

BAZI ELMA ÇEŞİTLERİNDE PEKTİNESTERAZ AKTİVİTESİ İLE MEYVE ETİ SERTLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA¹

İlhami KOKSAL²

ÖZET

Bu araştırmada Starking Delicious, Golden Delicious ve Hüryemez elma çeşitlerinde soğukta muhafaza sırasında meyve eti sertliği ve PE- aktivitesi arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Elde olunan bulgulara göre depolama süresince meyve eti sertliğinde görülen azalmalara paralel olarak PE- aktiviteside azalmıştır. Ayrıca muhafaza süresi uzun olan elma çeşitlerinde PE- aktivitesi daha düşük, muhafaza süresi kısa olan çeşitlerde ise PE - aktivitesi daha yüksek olarak belirlenmiştir.

GİRİŞ

Ülkemizde soğukta muhafaza edilen ürünlerden elma, yaklaşık 300.000 ton ile ilk sırayı almaktadır. Bu miktar ülkemizde mevcut soğuk hava depolarının toplam kapasitesinin yaklaşık % 50'sine eş değerdir. Verilen bu değerler elmanın soğukta muhafazasının gerek yetiştirici, gerek tüketici ve gerekse ülke ekonomisi yönünden oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Meyve türleri içerisinde en uzun muhafaza süresine sahip olan elmanın meyve eti sertliği, diğer kriterler yanında ağaç olum zamanının saptanmasında önemli bir değer olduğu gibi muhafaza sırasında da yeme olumunun belirlenmesinde veya muhafaza süresinin bitiminin saptanmasında depo işletmecileri tarafından renk dönüşümü, tad, aroma gibi kriterlerle birlikte kullanılan önemli bir ölçüdür.

Bunun yanı sıra meyve eti sertliği ürünlerin muhafaza süresini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle araştırmada soğukta muhafaza edilen bazı elma çeşitlerinde PE - anizimi aktivitesi ve meyve eti sertliği arasındaki ilişkilerin saptanmasına çalışılmıştır.

Elmalarda meyve eti sertliği öncelikle hücre dokularında bulunan pektin maddelerinin yapısal oluşumu na bağlıdır (8). Pektin maddeleri, primer hücre duvarlarının ve hücreleri birbirine bağlayan orta lamellerin temel maddesi olarak kabul edilmektedir. Meyvelerin olgunlaşması sırasında toplam pektin miktarı değişmez, ancak protopektinin hidrolizi sonucunda oluşan suda çözünür pektin düzeyi artar (13). Meyve eti sertliği seyreltik tuz asitinde çözünür pektin düzeyine göre değişmekte ve bu nedenle meyve eti sertliği meyvenin olgunluk durumu hakkında kıymetli ve pratik sonuçlar vermektedir (13). Meyvenin yumuşaması ile birlikte artan suda çözünür pektin; asitte çözünür pektinin parçalanma sonucu olarak görülmektedir. Meyvelerin olgunlaştıkça yamuşaması büyük bir ihtimalle protopektin ürünün anizimatik olarak daha küçük parçalara ayrılması ile olasıdır (8). Elmalarda protopektinin anizimatik olarak parçalanması henüz tam olarak açıklanmamasına rağmen diğer meyvelerde belirlenen anizimatik parçalanmanın (2) elmalarda da oluşması beklenir. Nitekim Nagel ve Patterson (5) Pektinesteraz ve polygalakturonase anizimlerinin pektinin glikozidik bağlarına etki ederek pektini parçalaması sonucu meyve eti sertliğinin azaldığını ileri sürmektedir.

1. Yayın kuruluna geliş tarihi: Aralık 1982

2. Doç. Dr., Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ANKARA

Katalaz, pektinesteraz ve amilaz gibi enzimlerin meyvelerin depolanması sırasında aktiviteleri artar. Ancak enzim aktivitesi deponun sıcaklığına ve meyvelerin olgunluk durumuna göre değişmektedir (6,12). Elmalarda pektinesteraz aktivitesini araştıran Pollard ve Kieser (7) çeşitler arasında aktivite düzeyi yönünden önemli farklılıklar saptamıştır. Elma ve armutlarda meyve eti sertliği ile pektin miktarı arasındaki ilişkiler konusunda yapılan çalışmalar, meyve eti sertliği azaldıkça meyvelerin pektin düzeylerinde önemli azalmaların olduğunu göstermektedir (3,8,13).

Kavunların pektinesteraz aktiviteleri üzerinde çalışan Cemeroğlu (1) meyvenin oluşumundan olgunluğa kadar geçen sürede pektinesteraz aktivitesinin arttığını, olgunlaşmadan sonra depolanan kavunlarda ise aktivitenin azaldığını belirlemiştir.

Nagel ve Patterson (5) armutlarda meyve eti sertliği ile pektin esteraz aktivitesi üzerinde yaptığı çalışmalarda meyve eti sertliğinin azalması ile birlikte enzim aktivitesinin de azaldığını saptamıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal:

Araştırmada ülkemizin standart elma çeşitlerinden Golden Delicious, Starking Delicious ve Hüyemmez kullanılmıştır. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünün Meyve bahçesinde bulunan ağaçlardan ağaç olumunda derilen meyveler 1°C sıcaklık ve % 85-90 oransal nemli depolarda muhafaza edilmişlerdir.

Metot:

Meyveler derildikten hemen sonra depoya girmeden analizlere başlanmış ve 30 gün ara ile muhafaza süresi sonuna kadar tekrarlanmıştır.

Muhafaza süresi sonunda meyveler 20°C sıcaklık ve % 85-90 nem içeren olgunlaştırma odasına alınarak 15 gün sonra bir analiz daha yapılmıştır.

— Meyve eti sertliği ve Suda çözünür kuru madde tayini

Meyve eti sertliğinin belirlenmesinde Magness ve Taylor'un basınç ölçeğinden (pressur-tester) yararlanılmıştır. Bu aletle yapılan ölçmelerde 11.11 mm çapındaki başlıklar kullanılmıştır. Her örnek için 20 meyvede ölçüm yapılarak elde edilen değerlerin ortalaması o örneğin meyve eti sertlik derecesi olarak kabul edilmiştir.

Suda çözünür kuru madde Abbe - Refraktometresi ile ölçülmüştür.

— Pektin esteraz (PE) aktivitesi tayini

Elmalarda PE- aktivitesinin belirlenmesinde Nagel ve Patterson'un (5) uyguladıkları yöntemden yararlanılmıştır.

Analiz için alınan 10 adet elma örneğinden dokuları zedelenmeden birer dilim alınmış ve hacim esası üzerinden eşit ağırlıkta % 8 (w/v) NaCl, % 0,6 (w/v) $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ile asitliği nötralize için yeterli NaOH içeren bir çözelti ilave edilerek 2 dakika süre ile blenderde parçalanmıştır. Karışımından 100 g örnek alınarak 100 ml % 0,6 (w/v) $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ + % 8 (w/v) NaCl çözeltisi ile karıştırılmış ve 2 ml 1N, NaOH ilave edilerek blenderde püre haline getirilmiştir. Pürenin pH'sı 10'a ayarlandıktan sonra 90 dakika dinlenmeye bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda püre 3 katlı tülbentten süzülüş ve % 4 (w/v) NaCl çözeltisi ile tekrar ekstrakte edilmiştir. İkinci ekstraksiyon süzülükten sonra süzüntüler birleştirilerek % 4 (w/v) NaCl çözeltisi ile 500 ml'ye tamamlanarak sıcaklığı 30°C'ye ayarlanmıştır.

PE-Aktivitesi; 30°C'de ve PH'nın 6,5-7,4 değerleri arasında sabit bir değerde tutularak titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla 50 ml Pektin ve 5 ml 0,2 M sodyum oksalattan oluşan ve sıcaklığı 30°C'ye ayarlanmış çözelti üzerine daha önce hazırlanmış örnekten 50 ml ilave edilerek pH'sı hemen 6,5'a ayarlanmıştır. Bu karışım N/20'lik NaOH ile yarım saat süre ile 5 dakika aralıkla titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarından PE- aktivitesi hesaplanmıştır. PE- aktivitesi (PE_u) g x 10⁴ olarak gösterilmiş olup, her dakikada beher gram taze elma örneğinde hidrolize ettiği esterin miliekivalent miktarını göstermektedir.

SONUÇLAR

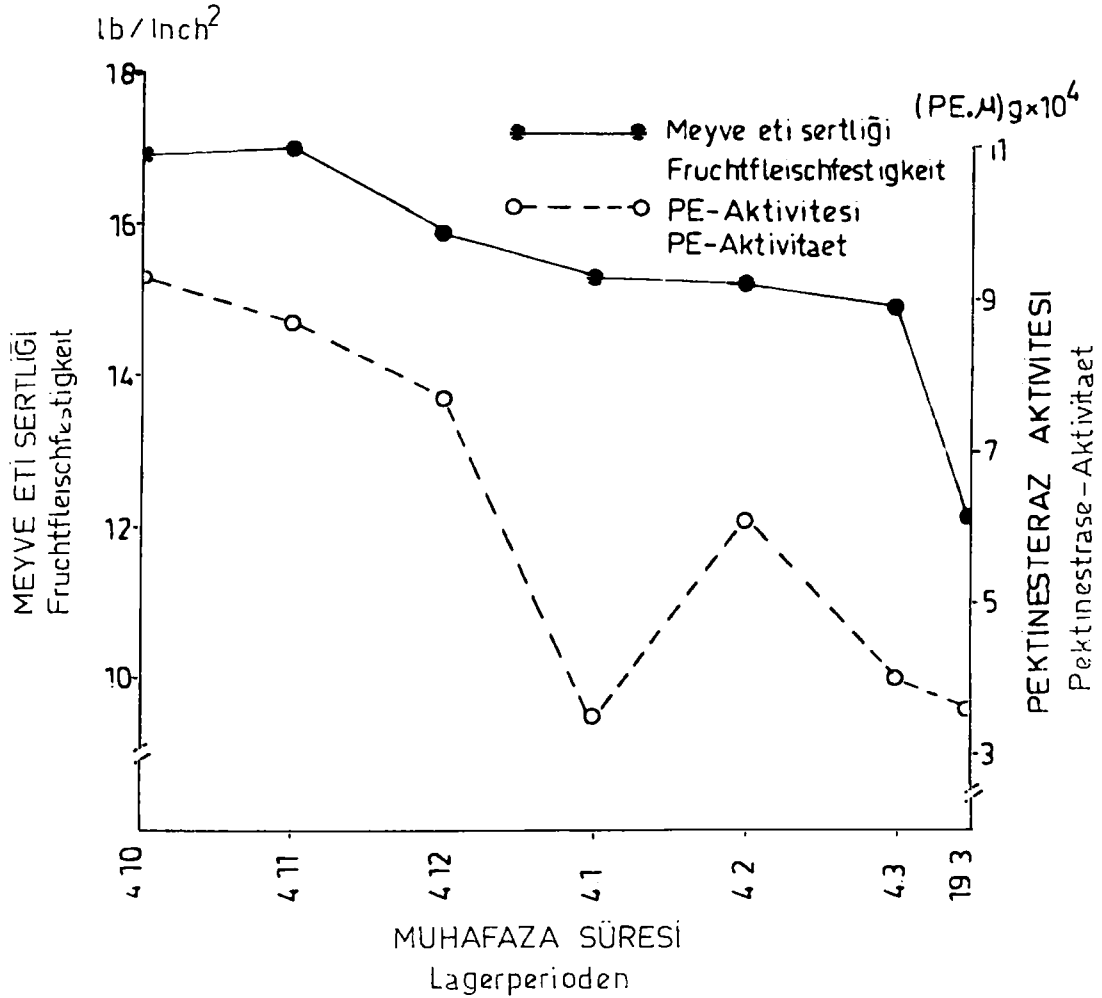
Starking Delicious

Derimden sonra muhafaza süresince çeşidin PE- aktivitesi, meyve eti sertliği ve kuru madde düzeyindeki değişimler cetvel 1 ve şekil 2'de verilmiştir.

Cetvel 1. Starking Delicious elmasının muhafaza süresince meyve eti sertliği kur madde ve PE- aktivitesinde oluşan değişimler.

Tabelle 1. Veränderungen in der Fruchtfleischfestigkeit, Löslichetrockensubstanz und PE- Aktivität der Apfelsorte Starking Delicious wehrend der Lagerperiode.

	MUHAFAZA SÜRESİ Lagerperiode						
	4.10	4.11	4.12	4.1	4.2	4.3	19.3
Meyve eti sertliği Fruchtfleischfestigkeit (lb/inch ²)	16.9	17.0	15.9	15.3	15.2	14.9	12.1
Kuru madde (%) Löslichetrockensubstanz (%)	11.5	11.4	13.8	13.5	12.6	14.0	12.0
PE- Aktivitesi PE- Aktivitaet (PE µ) gx 10 ⁴	9.3	8.7	7.7	3.5	6.1	4.0	3.6



Şekil 1. Starking Delicious elmalarında muhafaza sırasında PE- aktivitesi ve meyve eti sertliği arasındaki ilişkiler.

Abbildung 1. Beziehungen zwischen PE- Aktivitaet und Fruchtfleischfestigkeit der Sorte Starking Delicious wehrend der Lagerung.

Bu elma çeşidinde PE- aktivitesi derimden hemen sonraki ilk analizde $9.3 (PE. \mu) g \times 10^4$ olarak saptanmış ve depolama süresince azalarak üçüncü ayda $3.5 (PE. \mu) g \times 10^4$ düzeyine inmiştir. Dördüncü ayda bir artış gösteren PE- aktivitesi, tekrar düşmeye başlamış ve depolamanın sonunda $3.6 (PE. \mu) g \times 10^4$ değerine ulaşmıştır.

Derimden hemen sonra $16.9 lb / inch^2$ olarak saptanan meyve eti sertliği muhafaza süresince azalmış ve 5 ay sonra $14.9 lb/inch^2$ değerine düşmüştür. Muhafaza sonunda 20^0C sıcaklıkta olgunlaştırılan elmalar da 15 gün sonra ise meyve eti sertliği $12.1 lb/inch^2$ olarak belirlenmiştir.

Suda eriyebilir % kuru madde değeri, derimden sonra % 11.5 olarak bulunmuştur. Muhafazanın beşinci ayına kadar düzenli bir şekilde artan kuru madde miktarı % 14.0 düzeyine ulaşmıştır. Olgunlaştırılan meyvelerde ise toplam kurumaddede bir azalmanın olduğu belirlenmiştir.

Golden Delicious

Derimden sonra bu elma çeşidinin muhafaza süresinde PE- aktivitesi, meyve eti sertliği ve kuru madde düzeylerindeki değişimler Cetvel 2 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

Golden Delicious çeşidinde derimden hemen sonra yapılan ilk analizde $20.2 (PE. \mu) g \times 10^4$ olarak belirlenen PE- aktivitesi muhafaza süresince sürekli bir azalma göstererek muhafazanın beşinci ayında $11.2 (PE. \mu) g \times 10^4$ ile en düşük düzeye ulaşmış, 15 günlük olgunlaştırmadan sonra ise tekrar yükselmiştir.

Muhafazanın başlangıcında $16.4 lb/inch^2$ olarak belirlenen meyve eti sertliği muhafaza süresince azalarak beşinci ay sonunda $13.5 lb/inch^2$ düzeyine inmiştir. Muhafazadan sonra olgunlaştırmaya alınan meyvelerde sertlik daha da azalmış ve yapılan ölçümlerde $11.5 lb/inch^2$ değeri bulunmuştur.

Cetvel 2. Golden Delicious elmasının muhafaza süresince meyve eti sertliği kuru madde ve PE- Aktivitesinde oluşan değişimler.

Tabelle 2. Veraenderungen inder Fruchtfleischfestigkeit, Löslichetrockensubstanz und PE- Aktiviteat der Golden Delicious wehrend der Lagerperiode.

	MUHAFAZA SÜRESİ Lagerperiode						
	4.10	4.11	4.12	4.1	4.2	4.3	19.3
Meyve eti sertliği Fruchtfleischfestigkeit (lb/inch ²)	16.4	15.1	14.8	14.2	13.3	13.5	11.5
Kuru madde (%) Löslichetrockensubstanz (%)	15.8	16.5	15.7	15.7	26.0	16.6	15.3
PE- Aktivitesi PE- Aktiviteat (PE. μ) $g \times 10^4$	20.2	18.1	17.4	15.0	15.4	11.2	14.8

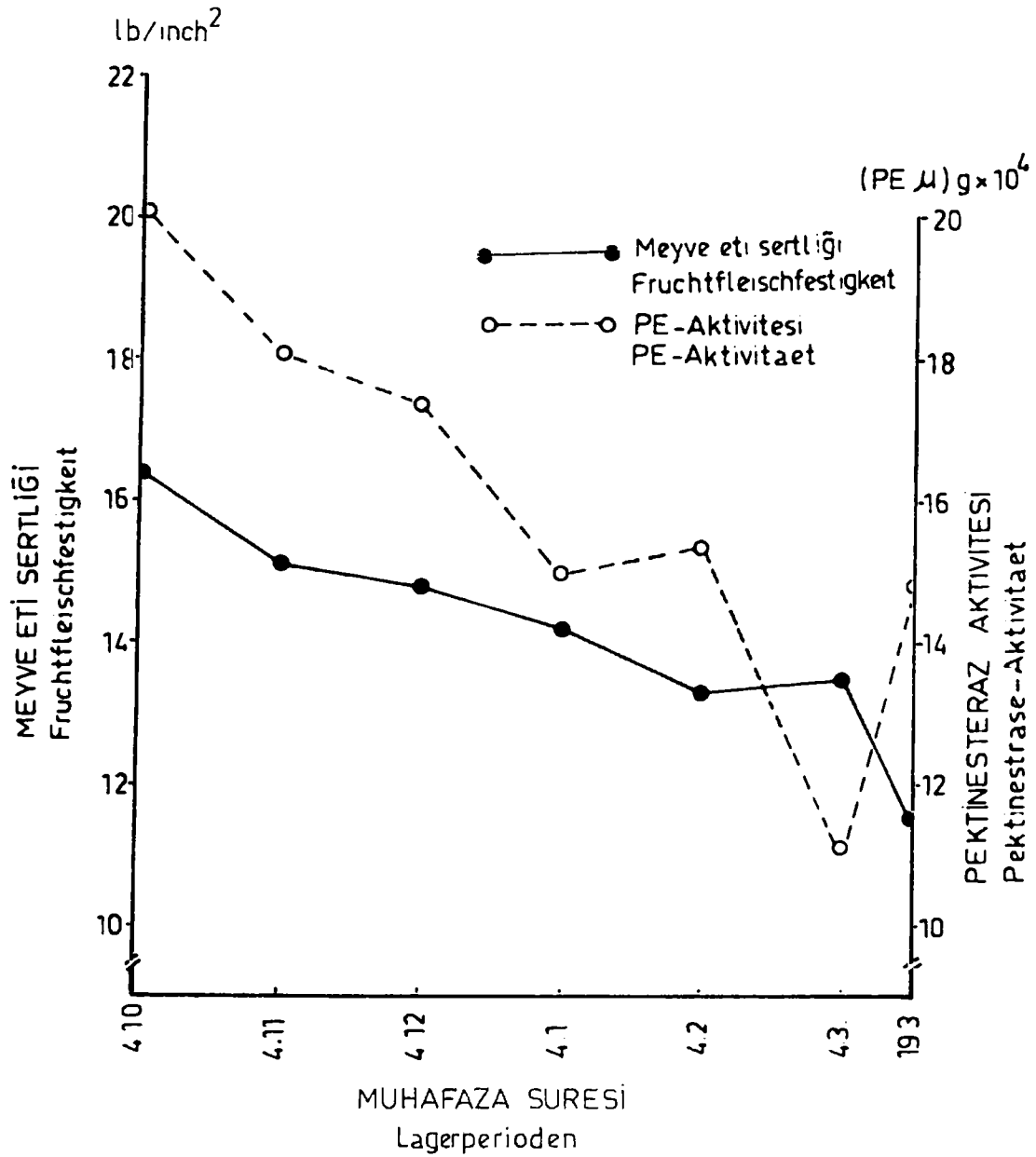
Meyvelerin suda eriyebilir kuru madde değerlerinde muhafaza süresince çok az bir artış görülmüştür. Başlangıçta % 15.8 olan kuru madde beşinci ayın sonunda ancak % 16.6 değerine ulaşabilmıştır. Olgunlaştırma sonunda ise bir azalma olduğu görülmüştür.

Hüryemez

Hüryemez elma çeşidinin muhafaza süresince PE- aktivitesi, meyve eti sertliği ve suda çözünür toplam kuru madde miktarlarındaki değişimler Cetvel 3 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.

Derimden sonra yapılan analiz sonucunda meyvelerde $12.7 (PE. \mu) g \times 10^4$ düzeyinde PE- aktivitesi saptanmıştır. Bu çeşitte muhafazanın birinci ve ikinci aylarında meyvelerdeki PE- aktivitesinin azda olsa arttığı, ancak bundan sonra hızlı bir azalma göstererek daha üçüncü ayın sonunda $6.7 (PE. \mu) g \times 10^4$ düzeyine indiği bulunmuştur. Bu azalma muhafazanın üçüncü ayından sonra yavaşlamış ve muhafaza süresinin sonunda ancak $5.2 (PE. \mu) g \times 10^4$ değerine ulaşmıştır.

Muhafazanın başlangıcında $18.8 lb/inch^2$ olarak belirlenen meyve eti sertliği muhafaza süresine bağlı olarak azalmış ve beşinci ayın sonunda $14. lb/inch^2$ değerine düşmüştür. 15 günlük olgunlaştırma sonunda ise meyve eti sertliği $12.2 lb/inch^2$ olarak bulunmuştur.



Şekil 2. Golden Delicious elmalarında muhafaza sırasında PE- aktivitesi ve meyve eti sertliği arasındaki ilişkiler.

Abbildung 2. Beziehungen zwischen PE- Aktivitaet und Fruchtfleischfestigkeit der Sorte Golden Delicious wehrend der Lagerung.

Suda eriyebilir kuru madde değeri muhafazanın başlangıcında % 13.7 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince Hüryemez çeşidinde % kuru madde düzeyinde çok az bir artış görülmüştür. Beşinci ayın sonunda meyvelerde ancak % 14.8 düzeyinde bir kuru madde bulunmuştur.

TARTIŞMA

Denemeye alınan üç elma çeşidinde de PE- aktivitesi yaklaşık 6 aylık muhafaza süresince farklı düzeylerde olsa bile sürekli bir düşüş göstermiştir. PE- aktivitesine paralel olarak meyve eti sertliğinin de azaldığı saptanmıştır.

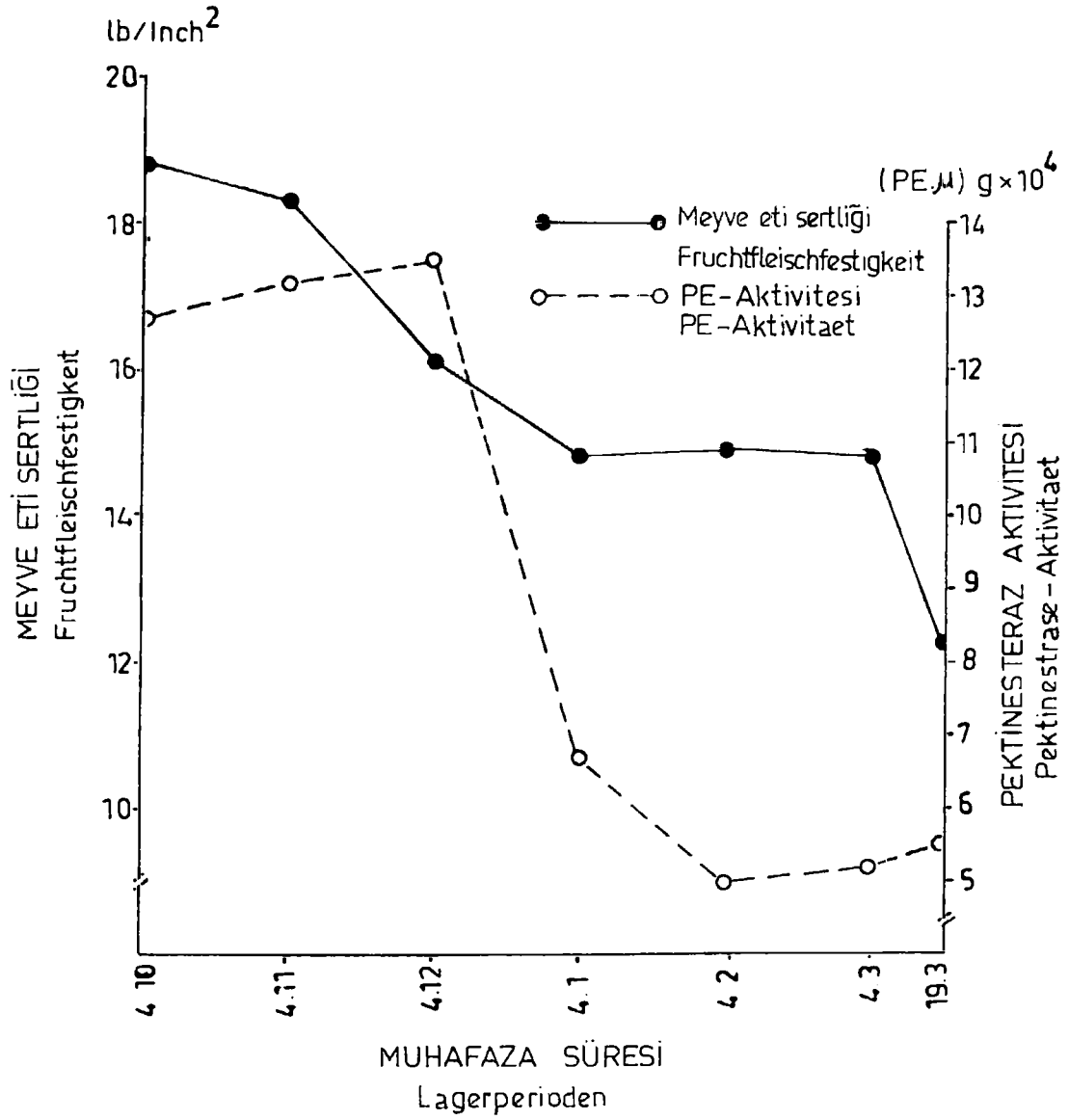
Cetvel 3. Hüryemez elmasının muhafaza süresince meyve eti sertliği kuru madde ve PE- Aktivitesinde oluşan değişimler.

Tabelle 3. Veraenderungen inder Fruchtfleischfestigkeit, Löslichetrockensubstanz und PE- Aktiviteat der Apfelsorte Hüryemez wehrend der Lagerperiode.

	MUHAFAZA SÜRESİ Lagerperiode						
	4.10	4.11	4.12	4.1	4.2	4.3	19.3
Meyve eti sertliği Fruchtfleischfestigkeit (Ib/inch ²)	18.8	18.3	16.1	14.8	14.9	14.8	12.2
Kuru madde (%) Löslichetrockensubstanz (%)	13.7	13.8	14.8	14.8	14.7	14.8	14.3
PE – Aktivitesi PE – Aktiviteat (PE _μ) g x 10 ⁴	12.7	13.2	13.5	6.7	5.0	5.2	5.5

Araştırmada ortaya çıkan PE- aktivitesi ve meyve eti sertliği arasındaki bu ilişki TAVAKOLİ ve WİLEY'in (10) elma ve armutlarda ve MATSUİ (3) ile STRANDZHEV ve Ark. (9)'nın yine armutlarda yapmış oldukları çalışmalarla tam bir benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlar yeme olumuna yaklaşan meyvelerde meyve eti sertliği ile birlikte PE- aktivitesinde azaldığını göstermektedir. Aynı şekilde TISCHENKO (11) elmalarda, MAURİCE ve BRIAN (4) çileklerde yapmış oldukları çalışmalarda aşırı olgunluğa doğru PE- aktivitesinin azaldığını saptamışlardır.

Araştırmada muhafazanın başlangıcından itibaren en yüksek PE- aktivitesi Golden Delicious elmasında, en düşük PE- aktivitesi ise Starking Delicious elma çeşidinde bulunmuştur. Araştırmada kullanılan elma çeşitlerinden Starking en uzun süreli muhafaza edilebildiği ve bunu süre yönünden Hüryemez ve Golden Delicious' çeşitleri izlediğine göre, muhafazaya dayanıklı çeşitlerin düşük, dayanıksız çeşitlerin ise yüksek düzeyde PE- aktivitesi gösterdikleri söylenebilir. Buna benzer bir sonucu CEMEROĞLU (1) kavunlar üzerinde yaptığı çalışmalarda elde etmiştir. Kavunlar üzerinde yapılan bu çalışmada muhafazaya dayanıklı çeşitlerin PE- aktivitesi düşük, dayanıksız çeşitlerin ise yüksek bulunmuştur.



Şekil 3. Hüryemez elmalarında muhafaza sırasında PE- aktivitesi ve meyve eti sertliği arasındaki ilişkiler.
Abbildung 3. Beziehungen zwischen PE- Aktivität und Fruchtfleischfestigkeit der Sorte Hüryemez während der Lagerung.

LİTERATÜR KAYNAKLARI

1. Cemeroglu, B.1976. Bazı kavun çeşitlerinde Pektinesteraz-Aktivitesi üzerinde çalışmalar. *A. Ü.Zir.Fak. Yıl.26. (4): 735-746.*
2. Hulme, A.C. ve M.J.C. Rhodes 1971. Pome fruits. In: A.C. Hulme. *The biochemistry of fruits and their products. Bd. 2. Acad. Press.London NewYork.*
3. Matsui, H. 1973. Studies on the fresh cell components of pears. Part 111. Changes in the pectin content of European, Chinese and Japanese pears during storage. *Agr. and Hort. 48 (1): 89-90*
4. Maurice, F.B. ve I.P. Brian, 1976. Cell wall degrading enzymes and the softening of senescent strawberry fruit. *J. of Food Sci. 41: 1392-1395*
5. Nagel C.W. ve M.E. Patterson 1967. Pectic enzymes and development of the pear (*Pyrus communis*). *J. of Food Sci. 32: 294-297.*
6. Pantastico, B. 1975. Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. *Wesport, Connecticut. The avi publishing company, INC. 320-322.*
7. Pollard, A ve M.E. Kieser. 1951. The pectase activity of apples. *J.Sci. Food Agric. 2 (2) : 30-36.*
8. Seipp, D.1978. Pectinablau bei Früh- und Lagersorten des Apfels. *Gartenbauwiss. 13: 248-253.*
9. Strandzhev, A., D. Kosturkova ve M.Steva, 1974. Dynamics of changes in the pectings of cold-stored pears. *Hort. Abst. Vol. 45 (2): 870.*
- 10.Tavakoli M. ve R.G. Wiley. 1968. Relation of trimethylsilyl derivates of fruit tissue polysaccharides to apple texture. *Proc. Am. Soc. for Hort. Sci. 92: 780-787.*
11. Tischenko, V.P. 1975. Biochemical investigation of the diversity of soluble pectins in different apple cultivars. *Hort. Abst. Vol. 45 (7): 4660.*
12. Weurman, C. 1954. Pectase in Doyenne Boussoch pears and changes in the quantity of the enzyme during development. *Acto. Botan. Neerly 3: 100.*
13. Wolf, J. 1971. Zur Frage des Berstens von fleischigen Früchten nach der Ernte. *Gartenbauwiss. 36: 127-133*