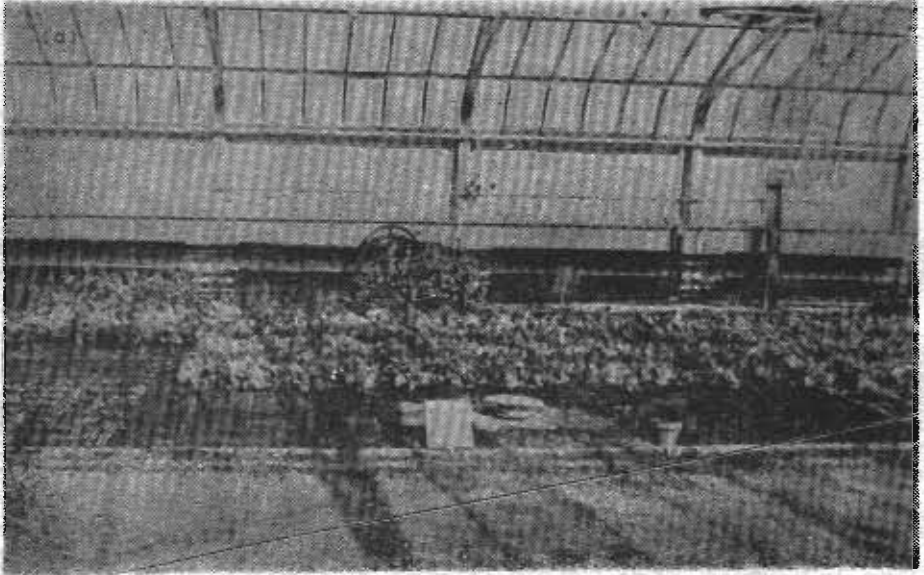
(2) Atatürk Ü.Z.F. Tarım Makinaları Bölümü Doçenti.

(3) Atatürk Ü.Z.F. Tarım Maminaları Bölümü Asistanı.

2. MALZEME ve YÖNTEMLER

Denemeye Imperial 456, Pennlake, Fulton Zero M 1, New York No. 12, Premier Great Lakes, Fulton ve Oswego 77637 olmak üzere yedi çeşit marul alınmıştır. Marullar, gece sıcaklığı 13°C'de ve gündüz 15-18,5°C de tutulan 30,5 X 12,2 X 4,6 m boyutlarındaki bir serada yetiştirilmiştir. Deneme alanı 1,3 X 1,3 m² lik 36 parsel bölünmüştür (Şek. 1 (a)). Toprak 20 cm derinlikte olmak üzere humus,

kil ve kum karışımından hazırlanmış ve sıcaklığı 13-14°C'de tutulmuştur. Marul tohumları 15 Aralık (12-18 parselleri), 22 Ocak (21-27 parselleri) ve 5 Mart (30-36 parselleri) olmak üzere üç tarihte ekilmiştir. Bitkiler her iki haftada bir, litresinde 6 g N-P-K (20-5-30) bulunan su ile gübrelenmiştir. Marulların olgunluğunun saptanması, marullar 18-21 cm yüksekliğe geldiğinde yapılmıştır.



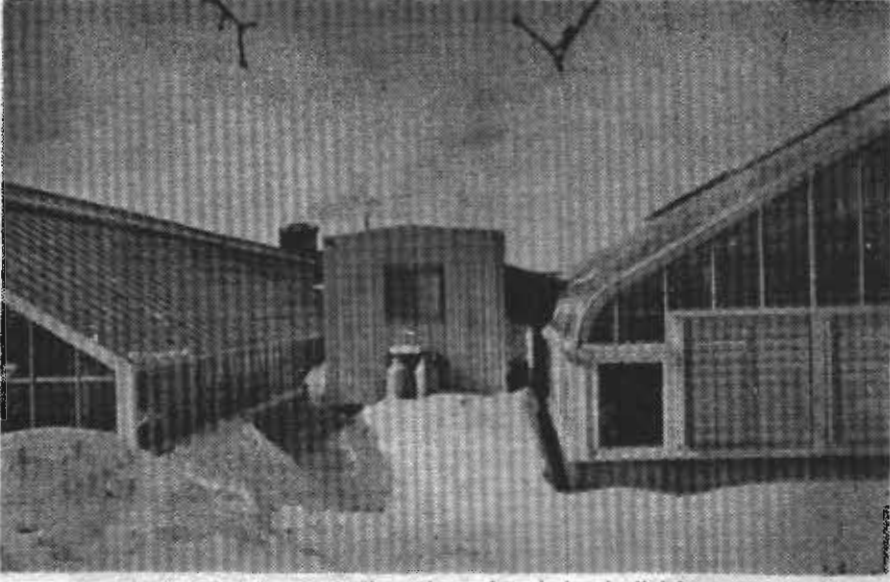
Şekil 1. (a) Seranın içerisindeki deneme parselleri.

Uygulanan teknik yöntemlerle (1,2) marul olgunlukları ve çeşitlerinin tanımlanması, ürünün optik özelliklerinin ölçülmesi (3,6) yoluyla yapılmıştır. Uygun dalga boyu ile marullar uyarıldığında her bir bitkinin belirli oranlarda verilen radyasyon enerjisini veya belirli dalga boylarındaki fluoresans enerjisiyi absorbe ettiği, yansıttığı ya da geçirdiği görülmüştür. Her bitki için tek

olan bir spektral karakteristik ile yansıyan enerjinin enerji dağılımının incelenmesiyle marulun olgunluk derecesi ve hastalık belirtisi saptanmıştır. Marulun optik özelliklerini incelemek amacıyla hareketli bir laboratuvar, seraya yakın bir yere alınmıştır (Şekil 1 (b)). Hareketli laboratuvar, gelen yansımayı görülebilir ultraviyole (200-800 nm) ve kırmızı ötesi ışın (800-3680 nm)

bandlarla ölçülebilir ve 337,1 nm ve 441,0 dalga boylarında bir laser fluoresansı verebilir özelliktedir. Aynı zamanda

bu laboratuvarın bilgi işleme ve alet kullanarak kısa zamanda fluoresansı ölçme yeteneği de vardır (Şekil 2).



Şekil 1. (b) Seraya bağlı uzaktan duyarlı hareketli laboratuvar

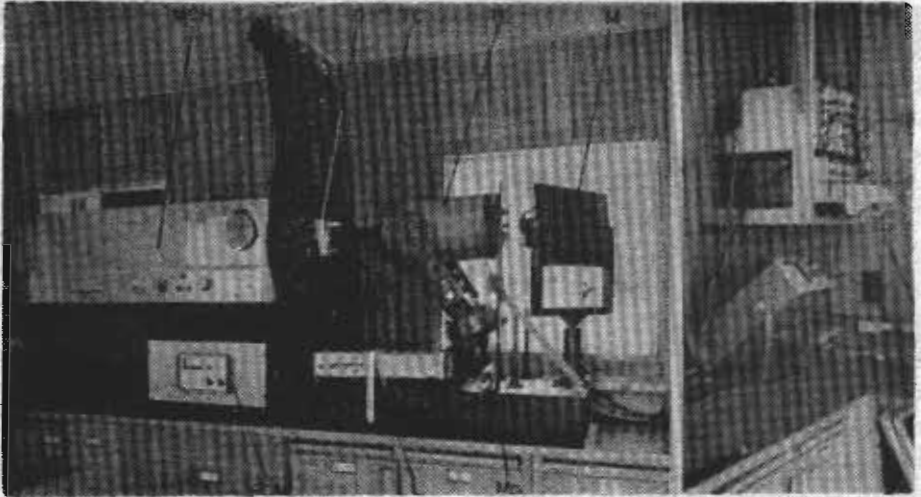
Bitkiler güneş veya yapay ışımaya enerjisi kaynağından bir θ açısıyla gelen ışınlarla (H_λ ($w \text{ cm}^{-2} \mu^{-2}$) aydınlatılmıştır (Şekil 3). Bitki (ρ) ile örtülü alandan iki yönlü yansıtıcıya gelen kısım, sonra bir aynada (M) toplanmıştır. Bitkiler için bu katsayılar arasındaki ilişki spektral yansımının (N_λ) denklemini verir :

$$N_\lambda \text{ (} w \text{ cm}^{-2} \mu^{-1} \text{ steradyan}^{-1}\text{)} = \frac{1}{\pi} H_\lambda \rho \cos \theta$$

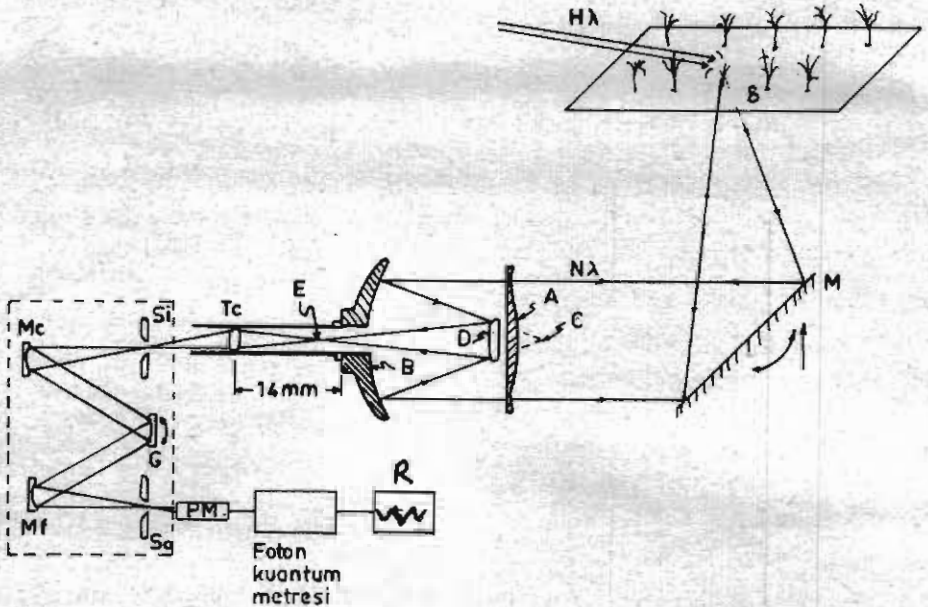
Bu denklem, ışık kaynağından bitkiye düşen ışığın, bitkideki ışığa oranını verir ve bunların her bir dalga boyu özelliği ve aydınlatma açıları için belirlenmesi gerekir. N, ışık spektromet-

resi ile ölçülen bir alanda yetişen bitkilerin spektral ışımaya değeridir.

Aynı doğrultuya gelmeye izin veren dört derecelik bir serbestlikle ayarlanabilir bir ayna (M) ile ultraviyole ve görülebilir dalga boyundaki (300-800 nm) ölçmeler için, bitkiden yansıyan enerji toplanabilir (Şekil 3). Ayna (Şekil 2, M) enerjisi bir Cassegrain Schmidt teleskopuna (TE) gönderir. Teleskoptaki görüntü, telekompresör merceği (TC) ile monokromatör (MCH) giriş yarığına-(Şekil 3 Si) odaklanacak şekilde ayarlanır. Dengeleyici ayna (Şekil 3, Mc) ile geçen bağlı enerji, spektrumu ölçmeğe yarayan düzene (G) yansıtılır. Spektrumu ölçmeye yarayan düzen (G) 500 nm dalga boyunda yansıtma yapar. İz yüzeyinden yansıtma



Şek. 2 Spektrometre. M, ayarlanabilir ayna; TE, teleskop; TC, telekompresör; MCH, monokrometre; D, dedektör, PQW, foton kuantummetre; L, Laser; IB, integratör; R, kaydedici.



Şek. 3 Spektrometrenin şematik gösterilişi. H_{λ} , bağlı enerji; ρ , bitkinin iki yönlü yansımast; N_{λ} , bitkinin pspektral yansımast, M, ayarlanabilir ayna; TC, telekompresör; PM, ışık güçlendirici, R, kaydedici.

nın yönüne denk bir difraksiyon açısı ile bu dalga boyu belirlenir. Monkromatörün ayırma hızı 100 nmmin/'dır.

G'den ayrılan enerji odaklama aynasına (Mf) ve oradan monokromatörün çıkış yarığına (So) yansıtılır. Ayrılan enerj bir

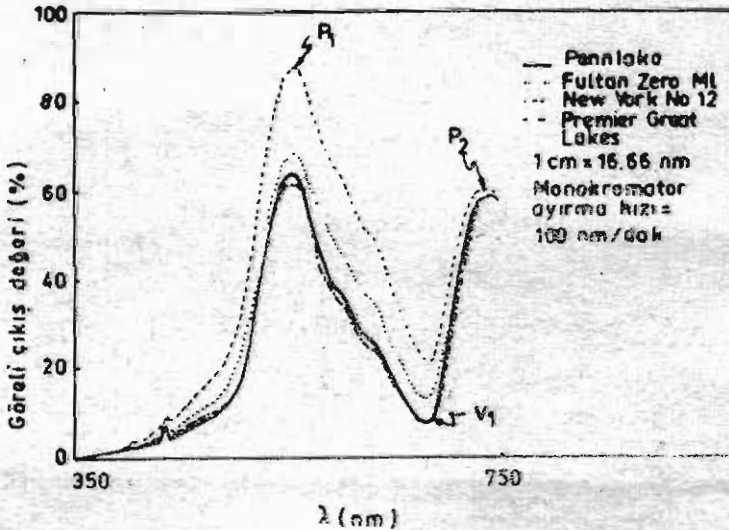
Ölçüler gece, güneş battıktan sonra ve yapay ışık koşullarında yapılmıştır. Seranın çatısında buz oluşarak doğal ışığın geçmesine engel olduğundan gündüz ölçümlerinin yapılması olanağı bulunamamıştır. Bu nedenle görülebilir ve kırmızı ötesi ölçmeler için 15500 W'lık kırmızı ötesi lambalar kullanılmıştır. Lambalar 2,4 m ve 1,3 m aralıklarla,

deneme alanına ışık düşürecek şekilde yerleştirilmiştir. Aynanın (M) konumu kalibre edilmiş ve böylece tamamen aynı konum her parselden alınan ölçmeler için kullanılabilmiş ve daima her parsel için aynı açının kullanılması güvence altına alınmıştır (Örneğin denklem 1'deki 0 sabittir).

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tipik spektrum eğrileri 350-750 nm olan görülebilir bölgede, 466, 6;679,8 ve 743,4 nm dalga boylarında en üst ve en alt değerlerini almaktadırlar. Bu bölgede, birçok spektrum eğrisinin incelenmesinden farklı marul varieteleri veya farklı olgunluk dereceleri için nitel (dalga boyu) farkların olmadığı anlaşılmıştır. Bununla beraber farklı marul varieteleri ve olgunluk dereceleri için, nicel (genlik) farklar vardır. Şekil 5'teki grafikte iki tepe noktası, P_1 ve P_2 ; çukur noktası V_1 'e göre normalize

edilirse (örneğin, $P_1 - V_1$ ve $P_2 - V_2$) farklı varieteler arasında genlik farkı belirli olduğu halde, farklı olgunluk dereceleri arasında, farklı genlikler bir sonuç vermektedir. (Cetvel 1). Ne zaman ki, P_1 değeri, yarı band genişlikleriyle (YBG) karşılaştırılırsa değişik olgunluk derecelerinde YBG'nin olgunlukla azaldığı görülmüştür. Marul ticari derecede olgunlaştığında (Cetvel 1,5 Nisan) YBG, 80-140 nm sınır değerleri arasında olmak üzere varietelere bağlı olarak 60 nm'nin üstüne çıkmıştır.



Şekil 5. Görülebilir bölgede (350-750 nm) marul varieteleri Pennlake, Fulton Zero MI, New York No. 12, Premier Great Lakes için spektral eğriler, 15 Aralık 1965 te ekilmiş ve 5 Nisan 1976 da ölçülmüştür. P_1 değeri 556,6 nm'de, P_2 tepe değeri 743,4 nm'de ve V_1 çukur değeri 679,8 nm'de ortaya çıkmıştır.

Cetvel 1. Sekiz marol varyetesine ait görülebilir dalga boyu bölgesinde P_1 ve P_2 tepe değerlerinin V_1 'e göre standard ze edilmiş olarak ve tepe (P_1) yarı band genişliği (YGB) değeri P_1/P_2 oranı için spektral ölçmelerden elde edilen bilgilerin özeti.

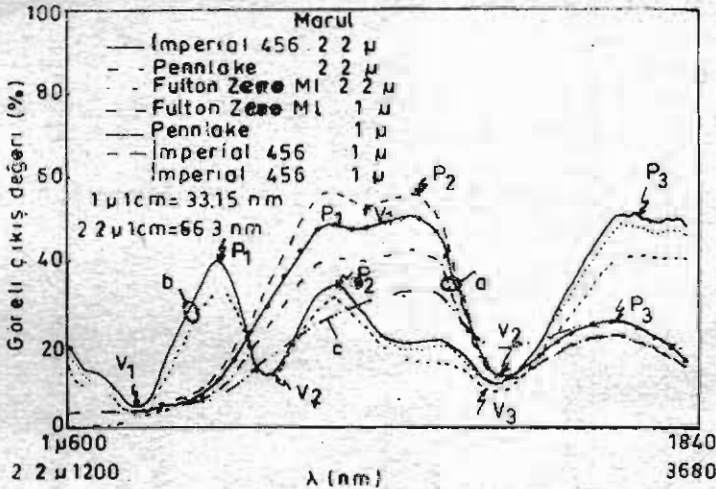
Ölçüm tarihi		P_1	P_2	P_1/P_2	YGB	P_1	P_2	P_1/P_2	YGB	P_1	P_2	P_1/P_2	YGB
Varyete		Imperial 456				Pennlake				Fulton Zero M1			
Ocak	23	92	72	1,27	1132	72	55	1,30	1136				
	27	75	63	1,19	1226	42	34	1,23	1470	95	70	1,35	1180
	30	142	114	1,24	1035	49	444	1,11	1302	113	114	0,99	1202
Şubat	2	146	121	1,20	935	41	34	1,20	1386	94	74	1,27	1102
	9	130	125	1,04	919	69	61	1,14	1068	141	132	1,06	918
	12	123	137	0,89	918	67	64	1,04	1035	151	139	1,08	930
	17	54	47	1,14	951	57	59	0,96	968	124	137	0,90	885
	19	57	53	1,07	850	59	51	1,15	1189	125	122	1,02	918
	24	92	82	1,12	910	128	130	0,98	918	134	130	1,03	960
Mart	1					175	210	0,83	877	210	174	1,20	835
	5					197	175	1,12	530	156	152	1,02	665
	18					156	152	1,02	665				
Nisan	5					142	140	1,02	918	140	94	1,48	1169
Varyete		New York No. 12				Premier Great Lak.				Fulton			
Mart	1	156	114	1,36	877	115	117,5	0,97	793				
	5	247,5	177,5	1,39	834	197,5	158,5	1,24	835				
Nisan	5	169	99	1,68	1252	136	137	0,99	893	172	128	1,34	1015
Varyete		Oswego 77637				Pennlake							
Mart	1	129,5	125,5	1,03	880								
	5	165	137,5	1,20	830								
	18					197	175	1,12	530				
Nisan	5	143	101	1,41	985								

$P_1 = 566,6$ nm; $P_2 = 743,4$ nm; $V_1 = 679,8$ nm.

Tipik spektrum eğrileri kısa kırmızı ötesi ışınlar (600-800 nm) ve uzun kırmızı ötesi ışınlar (1200-3680 nm) bölgelerinde şekil 6'da sırasıyla a ve b çizgileriyle belirtilmiştir. Burada kullanılan neşretme ızgaraları, sırasıyla 1000 nm ve 2200 nm monogromatör içerirler. Bu eğrilerin incelenmesiyle (Cetvel 2) olgunluk derecesindeki gibi, kısa kırmızı ötesi bölgede nitel ve nicel farklar olduğu görülmektedir. Eğrilerdeki tepe noktası (P1, P2) ve çukur noktaları (V1, V2) aşağıdaki dalga boylarında olur:

P1, 1123 nm'de, P2, 1279 nm'de, P3 1677 nm'de, V1, 1030 nm'de ve V2, 1478 nm'de, Tepe ve çukur noktaları V2'ye göre standardize edilmiştir. P1 ve V1 7 hafta sonrasına dek görülmemiştir. Şekil 6'da c çizgisine göre spektrum eğrisinin düzeltilmiş şekli 1279 nm'ye (P2) kadar devam etmektedir.

Cetvel 2'deki Imperial, Pennlake ve Fulton adlı marul varyeteleri için verilen bilgiler, yansıma değerinin tohumdan sonraki zaman süresiyle genellikle arttığını göstermektedir. Her üç varyetede tepe değeri, tepe şeklinin oluşmaya başladığı ekimden 7 hafta sonra 1123 nm'de ve çukur değeri, 1196 nm olmuştur. Daha az olgun olan bitkilerde yansıma daha az artmaktadır. Büyüme mevsimi boyunca tepe ve çukur noktalarındaki herhangi bir değişmeden dolayı marulun olgunluğunun saptanması olanaklı görülmektedir. Ekimden 70 gün sonra kırmızı ötesi yansımada, marulun olgunluğu nedeniyle, daha fazla bir artma görülmüştür. Eğrinin (Şek. 6) çukur noktası V1, 1196 nm'deki su absorpsiyon bandındaki çukur noktası olan V2'deki 1470 nm değeri gibidir. Tepe değerlerinin standardiesi için V1'den daha uygun olan V2 seçilmiştir.



Şekil 6. Marul varyeteleri, Imperial 456, Pennlake, Fulton Zero M1 için spektral eğriler. 15 Aralık 1975'te ekilmiş ve 17 Şubat 1976'da ölçülmüştür. (a) Kırmızı ötesi bölge (600-1800 nm) P₁ tepe 1123 nm'de, P₂ tepe 1279 nm'de. (b) Kırmızı ötesi bölge (1200-3680 nm) P₁ tepe 1790 nm'de, P₂ tepe 2220 nm'de, P₃ 3420 nm'de, V₁ çukur 1460 nm'de, V₂ çukur 1955 nm'de ve V₃ çukur 2850 nm'de. (c) P₁ tepe ve V₁ çukur değerleri 7 hafta sonuna kadar görülmemiştir.

Cetvel 2

Sekiz marul varyetesi için 600-1800 nm bölgesinde tepe (P_1 , P_2 , P_3) ve çukur (V_1 , V_2) noktalarının V_2 'ye göre standardize edilmiş spektral eğrileri özeti.

Ölçüm tarihi	P_1	P_2	P_3	V_1	V_2	P_1	P_1	P_3	V_1	V_2	P_1	P_2	P_3	V_1	V_2
Varyete Imperial	456					Pennlake					Fulton Zero MI				
Ocak 23	47	20	—	49	41	18	—	49	37	14	—	47			
27	45	20	—	36	38	17	—	36	36	15	—	36			
30	52	21	—	48	38	16	—	50	37	16	—	46			
Şubat 2	51	21	—	46	36	16	—	50	39	16	—	45			
9	79	86	31	78	39	63	24	—	42	49	18	—	35		
12	92	94	31	88	34	63	70	25	62	40	63	68	23	62	33
17	110	108	34	100	31	91	95	33	88	31	73	78	26	71	28
19	107	109	34	102	41	86	91	30	84	44	68	76	24	67	49
24	113	110	33	103	45	100	101	33	94	42	87	90	27	82	45
Mart 5						137	122	36	115	148	126	115	32	108	32
18						153	132	30	129	163					
Varyete New York No. 12						Premier Great Lakes					Fulton				
Mart 1	122	119	34	112	48	113	112	35	107	38	117	115	34	109	37
5	127	117	34	110	31	114	111	32	112	33					
Varyete Oswege 77637						Pennlake									
Mart 5	117	110	33	104	30										
18						138	130	34	126	32					

$P_1=1123,7$ nm; $P_2=1279,5$ nm; $P_3=1677,3$ nm; $V_1=1030,9$ nm; $V_2=1478,4$ nm.

Uzu kırmızı ötesi bölgedeki (1200-3680 nm) yansıma değerlerine dikkat edilirse (Cetvel 3) üç tepe noktası (P_1 , P_2 ve P_3) ve üç çukur noktası (V_1 , V_2 ve V_3) görülmektedir. Eğride 3420 nm dalga boyunda en belirgin tepe noktası olup tüm varyetelerde olgunluk ile genlik bu noktada artmıştır. Bu absorpsiyon bandlarında üç çukur noktasının genliği sabit değildir. Fakat V_3 değeri V_2 değerine karşı standardize edildiğinde (ki 1950 nm'de olabilmektedir), yansıma değerleri önemli derecede etkili bir azalma göstermiştir ve bu değer büyümeden 60-65 gün sonra sifıra düşmüştür.

Olgunluğun saptanması ve varyetenin tanınması olanağı laser fluoresans spektrum eğrileri (Şek. 7) laser fluoresans spektroskopisinin kullanılmasıyla olmuştur. Örneğin Oswego 77637 varyetesi 15 Aralıkta (D_1) ve 5 Martta (D_3); Fulton varyetesi 5 Martta (D_3) ve New York No. 12 varyetesi 22 Ocakta (D_2) dikilmiş olanların fluoresans spektrumları şek. 7 (a)'da görülmektedir. Bitkiler 337,1 nm azot laser pulsasyonu vericisiyle uyarılmış ve 6 Nisanda da fluoresans spektrumları alınmıştır. Bir geniş dalga boylu banda fluoresans düşürülmüş ve tüm varyeteler aynı dalga boyuna (475 nm) ayarlanmıştır. Her durumda ekimden sonra bitkilere önce en yüksek genlikte fluoresans sonra en düşük genlikte fluoresans verilmiştir. İki marul varyetesi (Oswego 77637, Fulton) aynı tarihte ekilmiş, ürün aynı fluoresansta üretilmiştir.

Pennlake, Fulton Zero M1, New York No. 12 varyeteleri ve çim bitkisinin 441 nm kadmiyum-helyum laseri ile uyarılmasından elde edilen fluoresans

eğrileri şekil 7 (b) de gösterilmiştir. Bitkiler 15 Aralık 1975 de (D_1) ekilmiş ve fluoresans eğrileri 11 Mart 1976 da kaydedilmiştir. Eğrilerin spektrum kazancı 650-800 nm arasındadır. Üç varyetenin hepsinde ve çimde aynı dalga boyunda (683,3 nm) bir fluoresans tepesi bulunmuştur. Bu dalga boyundaki fluoresans klorofile atfedilmektedir. Çim bitkisi 741,6 nm'de bir en büyük değeri ve 779,14 nm'de daha küçük bir tepe noktası olan, bir geniş band çıkıntısına sahiptir. YBG üç marul varyetesi ve çim için yaklaşık 683,3 nm'de ve 30 nm'de aynıdır. Küçük tepe noktaları 716,65 nm'de seranın dışındaki sokak lambalarının interferansından doğmaktadır. Çim ve marul nitelikleri 441 nm'lik laserle farklı dalga boylarındaki tepe noktaları ile ayrılabilmiştir ve 683,3 nm'deki fluoresans ile ise, nicel olarak ayrılabilmiştir (Ş. 7 (b)). Bu da göstermektedir ki, uyarımda 441 nm dalga boyu kullanılmasıyla 683,3 nm dalga boyunda fluoresans ürünü ölçülerek marul varyetelerinin ayrılma olanağı vardır. Daha yüksek olgunluk oranlarındaki Pennlake varyeteleri için, daha yüksek fluoresans ürünleri varyete değişiminden çok olgunluk oranına atfedilmektedir.

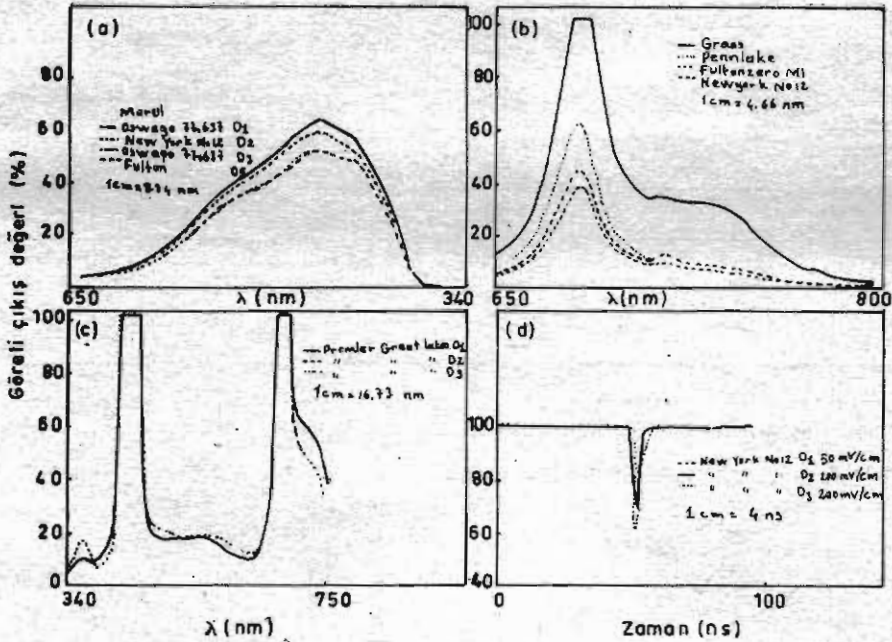
Şekil 7 (c) de Premier Great Lakes marul varyetesine ilişkin üç ayrı tarihte ekilen ve hepsi de 7 Nisan tarihinde ölçülen laser fluoresans eğrileri görülmektedir. Bitkiler aynı zamanda iki ayrı dalga boyunda (337,1 nm ve 441 nm) uyarılmıştır. Maalesef Rayleigh vericisinin 441 nm dalga boylu laser ışını ile 337,1 nm dalga boylu laser ışını ile uyarılan bitkinin fluoresansı birbirine denk olmaktadır. İkinci derecede 337,1 nm'den laser vericisi ile 441 nm

Cetvel : 3

120-3680 nm bölgelerindeki spektrumda 8 marul varyetesine ait spektral eğrilerin tepe (P_1, P_2, P_3) ve çukur (V_1, V_2, V_3) noktaları.

Ölçüm tarihi		P_1	P_2	P_3	V_1	V_2	V_3	P_1	P_2	P_3	V_1	V_2	V_3
Varyete		Imperial 456						Pennlake					
Ocak	27	86	91	95	15	44	26	81	88	85	15	44	26
	30	124	128	133	42	70	55	188	128	123	40	75	55
Şubat	2	117	124	123	40	66	53	117	127	120	40	73	53
	9	116	106	136	25	49	45	110	110	120	25	53	45
	12	104	96	130	20	42	37	106	101	120	20	45	38
	17	99	86	128	10	30	25	99	85	120	10	30	25
	19	115	102	140	30	50	50	112,5	107	135	30	52,5	50
	24	115	104	145	35	58	58	114	109	138	35	55	55
Mart	5							88	78	124	18	35	35
	18							80	70	123	7	30	30
Varyete: Fulton Zero								New York No. 12					
Ocak	27	82	90	85	15	44	26						
	30	113	121	120	40	75	55						
Şubat	2	112	120	115	40	73	53						
	9	100	95	110	25	46	40						
	12	90	87	102	19	39	30						
	17	81	78	100	6	30	23						
	19	112,5	120	125	30	70	50						
	24	112,5	109	133	37	65	58						
Mart	1							118	118	145	20	66	50
	5	88	78	120	18	35	35	89	78	125	18	35	35
Varyete: Premier Great Lakes								Fulton					
Mart	1	105	93	130	18	42	38	100	84	125	18	38	38
	5	89	78	118	18	35	35						
Varyete: Oswego 77637								Pennlake					
Mart	5	89	75	115	18	31	35						
	18							79	64	115	4	25	20

$P_1 = 1796$ nm; $P_2 = 2227$ nm; $P_3 = 3421$ nm; $V_1 = 14652$ nm; $V_2 = 1955$ nm; $V_3 = 2857$



Şekil 7. (a) Oswego 77637, 15 Aralıkta ve 5 Martta, Fulton 5 Martta New York No. 12, 22 Ocakta ekilen marul varyetelerinin fluoresans spektrumu. Bitkiler 337,1 m'lik azot laseri pulsuyla uyarıldı ve 6 Nisanda ölçümler yapıldı. (b) 15 Aralıkta, ekilerek 11 Martta ölçümlerinin yapıldığı marul varyeteleri Pennlake, Fulton Zero M1, New York No.12, ve bir çim bitkisine ait fluoresans spektrumları. Bitkiler 441 nm'lik kadmiyum-helyum laseri ile uyarılmıştır. (c) 15.Aralık, 22 Ocak ve 5 Martta ekilerek 7 Nisanda ölçümlerinin yapıldığı Premier Great Lakes marul varyetesine ait fluoresans eğrileri. Bitkiler 337,1 nm'lik azot laseri ve 441 nm'de helyum-kadmiyum laseri ile aynı zamanda uyarıldılar. (d) 15 Aralık, 22 Ocak ve 5 Martta ekilerek 29 Martta ölçümlerinin yapıldığı New-York No. 12 varyetesine ait fluoresans ömür zamanı eğrileri. Bitkiler 337,1 nm'lik azot laseri ile uyarıldı ve fluoresans ömür zamanı 470 nm'de ölçüldü.

laser ışınları vericisi ile uyarılan bitki fluoresansı da birbirine denktir. Bu yüzden Rayleigh vericimin enerjisi fluoresans enerjiden daha büyüktür, 457 nm ve 683 nm deki fluoresansı gölgede bırakır ve olgunluk ile ölçünün tanınması için uygun değildir. Bununla beraber bitkilerin iki dalga boyu ile uyarılmasıyla yararlı sonuçlar belirlenmiştir. Yaklaşık 33 nm'lik bir YBG'nde 365 nm'de bir tepe ve 42 nm'lik YBG'nde geniş bir

tepe 723 nm'de gözlenmiştir. Şekil 7 (a) ve (b) de görüldüğü gibi olaylar, yalnız her iki laserle uyarımda gözlenmemiştir. 725 nm bandında fluoresans yalnız laboratuvarında ve bitki hücrelerinin sıvı azotla doldurulmasıyla normal olarak elde edilmiştir. Bu yüzden bitkideki fluoresansın, kullanılmuş fotosentez enerjisiyle ilgili olduğu yorumu yapılabilmektedir ki, genç ve kuvvetli olarak büyüyen bitkilerin fotosen-

tezleri daha etkilidir ve aynı miktar enerji absorbe ettiklerinde genç bitkiler daha fazla fluoresans üretirler ve aynı

zamanda fotosentez yönünden de daha etkindirler.

Cetvel 4 : New York No. 12 varyetesinin fluoresans bozunma zamanına ait bilgilerin özeti

Ekim tarihi	Bozunma zamanı (ns)	Genlik (mV)
Aralık	1,4	1960
Ocak	2,0	1080
Mart	2,4	370

337,1 nm'lik laserle uyarılan bitkilerin fluoresans ömür grafikleri elde edilmiştir. Fluoresans ömrü yalnız 470 nm'de ve örnek bir osiloskopta ölçülmüştür. Fluoresans grafikleri geçici olarak zamanda olduğu gibi, genellikle bitkinin olgunluğu değiştirilerek gösterilmiştir. Örneğin New York No. 12 varyetesi (Şek. 7 (d)) üç farklı tarihte ekil-

di. Fluoresans genliği ve zaman arasında açık bir ayrılmanın olduğu görülmektedir (Cetvel 4). Bu sonuçlar göstermektedir ki, marulun olgunluk derecelerine göre inceleme yöntemlerinin en iyi potansiyelini bozunma zamanlarında olduğu gibi, farklı fluoresans ürünleri vermektedir.

4. SONUÇLAR

Sunulan ilk sonuçlar göstermektedir ki, uzaktan saptama teknikleriyle marul ürünü varyetelerinin olgunluğunun ortaya çıkarılmasında birçok spektroskopik tekniğin uygulanma ola-

nağı vardır. Tarla ve seralarda değişik tarımsal ürünlerin olgunluk derecelerinin saptanmasında ve tanınmasında daha da geliştirilmiş spektroskopik çalışmalar düzenlenebilir.

Kaynaklar

- 1) Brach, E. J., W. S. Reid, and G. F. Amour, 1973. Optical reflectance attachment to measure reflectance properties of grain products. J. Phys. E. Sci. Instrum. 6 634.
- 2) Brach, E. J. and B. Baum, 1975. Identification of oat cultivars by fluorescence spectroscopy. Appl. Spectroscopy, (29) 326.
- 3) Gates, D. M., H. J. Keegan, J. C. Selecter, and V. R. Weidner, 1965. Spectral properties of plants. Appl. Optics (4) 11.
- 4) Gausman, H. W., A. R. Cordenas and A. J. Richardson, 1970. Relation of high reflectance to histological and physical evaluations of cotton leaf maturity. App. Optics, (9) 545.

- 5) Gaffney, J. J. 1973. Reflectance properties of citrus fruits. *Trans. Am. Soc. Agric. Engrs*, (16) 310.
- 6) Allen, W. A., H. W. Gausman,

A. J. Richardson and C. L. Wiegand, 1970. Mean effective optical constants of thirteen kinds of plant leaves. *Appl. Optics*, (9) 2573.