

Doğu Karadeniz Bölgesi Fındıklarında Bitki Bünyesindeki Karbonhidrat Düzeyinin Enzimatik Yöntemle Belirlenmesi

A. İlhami KÖKSAL¹

Yeşim OKAY¹

Nevzat ARTIK²

Geliş Tarihi: 26.11.2000

Özet: Bu araştırmada Giresun Fındık Araştırma Enstitüsü bahçesinde bulunan ve daha önceki yıllarda selekte edilen Tombul, Palaz, Kalınkara, Çakıldak ve Sivri çeşitlerine ait ocaklarda belirlenen ana dallardan alınan kabuk örneklerindeki fruktoz, glukoz, sakaroz ve toplam karbonhidrat düzeyleri saptanmıştır. İki farklı yılda her ay alınan örneklerde şeker analizleri Boehringer enzimatik yöntemle belirlenmiştir.

Kabuk dokularında belirlenen fruktoz, glukoz, sakaroz ve toplam karbonhidrat miktarlarının, çeşitlerin hemen tümünde yaz aylarında düşük, kış aylarında ise daha yüksek düzeylerde olduğu saptanmıştır. Yaz ayları ortalamalarına göre çeşitlerdeki D-fruktoz 0.347-0.434 g/L, D-glukoz 0.068-0.581 g/L, sakaroz ise 0.301-1.097 g/l olarak bulunmuştur. Kış ayları ortalamalarına göre ise çeşitlerdeki D-fruktoz miktarlarının 0.684-3.506 g/L, D-glukoz miktarlarının 0.855-1.769, sakaroz miktarlarının ise 0.809-3.584 g/L olduğu saptanmıştır. Karbonhidrat miktarları ilkbahar aylarında hafif yükselen bazı çeşitlerde ise azalan bir seyir izleyerek, yaz aylarında daha düşük ve stabil sayılabilecek bir değişim göstermekte, sonbahar aylarından itibaren artmaya başlamaktadır. Bu artışın özellikle sonbahar sonu-erken kış dönemlerinde ve kış aylarında daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fındık, karbonhidrat, enzimatik yöntem

Enzymatic Determination of Carbohydrates on Hazelnut Grown in East-Blacksea Region

Abstract: The amount of fructose, glucose, sucrose and total carbohydrates which are in the bark tissues which selected previous years of Tombul, Palaz, Kalınkara, Çakıldak and Sivri cultivars grown in Giresun Hazelnut Research Institute were determined. Sugar analysis has been determined in Boehringer enzymatic method taking samples in each month during two years.

The amount of D-fructose, D-glucose, sucrose and total carbohydrates were lower during summer compared with winter period in all cultivars conserved in the experiments. D-fructose 0.347-0.434 g/L, D-glucose 0.068-0.581 g/L, sucrose 0.301-1.097 g/L were determined taking median of tree months of summer while D-fructose was 0.684-3.506 g/L, D-glucose was 0.855-1.769 g/L, sucrose was 0.809-3.584 g/L in the median of tree months of winter. Carbohydrate amount has slightly increased but decreasing at some cultivars in spring times. This rate was low, could be regarded as stable in summer times, but started to increase in autumn. It has been observed that, this increase is high especially in the end of autumn, early winter and winter.

Key Words: Hazelnut, carbohydrate, enzymatic method

Giriş

Fındık, Türkiye'nin en önemli sert kabuklu meyve türlerinin başında gelmektedir. Bu meyve türünün anavatanı ve yayılma alanı Anadoludur. Karadeniz bölgesinde 500 000 hektarlık alanda yetiştirilmekte olan fındığın ulusal ekonomimizdeki payı, yıldan yıla değişmekle birlikte % 5-10 düzeyindedir (Külünkoğlu 1997).

Ülkemizdeki fındık yetiştiriciliğinde görülen en önemli sorun, birim alandan elde edilen verimin düşüklüğü ve çoğu zaman da düşük sıcaklıklardan ve gereğince uygulanmayan bakım koşullarından kaynaklanan verim dalgalanmalarıdır. Son yıllarda yüksek verim ve kaliteli çeşitlerle kurulan düzenli bahçelerin dışında, ülkemizdeki fındık bahçelerinin çoğunun yaşı ve düzensiz oluşu, bahçe tesisi sırasındaki çeşit, tozlayıcı seçimi, oranları ve bahçedeki yerleşim düzeni gibi teknik konular ile gübreleme, ilaçlama gibi bakım işlemlerinin yeterince uygulanamaması bu durumun etkenleri arasındadır.

Bunların yanısıra, bitki fizyolojisinden kaynaklanan birçok önemli faktörün de verim, gelişme, dayanıklılık üzerine etkili olduğu da bilinen bir gerçektir.

Bitki bünyesinde sentezlenen karbonhidratların sentezi, iletimi ve depolanmasındaki farklılıklar, bitkilerin çevre koşulları karşısındaki reaksiyonlarının farklı olmasına neden olabilmektedir. Karbonhidratların meyve verimi, büyüme ve gelişme, soğuğa dayanıklılık, köklenme gibi birçok olaylarda rol oynadığı değişik araştırmacılarca ifade edilmiştir. Bitki bünyesindeki karbonhidrat miktarlarının ve çeşitlerinin, değişik bitki organlarında ve değişik ortam koşullarında farklılıklar gösterdiği de belirlenerek, bunun sonucu olarak, bitkilerin büyüme ve gelişme, verim ve kalite, soğuğa dayanıklılık gibi olaylarda farklı davranışlar gösterdikleri de vurgulanmıştır (Sakai 1966, Çağatay 1970, Dokuzoğuz 1974, Cheffins ve Howard 1982, Drossopoulos ve Niavis 1988, Yastıka ve ark. 1988).

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü- Ankara

² Ankara Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü- Ankara

Ülkemiz için büyük önem taşıyan bir meyve türü olan fıındıkta, bitki bünyesindeki karbohidrat miktarlarının değışimleri konusunda yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu araştırmada, ülkemiz fıındık yetiştiriciliğinde önemli bir konuma sahip olan Doğu Karadeniz bölgemizde yetiştirilmekte olan bazı önemli fıındık çeşitlerindeki karbohidrat miktarlarının ve değışimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Giresun Fıındık Araştırma Enstitüsü araştırma parsellerinde bulunan Tombul, Palaz, Çakıldak, Kalinkara ve Sivri fıındık çeşitleri ile çalışılmıştır.

Örneklerin alınması

Her çeşide ait ocaklarda, aynı yaş ve gelişme kuvvetindeki ana dallar belirlenerek, karbohidrat analizleri, belirlenen ana dallardan alınan kabuk dokularında gerçekleştirilmiştir. Gövde kabukları, her bir ocakta birer ana daldan oluşan 3 tekerrürlü olacak şekilde, her ana daldan yaklaşık 10-15 cm yükseklikten, yeteri kadar kabuk soyularak alınmıştır. Kabuk örneklerinin alınmasına 1996 yılı mart ayından itibaren başlanmış, iki yıl üst üste, her ayın ikinci yarısında olmak üzere, 12 ay boyunca, belirlenen ana dallardan örnek alınma devam edilmiştir. Araştırma, her çeşit için 10 x 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Örneklerin analize hazırlanması

Alınan kabuk örnekleri, 60-70 °C de etüvde 48 saat kurutularak (Kacar 1972), Falling Number model laboratuvar değirmeninde öğütülmüştür. Kuru kabuk örneğinden tartılan 2.5 g örnek, 50 ml destile su ile 15 saat ekstraksiyona bırakılmış ve filtre edilerek, elde edilen filtrat enzimatik analizde kullanılmıştır. Örnekler analiz anına kadar derin dondurucuda korunmuştur (Cemeroğlu 1992).

Karbohidrat düzeyinin belirlenmesi

Ana dallardan alınan kabuk örneklerinde D-glukoz, D-fruktoz, sakaroz düzeyi ve toplam karbohidrat miktarı Boehringer enzimatik yöntemi ile belirlenmiştir (Anonim 1989, Cemeroğlu 1992). Analizde, Boehringer Cat. N: 71620 kodlu enzim kiti kullanılmış ve okumalar SHIMADZU-1601 spektrofotometrede 340 nm de gerçekleştirilmiştir. Enzimatik yöntemle belirlenen D-glukoz, D-fruktoz ve sakaroz okumaları dikkate alınarak karbohidrat düzeyleri hesaplanmıştır. Enzimatik analizde izlenen işlem aşamaları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Elde edilen D-glukoz, D-fruktoz, sakaroz ve toplam karbohidrat miktarları, iki yıllık ortalama değerler dikkate alınarak ve regresyon analizi yapılarak değerlendirilmiştir (Düzgüneş 1963). Toplam karbohidrat düzeyinin belirlenmesinde glukoz, fruktoz ve sakaroz miktarları dikkate alınmıştır. Kıl ve çok düşük düzeyde olan protein dikkate alınmamıştır.

Bulgular ve Tartışma

Fıındık çeşitlerinde fruktoz miktarındaki değışim

Fıındık çeşitlerinin kabuk dokularında belirlenen fruktoz miktarları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Tombul çeşidine ait ocaklardan alınan kabuk örneklerinde en yüksek fruktoz değerleri ekim (1.517 g/L) ve ocak (1.199 g/L) aylarında belirlenmiştir. Mayıs ve aralık aylarındaki fruktoz en düşük düzeydedir (0.091 g/L ve 0.356 g/L). Mart ve nisan aylarında sabit bir değışim gösteren (0.733 g/L) fruktoz, mayıs, haziran ve temmuz aylarında azalmış, ağustos ayından itibaren artmaya başlayarak, kasım ve aralık aylarında görülen azalmanın sonrasında ocak ayında yüksek bir değere ulaşmıştır (Şekil 1).

Palaz çeşidindeki en yüksek fruktoz miktarları da Tombul çeşidi ile benzer olarak ocak (4.364 g/L) ve aralık (3.415 g/L) aylarında saptanmıştır. Haziran ve mayıs aylarındaki fruktoz (0.015 g/L ve 0.165 g/L) en az seviyededir. İlkbahar başlangıcında düşük düzeyde başlayan fruktoz nisan ayında bir miktar artış göstermiş, yaz ayları boyunca azalan miktarlarda kalmıştır. Eylül ayındaki yükselmenin (1.825 g/L) yanısıra, kasım, aralık ve ocak aylarındaki miktar artışı daha yüksek düzeylerde (1.243 g/L, 3.416 g/L ve 4.64 g/L) olmuştur (Şekil 1).

Kalinkara çeşidine ait ocaklarda, kabuk dokusundaki en yüksek fruktoz miktarları, 2.06 g/L ve 1.486 g/L değerleri ile şubat ve ocak aylarında belirlenmiştir. İlkbaharın ilk aylarında bir miktar yükselen fruktoz, yaz ayları boyunca, eylül ve ekim aylarına kadar devamlı bir azalma göstermiş, bu aylardan itibaren artarak (aralık ayındaki azalmanın haricinde) ocak ve şubatta en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 1).

Çakıldak fıındık çeşidinde, fruktoz, nisan ayındaki artış sonrasında genel bir azalma eğilimi ile Ağustos ayına kadar gelmiştir. Eylül ayında en yüksek değerine (2.738 g/L) yükselmiş, ekim, kasım ve aralıkta azalarak, ocak ve şubatta ikinci yüksek değerler olan 1.938 g/L ve 1.329 g/L düzeylerine ulaşmıştır (Şekil 1).

Sivri çeşidinden alınan kabuk örneklerinde en yüksek fruktoz (4.147 g/L ve 2.994 g/L) ocak ve şubat aylarında saptanmıştır. Mayıs ve temmuz aylarındaki fruktoz en az düzeydedir (0.104 g/L ve 0.156 g/L). Mart-ağustos ayları boyunca azalan fruktoz miktarı eylül ayında 1.747 g/L değerine yükselmiş, daha sonra yeniden azalarak ocak ve şubat aylarında en yüksek değerlerine ulaşmıştır (Şekil 1).

Fıındık çeşitlerinde glukoz miktarındaki değışim

Fıındık çeşitlerinin kabuk dokularında belirlenen glukoz miktarları Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Tombul çeşidine ait kabuk örneklerinde mart - haziran ayları arasında glukoz miktarında düzenli bir azalış olduğu gözlenmektedir. Temmuz ve ağustos aylarında bir miktar artış görülmüş, eylül ayında 1.425 g/L olarak saptanan glukoz, ekim ayında azalarak, kasım ayında en yüksek değer olan 1.835 g/L seviyesine ulaşmıştır. aralık ayında 0.941 g/L değerine inen azalmadan sonra kış aylarında benzer seviyelerde sabit sayılabilecek bir miktar değışimi görülmüştür. En düşük glukoz miktarı mayıs ve haziran aylarında (0.104 g/L ve 0.285 g/L) belirlenmiştir (Şekil 2).

Çizelge 1. Enzimatik yöntemle karbonhidrat analizinde izlenen yol

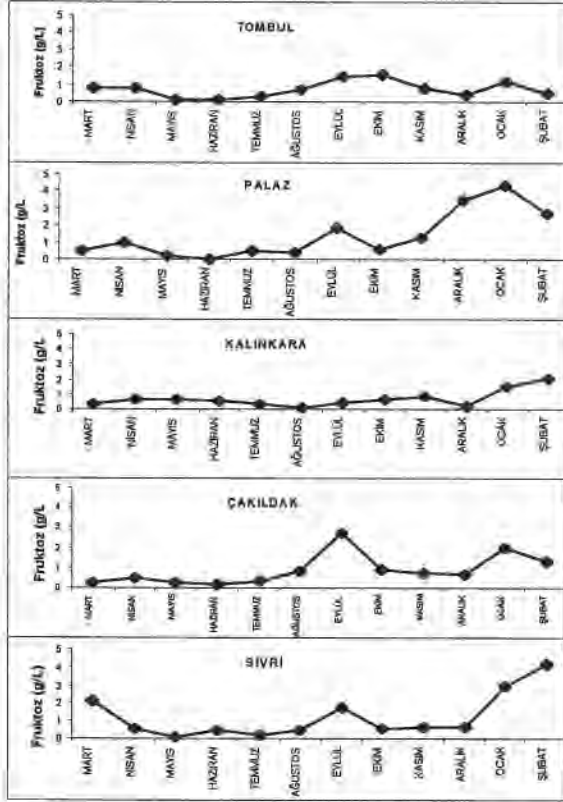
Küvete konulacak çözelti çeşidi	D-glukoz / D-fruktoz için Şahit	D-glukoz / D-fruktoz için Örnek	Sakaroz için Şahit	Sakaroz için Örnek
Çözelti 1 Örnek Çözeltisi	-	0.10 ml	0.20 ml	0.20 ml 0.10 ml
Karıştırılır. 20-25 °C de 15 dk bekletilir. İşleme devam edilir.				
Çözelti 2 Redestile su	1.0 Ml 1.0 ml	1.0 Ml 1.90 ml	1.0 Ml 1.80 ml	1.0 ml 1.70 ml
Karıştırılır. Yaklaşık 3 dk sonra küvetteki çözeltilerin absorpsansları okunur (A ₁). Aşağıdaki eklemeler yapılarak reaksiyona devam edilir.				
Süspansiyon 3	0.02 ml	0.02 ml	0.02 ml	0.02 ml
Karıştırılır. 10-15 dk kadar reaksiyonun tamamlanması beklenir ve çözeltilerin absorpsans değerleri okunur (A ₂). Aşağıdaki eklemeler yapılarak reaksiyon devam ettirilir.				
Süspansiyon 4	0.02 ml	0.02 ml		
Karıştırılır. 10-15 dk sonra çözeltilerin absorpsans değerleri okunur (A ₃).				
HESAPLAMALARIN YAPILIŞI				
Konsantrasyonu belirlemek için aşağıdaki genel denklem kullanılır:				
$C = (V \times MW / \epsilon \times d \times v \times 1000) \times \Delta A \times SF$				
V = Son hacim (ml)				
MW = Tayin edilecek maddenin molekül ağırlığı (g/mol)				
$\epsilon = \text{NADH}^+$ 'in (Nicotinamide-adenine-dinucleotide) absorpsiyon katsayısı ($L \times \text{mmol}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$)				
(340 nm dalga boyu için; $\epsilon = 6.3 L \times \text{mmol}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$)				
d= Işık yolu (cm) v= Örnek hacim (ml) SF = Seyreltme faktörü				
Bu genel denklemden yararlanarak:				
SAKAROZ:	Şahit A ₂ - Şahit A ₁ = Şahit ΔA Örnek A ₂ - Örnek A ₁ = Örnek ΔA Örnek ΔA - Şahit ΔA = ΔA _{sakaroz}	Sakaroz g sakaroz/l örnek çözeltisi = (10.34/ 6.3) x ΔA _{sakaroz} x SF		
D-GLUKOZ:	Şahit A ₂ - Şahit A ₁ = Şahit ΔA Örnek A ₂ - Örnek A ₁ = Örnek ΔA Örnek ΔA - Şahit ΔA = ΔA _{D-glukoz}	D-Glukoz g D-glukoz/l örnek çözeltisi = (5.441/ 6.3) x ΔA _{D-glukoz} x SF		
D-FRUKTOZ:	Şahit A ₃ - Şahit A ₂ = Şahit ΔA Örnek A ₃ - Örnek A ₂ = Örnek ΔA Örnek ΔA - Şahit ΔA = ΔA _{D-fruktoz}	D-Fruktoz g D-fruktoz/l örnek çözeltisi = (5.447/ 6.3) x ΔA _{D-fruktoz} x SF		

Çizelge 2. Fındık çeşitlerinin kabuk dokularında farklı aylarda belirlenen fruktoz miktarları (g/L)

Aylar	Tombul	Palaz	Kalinkara	Çakıldak	Sivri
Mart	0.733	0.452	0.349	0.235	2.173
Nisan	0.733	0.975	0.678	0.452	0.538
Mayıs	0.091	0.165	0.652	0.208	0.104
Haziran	0.143	0.015	0.582	0.156	0.469
Temmuz	0.283	0.435	0.339	0.313	0.156
Ağustos	0.656	0.391	0.121	0.834	0.417
Eylül	1.487	1.825	0.391	2.738	1.747
Ekim	1.517	0.600	0.704	0.913	0.539
Kasım	0.795	1.243	0.835	0.739	0.678
Aralık	0.356	3.416	0.261	0.636	0.626
Ocak	1.199	4.364	1.486	1.938	2.994
Şubat	0.498	2.738	2.060	1.329	4.147

Çizelge 3. Fındık çeşitlerinin kabuk dokularında farklı aylarda belirlenen glukoz miktarları (g/L)

Aylar	Tombul	Palaz	Kalinkara	Çakıldak	Sivri
Mart	0.941	0.216	0.958	0.362	1.122
Nisan	0.690	0.639	0.915	1.070	0.898
Mayıs	0.104	0.811	0.337	0.207	0.259
Haziran	0.285	0.439	0.277	0.414	0.051
Temmuz	0.488	0.518	0.311	0.285	0.051
Ağustos	0.712	0.324	0.379	1.045	0.103
Eylül	1.425	0.569	0.518	1.036	0.839
Ekim	0.945	1.010	0.492	1.321	0.379
Kasım	1.835	1.071	1.243	0.630	1.615
Aralık	0.941	1.114	1.373	0.475	1.364
Ocak	0.958	2.323	1.166	0.872	1.222
Şubat	0.855	1.019	0.466	1.217	2.720



Şekil 1. Fındık çeşitlerinin kabuk dokularında belirlenen fruktoz miktarlarının aylara göre değişimi

Palaz çeşidi kabuklarında, ilkbahar başlangıcında düşük düzeyde başlayan glukoz, mayıs ayında bir miktar artış göstermiş (0.811 g/L), yaz ayları boyunca azalan miktarlarda kalmıştır. Eylül ayından itibaren artmaya başlayan glukoz, sonbahar boyunca artarak aralık ve ocak aylarında en yüksek düzeylerine ulaşmıştır. En düşük glukoz miktarları ise mart (0.216 g/L) ve ağustos (0.324 g/L) aylarında belirlenmiştir (Şekil 2)

Kalinkara çeşidi kabuk dokusunda mart ve nisan aylarında glukozun sabit sayılabilecek bir seyir halinde bulunduğu, mayıs-ağustos ayları arasında miktarın azaldığı izlenmiştir. Sonbahar ayları ile birlikte artmaya başlayan glukoz, bu artışı kış ayları boyunca da göstermiş, kasım ve aralık aylarında en yüksek değerlerine ulaşmıştır (kasım: 1.243 g/L; aralık: 1.373 g/L). En düşük glukoz miktarları (0.311 g/L ve 0.379 g/L) temmuz ve ağustos aylarındadır (Şekil 2).

Fruktoz ile aynı değişimi gösteren, Çakıldak kabuklarındaki glukoz miktarı, ağustos ayına kadar genel bir azalma eğilimi göstermiş, bu aydan itibaren artarak ekim ayında en yüksek seviyesine (1.321 g/L) ulaşmıştır. Ocak ayına kadar azalan glukoz, Ocak'ta 0.872 g/L ve şubat'ta 1.217 g/L değerlerine yükselmiştir. En düşük glukoz değerleri (0.207 g/L ve 0.285 g/L) mayıs ve temmuz aylarında bulunmuştur (Şekil 2).

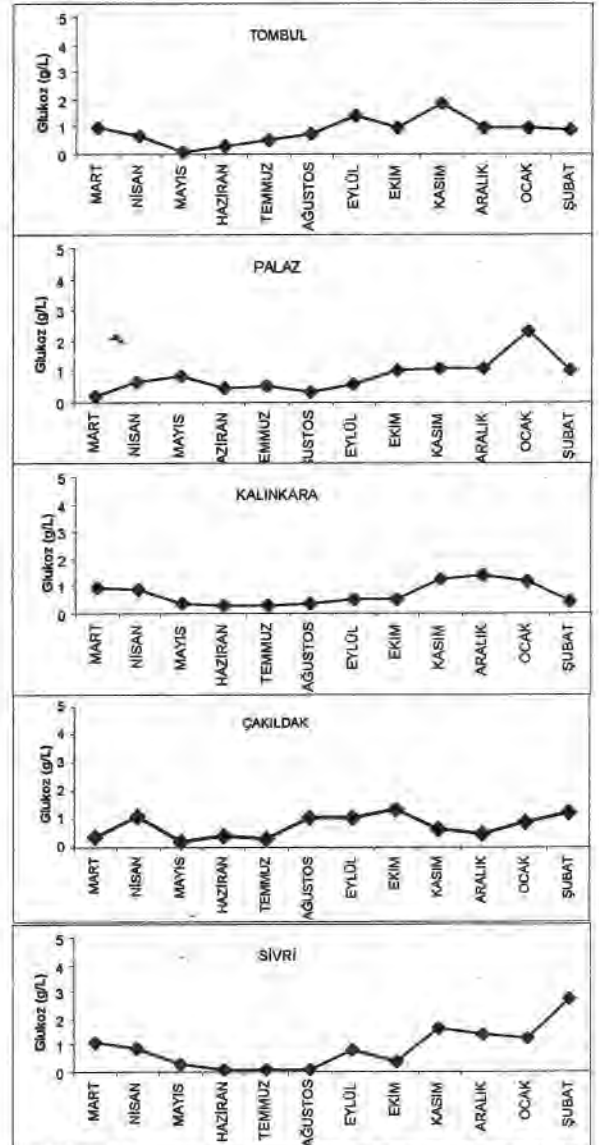
Sivri çeşidine ait kabuk örneklerinde de fruktoz ve glukoz aynı değişimi göstermişlerdir. Mart - ağustos ayları boyunca azalan glukoz, eylül'de 0.829 g/L değerine yükselmiş, ekim ayındaki azalmanın ardından yeniden artmaya başlayarak şubat ayında en yüksek değerine

(2.72 g/L) ulaşmıştır. En düşük glukoz miktarları (0.051 g/L) haziran ve temmuz aylarındadır (Şekil 2).

Fındık çeşitlerinde sakaroz miktarındaki değişim

Fındık çeşitlerinin kabuk dokularında belirlenen sakaroz miktarları Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Tombul çeşidinde sakaroz miktarı genel olarak fruktoz ve glukozdan daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Yıl içindeki değişim ise fruktoz ve glukoz ile benzerlik içerisindedir. Farklı olarak fruktoz ve glukoz miktarlarının az olduğu haziran ayında sakaroz daha yüksek düzeyde (0.639 g/L) saptanmıştır. Temmuz ayında görülen azalmadan sonra ağustos ayı ile birlikte artmaya başlayan sakaroz, ekim ve kasım aylarında bir miktar azalmış (1.846 g/L ve 1.649 g/L), aralık ve ocak aylarında en yüksek değerlerine ulaşmıştır (2.084 g/L ve 2.758 g/L). Şubat ayında sakaroz miktarının biraz azaldığı görülmektedir (1.263 g/L). Mayıs ve temmuz aylarındaki sakaroz en düşük (0.165 g/L ve 0.451 g/L) düzeydedir (Şekil 3).



Şekil 2. Fındık çeşitlerinin kabuk dokularında belirlenen glukoz miktarlarının aylara göre değişimi

Çizelge 4. Fındık çeşitlerinin kabuk dokularında farklı aylarda belirlenen sakaroz miktarları (g/L)

Aylar	Tombul	Palaz	Kalınkara	Çakıldak	Sivri
Mart	0.689	1.066	1.182	0.739	1.313
Nisan	0.481	0.623	0.656	1.707	1.061
Mayıs	0.165	0.903	0.443	0.394	0.492
Haziran	0.639	1.231	0.722	0.197	0.197
Temmuz	0.451	1.247	0.640	0.377	0.295
Ağustos	1.518	0.812	0.886	0.328	0.705
Eylül	2.265	0.542	0.542	1.122	4.284
Ekim	1.846	0.591	0.738	1.624	1.757
Kasım	1.649	2.199	0.585	3.200	3.118
Aralık	2.084	1.773	1.050	4.005	1.953
Ocak	2.758	1.592	0.689	4.678	3.849
Şubat	1.264	2.084	0.689	2.068	2.265

Palaz çeşidinde, ilkbahar başlangıcında sakaroz miktarı (1.066 g/L) fruktoz ve glukozdan fazla bulunmuştur. Aksi bir durum olarak izleyen nisan ayında sakaroz miktarı azalmış, fruktoz ve glukoz değerlerinin düşük olduğu Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sakaroz miktarları daha yüksek olarak belirlenmiştir. Sakaroz miktarındaki azalma Ağustos ayı ile başlayarak Kasım'a kadar devam etmiştir. Kasım ayında en yüksek seviyesine ulaşan sakaroz miktarı (2.199 g/L), Aralık ve Ocak ayında bir miktar azalmış (1.773 g/L ve 1.592 g/L), Şubat ayında ise artmıştır (2.084 g/L). Eylül ve Ekim aylarındaki sakaroz en düşük (0.542 g/L ve 0.591 g/L) düzeydedir (Şekil 3).

Kalınkara çeşidi kabuk örneklerinde, glukozda olduğu gibi, sakaroz miktarında da yaz başlangıcına kadar bir azalma söz konusudur. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında biraz daha yüksek ancak birbirine yakın değerlerle (0.722 g/L, 0.64 g/L ve 0.886 g/L) seyir gösteren sakaroz miktarı Ekim ayında 0.738 g/L, Aralık ayında daha da yükselerek 1.050 g/L değerlerine ulaşmıştır. Sakaroz, Ocak ve Şubat aylarında biraz daha azalmış ve sabit kalmıştır (0.689 g/L). En yüksek sakaroz miktarları Mart ve Aralık (1.182 g/L ve 1.05 g/L), en düşük miktarlar ise Mayıs ve Eylül aylarında (0.443 g/L ve 0.542 g/L) belirlenmiştir (Şekil 3).

Çakıldak çeşidinde, ilkbahar ve yaz ayları boyunca düşük miktarlarda bulunan sakaroz, Eylül ayından itibaren (1.122 g/L) artmaya başlayarak Aralık ve Ocak aylarında en üst değerlerine ulaşmışlardır (sırasıyla 4.005 g/L ve 4.678 g/L). En düşük değerler Haziran ve Mayıs aylarındadır (0.196 g/L ve 0.394 g/L). Çeşitler içinde en yüksek sakaroz Çakıldak'ta bulunmuştur (Şekil 3).

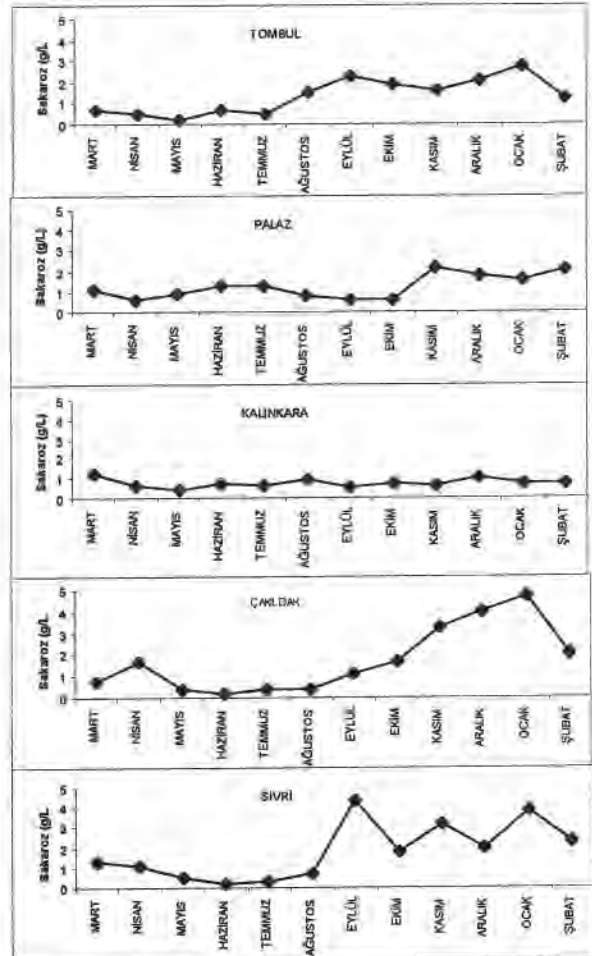
Sivri çeşidinde ilkbahar başlangıcındaki sakaroz miktarı 1.313 g/L olarak bulunmuştur. Eylül ayına kadar azalan sakaroz bu ayda 4.284 g/L değerine yükselmiş, Ekim ve Aralık aylarındaki azalmanın haricinde genel bir artış eğilimi ile Ocak ayında en yüksek değerine (3.849 g/L) ulaşmıştır (Şekil 3).

Fındık çeşitlerinde toplam karbonhidrat miktarındaki değişim:

Fındık çeşitlerinin kabuk dokularında belirlenen toplam karbonhidrat miktarları Çizelge 5'de belirtilmiştir.

Tombul çeşidinde, ilkbahar başlangıcında 2.191 g/L düzeyinde belirlenen toplam karbonhidrat değerinin ilkbahar periyodu boyunca düşüş gösterdiği görülmektedir.

Bu miktar Haziran ve Temmuz aylarında artış göstermiştir. Ağustos ayında 2.886 g/L olarak saptanan toplam karbonhidrat miktarı Eylül ayında en yüksek düzeyine ulaşmış (5.176 g/L), Ekim, Kasım, Aralık aylarındaki yüksek miktarlarda seyreden azalmadan sonra Ocak ayında yeniden artış göstererek (4.915 g/L), Şubat ayında 2.616 g/L değerine inmiştir. En düşük toplam karbonhidrat miktarları Mayıs (0.359 g/L) ve Haziran (1.067 g/L) aylarında belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 3. Fındık çeşitlerinin kabuk dokularında belirlenen sakaroz miktarlarının aylara göre değişimi

Çizelge 5, Fındık çeşitlerinin kabuk dokularında farklı aylarda belirlenen toplam karbonhidrat miktarları (g/L)

Aylar	Tombul	Palaz	Kalınkara	Çakıldak	Sivri
Mart	2.191	1.734	2.489	1.335	4.608
Nisan	1.904	2.238	2.259	3.229	2.497
Mayıs	0.359	1.878	1.431	0.808	0.855
Haziran	1.067	1.685	1.580	0.767	0.717
Temmuz	1.221	2.199	1.290	0.974	0.502
Ağustos	2.886	1.526	1.386	2.207	1.225
Eylül	5.177	2.936	1.450	4.896	6.859
Ekim	4.308	2.201	1.934	3.858	2.675
Kasım	4.279	4.513	2.662	4.569	5.410
Aralık	3.381	6.302	2.683	5.115	3.943
Ocak	4.915	8.278	3.340	7.487	8.064
Şubat	2.616	5.840	3.215	4.615	9.131

Palaz çeşidi kabuk dokularında mart ayında 1.734 g/L olarak belirlenen toplam karbonhidrat miktarı, nisan ayındaki bir miktar yükselmeden (2.238 g/L) sonra, mayıs, haziran, ağustos ve ekim aylarında azalmıştır. Temmuz ve eylül aylarında küçük düzeylerde artışlar görülmektedir (sırasıyla 2.199 g/L ve 2.936 g/L). Kasım ayından itibaren artan toplam karbonhidrat miktarı, aralık ve ocak aylarında en yüksek değerlerine ulaşmış (sırasıyla 6.302 g/L ve 8.278 g/L), şubat ayında ise bir miktar azalmıştır. En düşük değerler ağustos (1.526 g/L) ve haziran (1.685 g/L) aylarında bulunmuştur (Şekil 4).

Kalınkara çeşidi kabuk dokularındaki toplam karbonhidrat miktarı ilkbahar başlangıcında mart ve nisan aylarında 2.489 g/L ve 2.259 g/L olarak saptanmıştır. Mayıs ayında 1.431 g/L düzeyine inen toplam karbonhidrat miktarı, haziran ayındaki küçük artışın (1.580 g/L) haricinde eylül ayına kadar azalmış, ekim ayında artmaya başlayarak bu artışını şubat ayına kadar sürdürmüştür. En yüksek toplam karbonhidrat miktarları ocak (3.340 g/L) ve şubat (3.215 g/L); en düşük miktarlar ise temmuz (1.290 g/L) ve ağustos (1.386 g/L) aylarında saptanmıştır (Şekil 4).

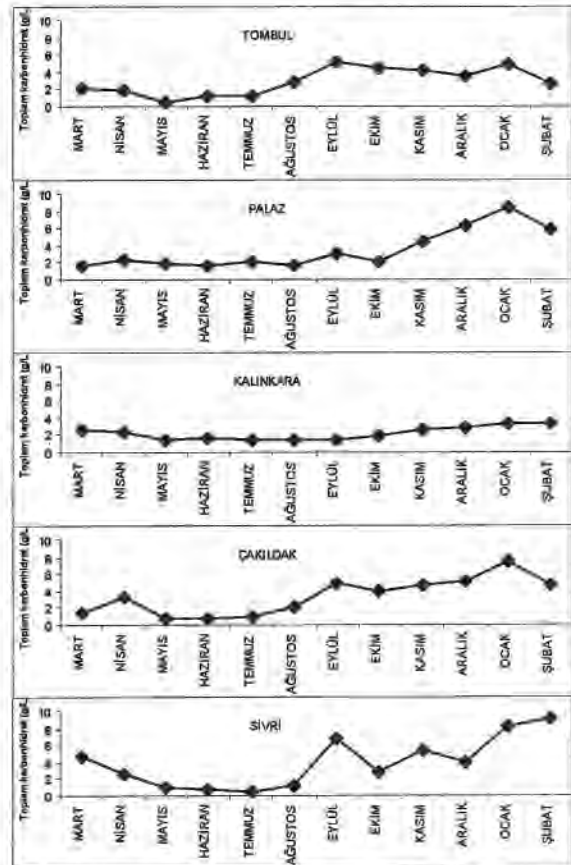
Çakıldak çeşidindeki değişim, nisan ayında yükselme; mayıs, haziran ve temmuz aylarında azalma; ağustos ve eylül aylarındaki önemli artıştan (2.207 g/L, 4.896 g/L) sonra, ekim ayındaki azalma ve kasım - ocak ayları arasındaki artış şeklinde izlenmiştir. Toplam karbonhidratların en yüksek olduğu dönemler ocak ve aralık (7.487 g/L ve 5.115 g/L), en düşük olduğu dönemler ise haziran ve mayıs (0.767 g/L ve 0.808 g/L) olarak belirlenmiştir (Şekil 4).

Sivri çeşidine ait kabuk dokusu örneklerinde mart ayında yüksek düzeyde (4.608 g/L) saptanan toplam karbonhidrat miktarındaki değişim ise, eylül ayına kadar azalma, eylül ayındaki miktar artışını (6.859 g/L) takiben ekim ve aralık aylarındaki azalmanın haricinde kış ayları süresince artma şeklinde seyretmektedir. Ocak ve şubat aylarındaki toplam karbonhidrat miktarları en fazla düzeyde bulunurken (8.064 g/L ve 9.131 g/L), en düşük değerler temmuz ve haziran aylarında (0.502 g/L ve 0.717 g/L) belirlenmiştir (Şekil 4).

Araştırmada kullanılan fındık çeşitlerinin kabuk dokularındaki fruktoz, glukoz, sakaroz ve toplam karbonhidratların yıl boyunca göstermiş oldukları değişim eğrileri, yapılan regresyon analizleri ile gerek aylar

gerekse çeşitler bazında karşılaştırılmıştır. İncelenen özelliklerin tümü için aylara göre istatistik anlamda önemli doğrusal bir ilişki saptanamamıştır.

Araştırmada kullanılan çeşitlerin tümü dikkate alındığında, kabuk dokusunda belirlenen fruktoz miktarlarının 0.104-4.364 g/L; glukoz miktarlarının 0.051-2.720 g/L; sakaroz miktarlarının ise 0.165-4.677 g/L arasında değiştiği saptanmıştır. Aynı şekilde tüm çeşitler bazında kabuk dokusundaki toplam karbonhidrat miktarları da 0.329-8.278 g/L arasında bulunmuştur. Bu miktarlar, farklı fındık çeşitlerindeki şeker ve nişasta içeriklerini inceleyen Bonhevi ve Coll (1993) tarafından belirlenen değerlerle uygunluk göstermektedir.



Şekil 4. Fındık çeşitlerinin kabuk dokularında belirlenen toplam karbonhidrat miktarlarının aylara göre değişimi

Fruktoz ve glukoz miktarlarının değişimlen konusundaki bulgularımız, zeytin ağaçlarının kabuk dokularında yaz sonu-sonbahar aylarında saptanan glukoz miktarının yüksek olduğunu belirten Drossopoulos ve Niavis (1988)'in sonuçları ile uyum sağlamaktadır. Araştırmacılar, kabuktaki glukoz miktarının, ilkbahardan yaz başına kadar artma eğiliminde olduğunu ve sıcaklığın yüksek olduğu yaz döneminde ve sonbahar-kış periyotlarında daha stabil bir değişim gösterdiğini de ifade etmişlerdir. Çalışmamızda da, Kalinkara ve Sivri dışındaki çeşitlerde ilkbahar aylarında glukoz miktarlarının artış gösterdiği saptanmıştır. Özellikle Çakıldak ve Palaz çeşitlerinde bu artış daha belirgindir.

Sakaroz miktar ve değişimleri konusundaki bulgularımızla benzer olarak, birçok araştırmacı tarafından diğer bitki türlerinde yapılan çalışmalarda da, kabuktaki en yüksek sakaroz miktarları sonbahar başlarında ve kış aylarında elde edilmiştir (Jones ve Steinacker 1951, Dowler ve King 1966, Sakai 1966, Drossopoulos ve Niavis 1988). Bunun yanısıra, ilkbahar aylarında sakarozun azalması ve glukozun artmasıyla yapıtlardaki nişasta oranının azaldığı belirtilmekte ve bu durumun polisakkaritlerin hidrolizinin sonucu olabileceği ifade edilmektedir. Çalışmamızda da sakkaroz miktarının ilkbahar aylarında azaldığı, bu aylardaki glukoz artışının ise Tombul, Çakıldak ve Palaz çeşitlerinde belirgin olarak gözlemlendiği saptanmıştır.

Araştırmamızda incelenen fındık çeşitlerinin tümünde karbonhidrat miktarlarının sonbahar ayları boyunca artmaya başlayarak kış aylarında en yüksek düzeylerine ulaşmış olmaları, yapılan diğer çalışmalarda belirlenen bulgularla tam bir uyum sağlamaktadır. Diğer bitkilerde yapılan çalışmalarda da (Jones ve Steinacker 1951, Rodrigues ve Ryan 1960, Dowler ve King 1966, Purvis ve Yelenosky 1982), bulgularımızla benzer şekilde, kış aylarında veya dinlenme dönemlerinde bitki bünyesindeki suda çözünebilir şekerlerin artış gösterdiği saptanmıştır.

Drossopoulos ve Niavis (1988), erken kış döneminde suda çözülebilir karbonhidratlarda yükselmeye birlikte nişastanın tüketilmesinin bitkilerin soğuğa alışmalarını sağladığını ifade etmektedirler. Ek olarak bu dönemde erir karbonhidratların yüksek düzeyde olmasının tomurcuklardaki farklılaşma üzerine etkide bulunabileceğini de bildirmektedirler. Gerek meyve ağaçlarında gerekse asmalarda yapılan araştırmalarda, kış aylarında karbonhidratlar ile dona dayanıklılık arasında kuvvetli ilişkilerin olduğu ortaya konmuştur. Dona dayanıklılık esnasında karbonhidratlardan şekerlerin maksimum, nişastanın ise minimum olduğu bitkilerin dona dayanım kabiliyetlerinin diğerlerine oranla yüksek olduğu; bunun yanısıra, şekerlerin özellikle sakkarozun bünyesel düzeyde hücre protoplazma yoğunluğunun artırılmasında önemli katkıda buldukları ve bunların bitki bünyesinde daha çok depolanmaları sonucu bitkilerin düşük kış sıcaklıklarından daha az zararlandığı belirtilmektedir (Eriş 1985, Kaplankiran ve ark. 1985). Çalışmamızda da, soğuklara dayanıklılığı ve olumsuz iklim koşullarına adaptasyon yeteneği daha yüksek olduğu bildirilen (Ayfer ve ark. 1986) Sivri ve Çakıldak çeşitlerinde gerek sonbahar gerekse kış aylarında belirlenen karbonhidrat miktarları diğer çeşitlere oranla daha yüksek bulunmuştur.

Yapılan mevsimlik analizler karbonhidrat miktarının, büyümenin başlamasıyla birlikte özellikle yaşlı bölgelerde azaldığını ortaya koymuştur. Bu azalmayı, sürgünün uzunluğuna büyümesi meydana gelirken karbonhidrat miktarının yüksek düzeye çıkması izlemektedir (Eriş 1985). Araştırmamızda da, bir-iki çeşit haricinde, fındık ocaklarında vegetatif büyümenin aktif olarak başladığı ilkbahar aylarındaki fruktoz, glukoz ve sakaroz miktarlarının düşüş eğilimi içinde olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde, ilkbaharda oluşan sürgünlerin büyümelemlerinin devam ettiği periyot süresince de kabuk dokusundaki şeker miktarlarının arttığı da belirlenmiştir.

Sonuç

Fındık çeşitlerinin kabuk dokularındaki fruktoz miktarlarının yıl boyunca değişimleri birbirleri ile benzer bulunmuştur. Vegetasyon döneminin başlamasıyla birlikte mart, nisan aylarında hafif düzeyde artan fruktoz, yaz ayları boyunca genel bir azalma göstermekte, yaz sonu-sonbahar aylarında ise fruktoz miktarı artmaktadır. Bu genellenilecek eğriden farklı olarak Sivri çeşidinde mart ayında diğer çeşitlerden daha yüksek düzeyde bulunan fruktoz, nisan ve mayıs ayları boyunca azalarak diğer çeşitlerde belirlenen miktarlara yakın bir değere inmiş, yaz ve sonbahar aylarında ise diğer çeşitlerle benzer eğriyi göstermiştir. Çeşitlerin tümünde ortak bir durum olarak, en yüksek fruktoz miktarları kış aylarında (ocak ve şubat), en düşük miktarlar ise ilkbahar sonu-yaz başlangıcında (mayıs-haziran) belirlenmiştir. Sadece Tombul çeşidinde Aralık ayında da düşük fruktoz miktarı saptanmıştır. Kış aylarındaki en yüksek fruktoz birikiminin sırasıyla Palaz ve Sivri çeşitlerinin kabuk dokularında olduğu, bunu Çakıldak, Kalinkara ve Tombul çeşitlerinin izlediği görülmektedir.

Kabuk dokularındaki glukoz miktarları da fruktozda olduğu gibi yaz aylarında düşük, sonbahar sonu ve kış aylarında ise daha yüksek düzeylerde bulunmuştur. Kalinkara ve Sivri çeşitlerinin kabuklarındaki glukoz miktarları mart ayını takiben ilkbahar ve yaz ayları boyunca azalmış, eylül-ekim aylarında artmaya başlamıştır. Tombul, Çakıldak ve Palaz çeşitlerinde ise ilkbahar döneminde nisan ve mayıs aylarında belirlenen glukoz artışından sonra, diğer çeşitlerle benzer olarak yaz ayları boyunca kısmen azalma ve sonbahar başlangıcında artma şeklinde bir değişim gözlenmiştir.

İncelenen çeşitlerin tümünde, sonbahar ve kış aylarında saptanan sakaroz miktarlarının, ilkbahar ve yaz aylarındaki değerlerden daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Hemen tüm çeşitlerde ortak sayılabilecek bir değişim olarak, kabuk dokularındaki sakaroz miktarlarının ilkbahar-yaz dönemi içerisinde bir azalma gösterdiği, yaz aylarında düşük düzeylerde bulunduğu ve çeşitlere göre farklılıklar göstermekle birlikte eylül, ekim aylarında artarak kış aylarının ortalarına kadar bu artışını sürdürdüğü belirlenmiştir. Farklı olarak, Palaz çeşidi kabuklarındaki sakaroz miktarı ilkbahar sonu-yaz başında artmış, diğer çeşitlerde miktarın azaldığı yaz ayları ortalarına (temmuz) kadar bu artışını sürdürmüştür. Kalinkara çeşidindeki sakaroz miktarının daha stabil sayılabilecek bir eğri göstermesi de dikkat çekmektedir.

Toplam karbonhidratlar bakımından elde edilen sonuçlarımız incelendiğinde, tüm çeşitlerde genel bir durum olarak, sonbahar ve kış aylarındaki karbonhidrat miktarlarının, ilkbahar ve yaz aylarına oranla daha yüksek düzeylerde olduğu saptanmıştır. Yaz ayları boyunca görülen değişim daha stabil sayılabilecek düzeydedir. Sonbahar aylarındaki artışın hemen tüm çeşitlerde eylül ayı ile birlikte başladığı göze çarpmaktadır. Ocak ayındaki toplam karbonhidrat miktarları tüm çeşitler için yüksek düzeyde bulunmuştur.

Kaynaklar

- Anonim, 1989. Enzymatic D-glucose, D-fructose and sucrose analysis in food. Boehringer Mannheim. 185 page. Cat No: 71620.
- Ayfer, M., A. Uzun ve F. Baş, 1986. Türk Fındık Çeşitleri. Karadeniz Bölgesi Fındık İhracatçıları Birliği, Giresun, 95 s.
- Bonhevi, J. S. and V. Coll, 1993. Study of the carbohydrate fraction of the principal varieties of Tarragona hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *Food Chemistry*, 46 (3): 285-288.
- Cemeroğlu, B. 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, 3815. Ankara.
- Chefins, N. I. and B. H. Howard, 1982. Carbonhydrate changes in leafless winter apple cuttings. I. The influence of level and duration of bottom heat. *Journal of Hort. Sci.* 57 (1): 1-8.
- Çağatay, M. 1970. Kültür Bitkilerinin Beslenme Fizyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 414, Ders Kitabı: 141, A. Ü. Basımevi, Ankara.
- Dokuzoğuz, M. 1974. Meyve Ağaçları ve Çevre İlişkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 221, E. Ü. Matbaası, Bornova-İzmir.
- Drossopoulos, J. B. and C. A. Nivais, 1988. Seasonal changes of olive tree (*Olea europea* L.) II. Carbonhydrates. *Annals of Botany* (62): 321-327.
- Dowler, M. W. and F. D. King, 1966. Seasonal changes in starch and soluble sugar content of dormant peach tissues. *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 89: 80-84.
- Düzgüneş, O. 1963. İstatistik Prensipleri ve Metotları. Ege Üniv. Matbaası, İzmir, 378 s.
- Eriş, A. 1985. Bahçe Bitkileir Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları: 11, Bursa.
- Jones, W. W. and M. L. Steinacker, 1951. Seasonal changes in concentration of sugar and starch in leaves and twigs of citrus trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 58: 1-4.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155, A. Ü. Basımevi, Ankara.
- Kaplankıran, M., M. Özsan ve Ö. Tuzcu, 1985. Bazı turuncgil anaçlarında anaç x kalem etkileşmesinin karbonhidrat düzeylerine etkileri. *Doğa Bilim Dergisi*, D2, 9 (3): 261-268.
- Külünkoğlu, Ö. 1997. Turkish Hazelnut and Fiskobirlik. Fourth Int. Sym. Hazelnut. *Acta Hortic.*, 445 ISHS, 347-354.
- Purvis, A. C. and G. Yelenosky, 1982. Sugar and prolin accumulation in grapefruit flavedo and laves during cold hardening of young trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 107 (2): 222-226.
- Rodrigues, J. and G. F. Ryan, 1960. The influence of season and temperature on carbohydrate in avokado shoots. *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 76: 253-261.
- Sakai, A. 1966. Seasonal variations in the amounts of polyhydric alcohol and sugar in fruit trees. *Journal Hort. Sci.* 41: 207-213.
- Yastıroka, H., K. Nagai, K. Aota and M. Fukumoto, 1988. Seasonal changes of carbonhydrates metabolism in apple trees. *Scientia Horticulturae* (36): 219-227.