

ŞARAPÇILIKTA KÜKÜRT DİOKSİT KULLANIMI ve ÖNEMİ

THE USE AND IMPORTANCE OF SULPHUR DIOXIDE IN WINE MAKING

Turgut CABAROĞLU, Ahmet CANBAŞ

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü ADANA

ÖZET: Şarapçılıkta kükürt dioksit, antioksidan, antioksidazik, antimikrobiyel, rengi stabilize edici, çözüldürücü ve durultucu özellikleriyle kullanımı kaçınılmaz bir maddedir. Şıradan başlayıp tüketime hazır oluncaya kadar her aşamada uygun miktarlarda kükürt dioksit kullanılması elde edilecek şarabın kalitesi üzerinde belirleyici bir rol oynar. Kükürt dioksitin aşırı kullanımı sağlık açısından sakıncalıdır. Bu nedenle kükürtleme şarapçılıkta bilinçli olarak uygulanması gereken bir işlemdir. Bu çalışmada kükürt dioksitin şaraptaki rolü ve etkileri ele alınmış, kullanım miktarları ve şekilleri hakkında bilgi verilmiştir.

SUMMARY: Sulphur dioxide which has an antioxidant, antioxidasic, antimicrobial, color stabilizer, dissolvent and clarifying properties must be used in wine making. During the whole production, starting from the must till marketing, the usage of appropriate amounts of sulphur dioxide has a great importance on the quality of wine. However the use of excessive amounts of sulphur dioxide is harmful for human health. Therefore sulphiting must be done carefully during the production of wine.

This study was based on the literature review related to the effects and the roles of sulphur dioxide in wine making, the amounts to be added and the methods of sulphiting.

GİRİŞ

Şarapçılıkta kükürt dioksitin kullanımı ortaçağa kadar dayanmaktadır. Kükürt dioksitin Romalılar zamanında şarabın stabilizasyonunda ve kapların dezenfeksiyonunda kullanıldığı bilinmektedir (AMERINE ve ark., 1972; RIBÉREAU GAYON ve ark., 1977).

Üzümün şaraba işlenmesinde, şarabın olgunlaştırılmasında, şarap hastalık ve kusurlarının önlenmesinde kükürt dioksitin çok büyük rolü ve önemi vardır (AKMAN, 1985).

Şarap teknolojisinde sağlam, kusursuz, kaliteli bir şarap üretimi için şıradan başlayıp tüketime hazır oluncaya kadar her aşamada uygun ve yeterli miktarda kükürt dioksitin kullanılması gerekir. Öte yandan şarapçılıkta kükürt dioksitin yerine geçebilecek başka bir madde henüz bulunamamıştır. İndirgen bir madde olan askorbik asit (C vitamini) ancak kükürt dioksitin etkisini destekleyici bir rol oynar ve yalnız başına kükürt dioksitin yerini tutamaz (AMERINE ve ark., 1972; DE ROSA ve ark., 1983).

Gıda sanayiinde yaygın bir kullanım alanına sahip olan kükürt dioksit sağlığa zararlı bir maddedir. Bu nedenle kükürt dioksitin bilinçli olarak kullanılması gerekir. Şarapla ilgili yasal düzenlemeler ve standartlarda kükürt dioksit miktarına sınırlamalar getirilmiştir. Kükürtlemede amaç mümkün olduğunca az kükürt dioksit kullanarak en yüksek yarar sağlamaktır. Kükürt dioksitin bilinçli bir şekilde kullanılabilmesi öncelikle şaraptaki etkilerinin bilinmesine ve kullanılacak kükürt dioksit miktarının buna göre belirlenmesine bağlıdır. Ayrıca hammaddenin özellikleri, iklim koşulları, kullanılan araç ve gereçlerin durumu, elde edilmek istenen şarap tipi gibi çeşitli faktörler de kullanılacak kükürt dioksit miktarı üzerinde etkili olur.

KÜKÜRT DİOKSİTİN TOKSİK ETKİSİ

Kükürt dioksitin şaraplarda bulunmasına izin verilen miktarlarının insan sağlığı üzerine etkisi uzun yıllardan beri tartışma konusu olmuştur. Günümüzde hala içkilerde ve besin maddelerinde bulunan kükürt dioksit miktarının insan organizmasına olan olumsuz etkileri ayrıntılı bir şekilde belirlenememiştir. Bununla birlikte insan organizmasının kükürt dioksite karşı tepkisi kişiden kişiye farklılık göstermektedir. Bazı insanlar günde 4 g sülfite karşı (yaklaşık 50 mg/ kg/ VA) herhangi bir tepki göstermedikleri halde bazılarında çok düşük dozlarda dahi baş ağrısı, mide bulantısı, ishal belirtileri görülmektedir (ERICH, 1977).

Farelerde LD₅₀* 3 g/kg'a kadar çıkmıştır. Kükürt dioksitin ADI**'si standartlarda 0,7 mg/ kg/ VA olarak verilmiştir. Bu değere göre kükürt dioksit etkisi düşük toksik maddeler arasında yer almaktadır (AMERINE ve ark., 1972).

KÜKÜRT DİOKSİTİN ŞIRA VE ŞARAPTAKİ ETKİLERİ

Kükürt dioksitin mikroorganizmalar üzerine etkisi: Kükürt dioksitin en önemli etkisi mikroorganizmalar üzerine yaptığı antiseptik etkidir. Kükürt dioksit her türlü bakteri ve küf mantarıyla *Mycoderma vini* gibi yabani mayaların çoğalma ve çalışmalarına engel olur (PEYNAUD, 1984). Kükürt dioksitin etkisi doğrudan mikroorganizmaların enzim sistemleri üzerinde olmaktadır (ERICH, 1977). Mayalar kükürt dioksite karşı fazla duyarlı olmamalarına karşın, özellikle şarabı hastalandıran asetik asit bakterileri ve laktik asit bakterileri daha duyarlıdır (LAFON-LAFAURCADE ve PEYNAUD, 1974; OUGH, 1985). Katılan kükürt dioksit miktarı arttıkça önce en duyarlı olan bakteriler ölür, daha sonra sivri mayalar (*Kloeckera apiculata*) ve en sonunda da eliptik mayalar (*Sacch. ellipsoides*) etkisiz hale gelir (NAVARRE, 1988). Bakteriler 40-50 mg/l kükürt dioksit karşısında inaktif hale gelirken şarap mayaları 150-400 mg/l'e kadar dayanabilir (HERRAIZ ve ark., 1989; CANBAŞ, 1992).

Kükürt dioksit malik asiti parçalayan mikroorganizmaları da etkileyerek malolaktik fermantasyonu geciktirir veya önler (JIM-WEN ve JAMES, 1982; 1983).

Kükürt dioksitin indingeyici etkisi: İlave edilen kükürt dioksit şırada sülfid veya sülfüroz asit haline geçer ve bunlar da okside olarak sülfat ve sülfirik asit verir. Bu bileşikler diğerlerinden önce ortamdaki kullanılabilir oksijeni bağlar ve böylece şaraptaki oksidasyonu önler (NAVARRE, 1988). Ortamdaki oksijenin bağlanmasıyla oksidoreduksiyon potansiyeli düşer ve sonuçta ortam indirgeyici bir özellik taşır (KESKİN, 1975; AKMAN, 1985). Bu etki sonucu şarapların oksidasyonu, oksidazlara bağlı kırılmalar ve asetaldehit tadı önlenir. Oksidasyonun hem tat hem de şarabın rengi bakımından çok büyük önemi vardır. Oksidasyona uğrayan şarabın kendine özgü rengi değişir. Kükürt dioksit renk değişmelerini önlediği gibi oluşan renk kusurlarını da giderir (BLOUIN, 1964; SIMS ve MORRIS, 1984). Şarabın renk değiştirmesinin nedeni ise polifenollerin polifenol oksidaz (tirozinaz) ve lakkaz enzimleri tarafından oksidasyona uğratılmasıdır. Bunun sonucunda renk değişir ve şarap kaba bir tat alır. Kükürt dioksit ise bu enzimleri etkisiz hale getirerek oksidasyonu önlemektedir. Bu etkiye antioksidazik etki denir (SCHAEFFER ve WEBBER, 1975; OUGH ve CROWELL, 1987).

Kükürt dioksitin durultucu ve çözüldürücü etkisi: Kükürt dioksit, fermantasyonu geciktirerek şırada süspansiyon halinde bulunan maddelerin kendiliğinden çökmesine yardımcı olur. Kükürt dioksitin bu özelliğinden, beyaz şarap yapımında, tortu alma işleminde yararlanır. Bu işlem sonucunda gerek kaba tortu maddeleri gerekse kükürt dioksitin etkisiyle ölen mikroorganizmalar dibe çöker ve bunlar aktarmayla uzaklaştırılır (AMERINE ve ark., 1972).

RIBÉREAU-GAYON ve ark. (1977) tarafından kükürt dioksitin şaraptaki değişik durumları Şekil 1'de görüldüğü gibi şematize edilmiştir.

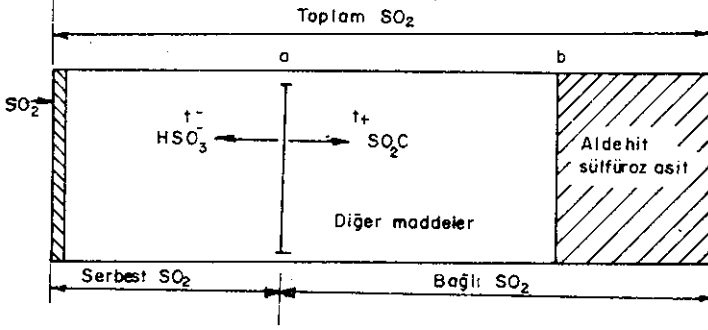
Sağdaki taraflı kısım asetaldehide bağlı SO₂ oranını göstermektedir. SO₂'in serbest aldehide bağlanmasıyla dissosiasyon sabiti daha düşük olan ve stabil bir özellik gösteren aldehit sülfüroz asit oluşur. Aynı tip şaraplar için "b" değeri sabittir. SO₂'in diğer maddelere (şekerler, ketonlar) bağlanmasıyla dissosiasyon sabiti yüksek ve daha az stabil olan bileşikler oluşmaktadır. Soldaki taraflı kısım sülfüroz asit oranını göstermektedir. Aynı tip şaraplar için "a" değeri sıcaklığa bağlı olarak azalır veya çoğalır.

Kükürt dioksit ilave edilen şarapta bağlı ve serbest hallerdeki SO₂ oranları pH, sıcaklık, şeker ve aldehit miktarına bağlı olarak değişmektedir.

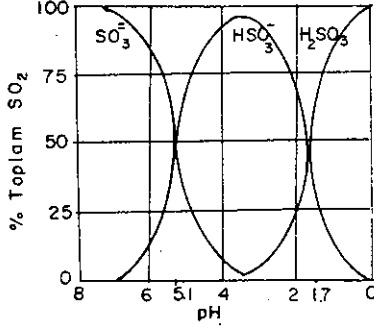
Şarapta kükürt dioksitin değişik halleri üzerinde pH'nın etkisi Şekil 2'de gösterilmiştir (AMERINE ve ark., 1972).

*LD₅₀:Letal doz

**ADI: Acceptable Daily Intake



Şekil 1. Şarapta kükürt dioksitin değişik durumları.



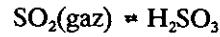
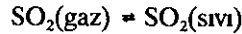
Şekil 2. Kükürt dioksit üzerine pH'nın etkisi (25°C) SINGLETON ve ZAYA, 1980; SIMS ve MORRIS, 1984).

Bu nedenle, asitliği yüksek olan şaraplarda kükürt dioksit daha etkilidir.

Cibre fermantasyonu sırasında şıraya ilave edilen kükürt dioksit miktarı arttıkça toplam fenol bileşikleri ve lökoantosiyon miktarının artması kükürt dioksitin bu maddelerin çözünmesinde etkili olduğunu göstermektedir (CANBAŞ, 1971; OLIVIERI ve ark., 1976). Kükürt dioksitin bu etkisi kabuk, çekirdek ve çöp gibi üzümlerin katı kısımlarındaki hücreleri öldürüp, bunları daha geçirgen hale getirmesinin sonucudur (CANBAŞ, 1978). Bu konuda yapılan araştırmalarda kükürt dioksitin toplam fenol bileşikleri ve lökoantosiyonlar yanında antosiyon miktarını da artırdığı ve böylece renk yoğunluğunu etkilediği belirtilmektedir (CANBAŞ, 1978;

KÜKÜRT DİOKSİTİN ŞARAPTAKİ DURUMU

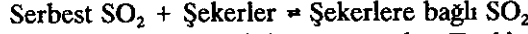
Şıra veya şaraba ilave edilen kükürt dioksit olduğu gibi yani SO₂ halinde kalmamaktadır. Bir kısmı serbest halde bir kısmı da şıra veya şaraptaki bazı maddelere bağlanmaktadır. SO₂ sulu ortamda çözüldüğünde çeşitli haller arasında bir denge oluşmaktadır (AMERINE ve ark., 1972; USSEGLIO-TOMASSET, 1989).



Öncelikle SO₂ su içerisine sülfüroz asit (H₂SO₃) halindedir. Sülfüroz asit dissosiyasyon olarak, bir H⁺ verip, bisülfid (HSO₃⁻) haline dönüşmektedir. Bisülfid de bir H⁺ vererek sülfid iyonlarına (SO₃²⁻) dissosiyasyon olmaktadır. Bu eşitliklerde SO₂'in tüm formları serbest kükürt dioksit olarak bilinir.

Öte yandan kükürt dioksit ortamda bulunan aldehit, şekerler, pektik maddeler, dekstrin, protein ve ketonlarla reaksiyona girerek bağlanmaktadır. Kükürt dioksitin bu durumuna da bağlı kükürt dioksit adı verilmektedir (BRINISLAW, 1988; USSEGLIO-TOMASSET, 1989):

- Şekerlere bağlı olanlar: Şeker miktarı arttıkça bu haldeki SO₂ miktarı da artar. Tepkime geri dönüşümlüdür. Şeker miktarı azaldıkça SO₂ serbest hale geçebilir.



- Asetaldehide bağlı olanlar: Tepkime geri dönüşümsüzdür. Tepkime sonucu aldehit sülfüroz asit oluşur.



Toplam kükürt dioksit, serbest ve bağlı haldeki kısımlardan oluşur.

KATILACAK KÜKÜRTDİOKSİT MİKTARININ BELİRLENMESİ

Katılacak kükürt dioksitin ne zaman ve hangi miktarda uygulanacağı konusu büyük önem taşımaktadır. Kükürtlemeyi gelişigüzel değil zamanında yapmak ve aşırıya kaçmadan uygun bir kullanımla amaca ulaşmak gerekir.

Şıraya katılacak kükürt dioksit miktarı hammaddenin bileşimine (şeker, asit), olgunluk durumuna ve sağlamlığına (ezik, çürük ve zarar görmüş olup olmadığına) göre değişir. Şaraba katılacaksa şarabın tipine, esmerleşmeye olan eğilimine, bileşimine, yaşına, içerdiği asit miktarına, kabın boyutlarına, depolama sıcaklığına ve diğer çeşitli faktörlere bağlı olarak değişir (AMERINE ve ark., 1972; RIBÉRAU GAYON ve ark., 1977).

Ortamın şeker ve asit içerikleri ve sıcaklığı katılacak SO₂ miktarının etkiler. Şeker içeriği ne kadar yüksek olursa bağlı SO₂ miktarı o ölçüde artar. Sıcaklık yükseldikçe şekerlere bağlanan SO₂ miktarı artar ve aktif haldeki SO₂ miktarı azalır. Asit içeriği arttıkça aktif haldeki SO₂ miktarı artar ve dolaylı olarak etkili olabilecek SO₂ miktarı azalır (NAVARRE, 1988).

Kırmızı şarap yapımında; üzümler sağlam ve sıcaklık düşük ise 30 mg/l, üzümler oldukça iyi bir durumda ise 50 mg/l, üzümler zarar görmüş ve bozulmuş ise 60-80 mg/l SO₂ katılır.

Beyaz ve pembe şarap yapımında 30 mg/l, tatlı şarap yapımında ise 30-50 mg/l SO₂ katılır. (NAVARRE, 1988).

Genel olarak şaraplar fermantasyondan sonra 1. aktarmada kuvvetli diğer aktarmalarda daha az kükürtlenir (AKMAN ve YAZICIOĞLU, 1960).

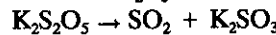
Şarabın olgunlaşması büyük ölçüde şarapta bulunan serbest SO₂ miktarına bağlıdır. Miktar fazla olursa degüstasyonda algılanır. Az olduğunda ise etkisi olmaz. Genel olarak kırmızı şaraplarda 20-30 mg/l, beyaz şaraplarda 30-40 mg/l, tatlı ve likör şaraplarında 60-80 mg/l düzeylerinde serbest SO₂ bulunması önerilir (PEYNAUD, 1984).

Olgunlaşma sırasında şaraptaki serbest SO₂ miktarı değişir. Bu nedenle serbest SO₂ miktarının sürekli olarak izlenmesi gerekir.

Şişelenmiş şarapların görünüş ve karakterinin korunmasında SO₂'in büyük rolü vardır. Bu nedenle şişelenecek şarapta belli miktarda SO₂'in bulunmasına her zaman önem verilmelidir. Şişelenecek şaraplarda dolum sırasında 20-40 mg/l serbest SO₂ bulunması önerilir. Beyaz şaraplarda 20-30 mg/l, kırmızı şaraplarda ise 10-20 mg/l serbest SO₂ yeterlidir. Bir-iki yıl dinlendirilecek şişelerde litrede 40-50 mg, daha uzun yıllar saklanacak olanlarda ise litrede 50-60 mg kadar serbest SO₂ olmalıdır (PEYNAUD, 1984; AKMAN, 1985).

KÜKÜRTLEME ŞEKİLLERİ

Katı halde (Potasyum metabisülfid: K₂S₂O₅): Potasyum metabisülfid sülfüroz asitin (H₂SO₃) bir tuzudur. Bu madde teorik olarak %57 oranında SO₂ içerir. Pratikte bu oran %50 kabul edilir.



Su ile %10'luk metabisülfid çözeltisi hazırlanır ve yaklaşık %5 oranında SO₂ içeren bu çözelti kükürtlemede kullanılır (NAVARRE, 1988).

Sıvı halde: Şıra veya şarapların kükürtlenmesinde daha çok basınç altında sıvı hale getirilmiş SO₂ kullanılır. Sıvı haldeki kükürt dioksitin içerisinde %100 kükürt gazı bulunur. Özellikle büyük işletmeler için

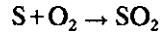
en uygun kükürtleme aracıdır. Çelik kaplar içerisinde satışa sunulur (YAVUZESER, 1989).

Sıvı SO₂ doğrudan kullanılır. Kükürtleme işleminde sıvının homojen olarak dağılmasını sağlamak ve kaybı önlemek amacıyla sülfidozör adı verilen ara cihazlardan yararlanır.

Sıvı SO₂'in %5'lik çözelti halinde dolaylı olarak kullanılması da mümkündür. Bu yöntem ülkemiz şarapçılığında yaygın olarak uygulanır. Çözelti, belli miktarda kükürt dioksitin belli hacimde su ile karıştırılması sonucu elde edilir.

Çözelti çok dayanıksız olduğu için, kullanılmadan önce içerisindeki kükürt dioksit miktarını mutlaka belirlemek gerekir. Bu da basit olarak bir dansimetre veya öksele ile yapılabilir. Yoğunluk veya öksele karşılığı olan % SO₂ miktarı çizelge yardımıyla bulunur. Yoğunluk 1.028'e getirilerek %5'lik çözelti hazırlanabilir (AKMAN, 1985; NAVARRE, 1988).

Gaz halde (kükürt şeritleri): Kükürt şeritleri sadece fiçların kükürtlenmesinde kullanılır. Bu şeritler boş fiçların içerisinde yakılarak fiçda kükürt dioksit atmosferi oluşturulur ve içerideki oksijen dışarı atılmış olur (AMERINE ve ark., 1972). Kükürt dioksit gazı katı haldeki kükürtün yanması sonucu oluşur:



KÜKÜRT DİOKSİT YERİNE KULLANILABİLECEK MADDELER

Şarapla ilgili yasal düzenlemelerde, şarapta bulunulabilecek kükürt dioksit miktarı giderek azaltılmaktadır. Bu nedenle kükürt dioksitin yerine geçebilecek veya etkisini artırabilecek diğer maddeler önem kazanmaktadır. Bugüne kadar yapılan araştırmalarda kükürt dioksitin yerine geçebilecek bir maddenin bulunması mümkün olmamıştır. Kullanımına izin verilen maddeler, kükürt dioksitin yerini almaktan çok şarapçılıkta etkisini artırma ve kullanılan miktarını azaltmaya yöneliktir. Bu maddeler arasında en önemlileri sorbik asit ve askorbik asittir (RIBÉRAU-GAYON ve ark., 1977; NAVARRE, 1988).

Sorbik asit toksik değildir ve mayalar üzerine etkili olur. Bunları öldürmez, ancak fermantasyon yeteneklerini bloke eder. Bakteriler üzerinde etkili değildir. Antioksidan özelliği yoktur. Kullanımına izin verilen miktar 200 mg/l'dir (NAVARRE, 1988).

Askorbik asit (C vitamini) ise antioksidan etkisi ile renk ve aroma maddelerini korur ve demirin oksidasyonunu önler. Kullanımına izin verilen miktar 150 mg/l düzeyindedir (PEYNAUD, 1984).

SONUÇ

Şıra ve şaraplarda antioksidan, antioksidazik, antiseptik, rengi stabilize edici, çözündürücü ve durultucu etkilere sahip olan kükürt dioksitin şarapçılıkta kullanımı büyük önem taşımaktadır. Yerine geçebilecek, aynı özelliklere sahip başka bir maddenin bulunamayışı kükürt dioksitin önemini daha da artırmaktadır. Bu nedenle, kükürtleme işleminin, yasal düzenlemelere uygun ve maksimum etkiyi sağlayabilecek bir şekilde, bilinçli olarak yapılması gerekir. Şarap işletmeleri kükürtleme konusunda aydınlatılmalıdır. Şarap yapımının her aşamasında serbest ve toplam kükürt dioksit miktarları belirlenmeli ve gerektiği kadar kükürt dioksit homojen bir şekilde ortama ilave edilmelidir.

KAYNAKLAR

- AKMAN, A., T. YAZICIOĞLU, 1960. Fermantasyon Teknolojisi Cilt: 2, Şarap Kimyası ve Teknolojisi, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 160, Ankara, 604s.
- AKMAN, A., 1985. Kükürt Dioksitin Şaraptaki Rolü ve Önemi, Gıda Dergisi, 10(3) : 185-189.
- AMERINE, M.A., H.W. BERG, W.V. CRUESS, 1972. Technology of Wine Making. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 802s.
- BRONISLAW L. WEDZICKA, 1988. Interactions Involving Sulphurdioxide in Foods, Elsevier Applied Science Publishers, London.
- LOUIN, J., 1964. Les Combinaisons de l'anhydride sulfureux dans les mouts et les vins, Extrait du Progrès Agricole Viticole 81. Année-Tome CLXII-No: 14, Montpellier, 7s.
- CANBAŞ, A., 1971. Les facteurs de dissolution des composés phénoliques au cours de la Vinification, These Doctorat, Bordeaux.
- CANBAŞ, A., 1992. Fermantasyon Mikrobiyolojisi (yayınlanmamış ders notları)

- DE ROSA, T., G. MARGHERI, I. MORET, C. SCARPONI, G. VERSINI, 1983. Sorbic acid as a preservative in sparkling wine, *Amer. J. Enol. Vitic.* 34 (2): 98-102.
- ERICH, L., 1977. *Chemische le Bensmittel Konservierung*, Springer-Verlog, Berlin.
- HERRAITZ T., J. MARTIN, G. REGLERO, M. HERRAIZ, D. CABEZUDE, 1989. Differences between wines fermented with and Without sulphur dioxide using various selected yeasts. *J. Sci. Food Agric.* , 49, 249-258.
- JIM-WEN R. LIU, JAMES F. GALLANDER, 1982. Effect of insoluble solids on the SO₂ content and rate of malolactic fermentation in white table wines, *Amer. J. Enol. Vitic.* 33 (4): 194-197.
- JIM-WEN R. LIU, JAMES F. GALLANDER, 1983. Effect of pH and SO₂ on the rate of malolactic fermentation in red table wines, *Amer. J. Enol. Vitic.* 34 (1): 44-46.
- KESKİN, H., 1975. *Gıda Kimyası*, İstanbul Üniversitesi yayınları No: 21.
- LAFON-LAFAURCADE, S., E. PEYNAUD, 1974. Sur l'action antibacterienne de l'anhydride sulfureux sous forme libre et sous forme combinee, *Con. de la Vigne et du Vin* no: 2, Talence, France.
- NAVARRÉ, C., 1988. *L'Oenologie, Technique et Documentation*, Lavoisier, Paris, 302 s.
- OUGH, C., 1985. Some effects of temperature and SO₂ on wine during simulated transport or storage. *Amer. J. Enol. Vitic.* , 36 (1) : 18-22.
- OUGH, C.S., 1985. Use of sulfur dioxide in wine making, *Journal of Food Science.* 52 (2) : 386-388.
- OLIVIERI, CH., M. SALGUES, J. PLANQUE, 1976. Chauffage de la vendange et SO₂, *Extrait du Progrés Agricole et Viticole*, No: 12, Montpellier.
- PEYNAUD. E., 1984. *Connaissance et Travail du Vin*, Dunod, Paris. 340s.
- RIBÉRAU-GAYON, J., E. PEYNAUD, P. RIBÉRAU GAYON, P. SUDRAUD, 1977. *Traité d'Oenologie, Sciences et Technique du Vin*, Tome IV, Dunod, Paris, 643 s.
- SCHAEFFER, A., J. WEBER, 1975. Utilisation rationnelle de l'anhydride sulfureux en Vinification, *Station de Recherches Viticoles et OEnologiques*, INRA-Colmar.
- SINGLETON, U.L., Z. ZAYA, E. TROUDALE. 1980. White table wine quality and polyhenol composition as affected by must SO₂ content and pomace contact time, *Amer. J. Enol. Vitic.*, 31 (1) : 14-20.
- SIMS, C.A., J. R. MORRIS. 1984. Effects of pH, SO₂, storage time and temperature on the color and stability of red Muscadine grape wine, *Amer. J. Enol. Vitic.*, 35 (1) : 34-39.
- USSEGLIO-TOMASSET, L., 1989. *Chimie OEnologie, Technique et Documentation*, Lavoisier, Paris. 332s.
- YAVUZESER, A., 1989. *Şaraplarda Kimyasal Analitik Yöntemler ve Şarap İşletmeleri Denetimi*, Tekel Enstitüsü No: 33, İstanbul.