

Şarap Kimyasına Giriş



Doç. Dr. Hande TAHMAZ KARAMAN

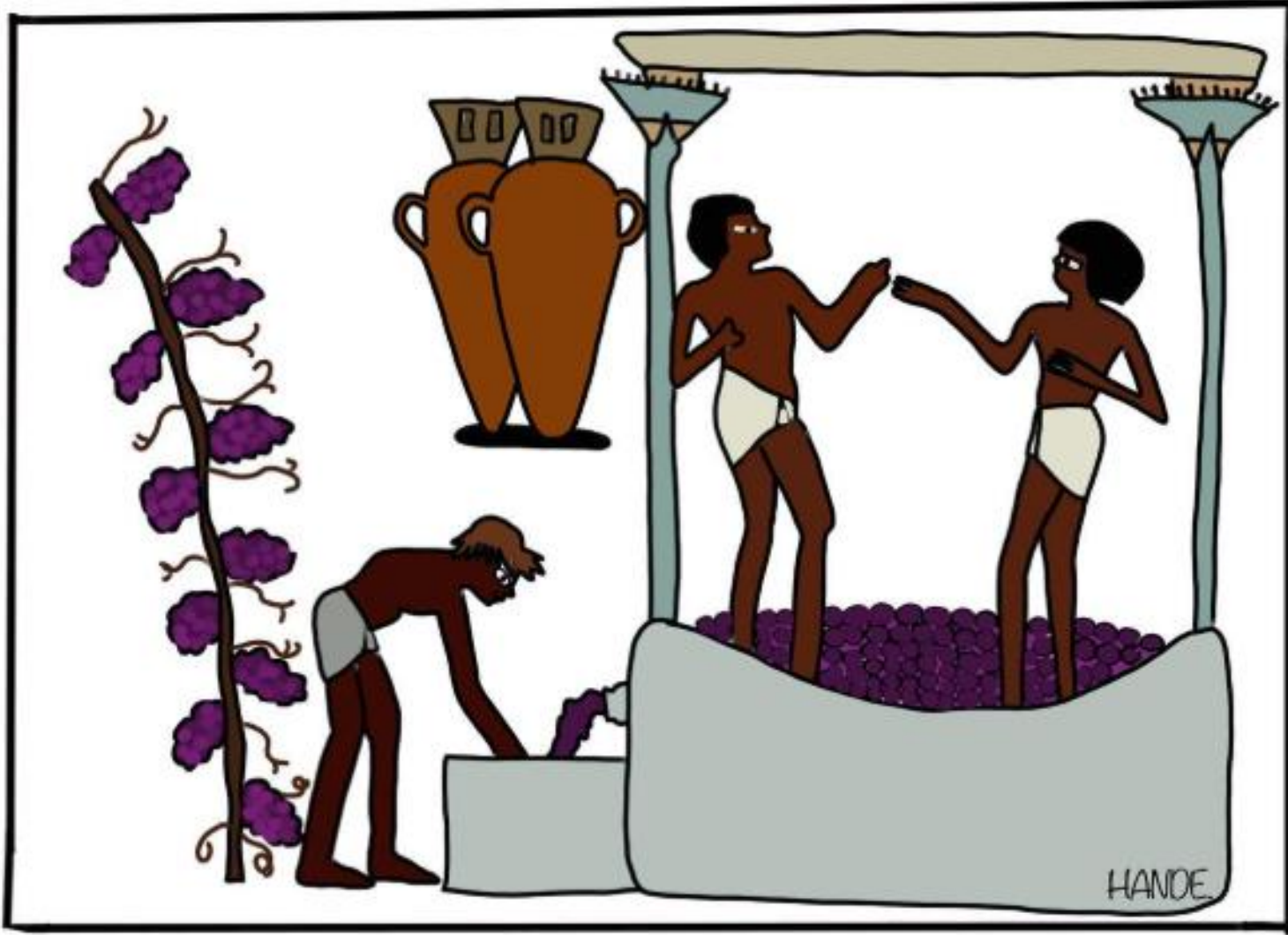
Şarap Nedir?

Şarap terimi «fermente edilmiş herhangi bir alkollü içecek» anlamına gelir ve.....

- Üzüm veya diğer meyvelerden yapılan
- Hacmen %0.5'ten az, %24'ten fazla alkol içermeyen
- Endüstriyel kullanım için olmayan

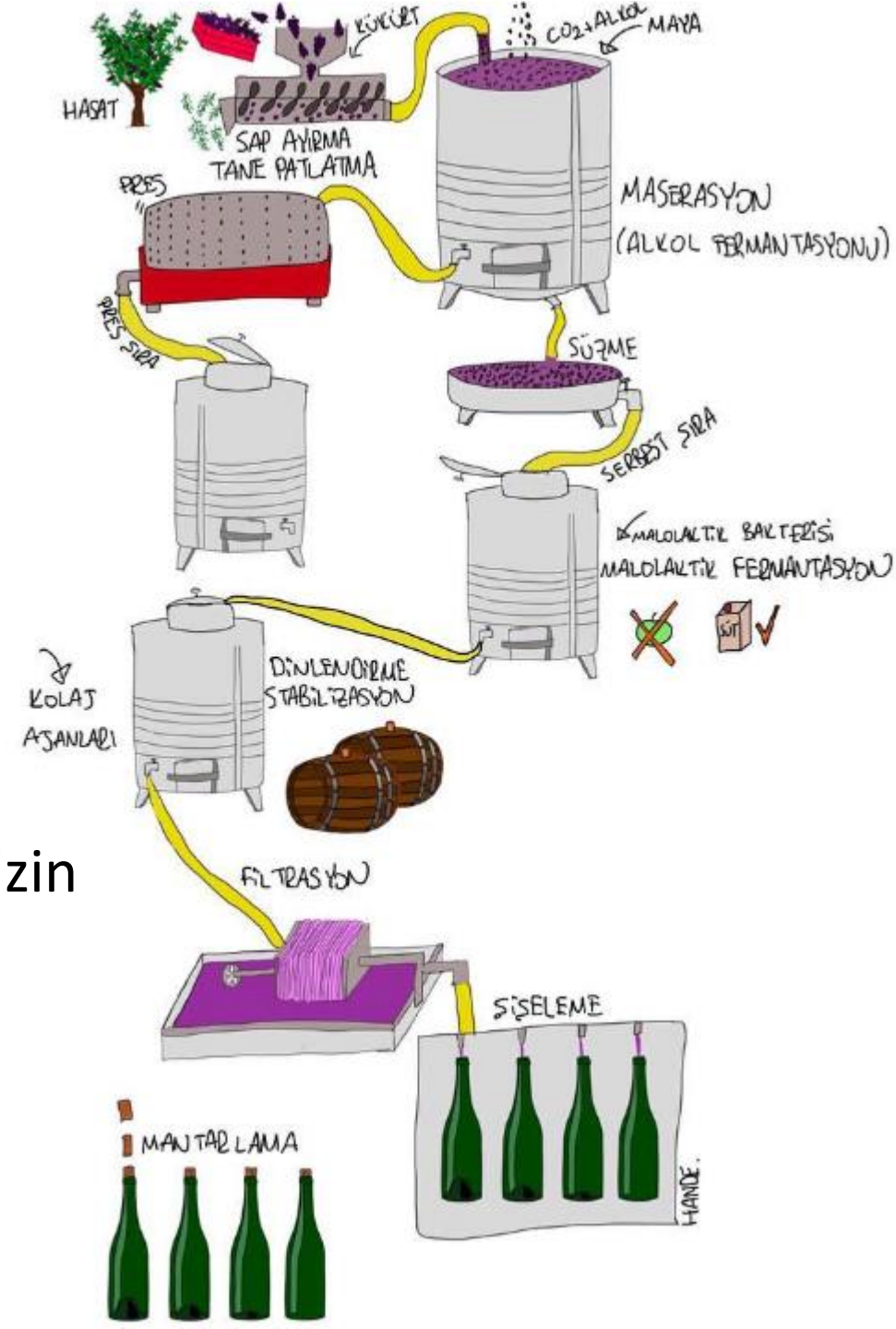


Şarap nasıl yapılır?



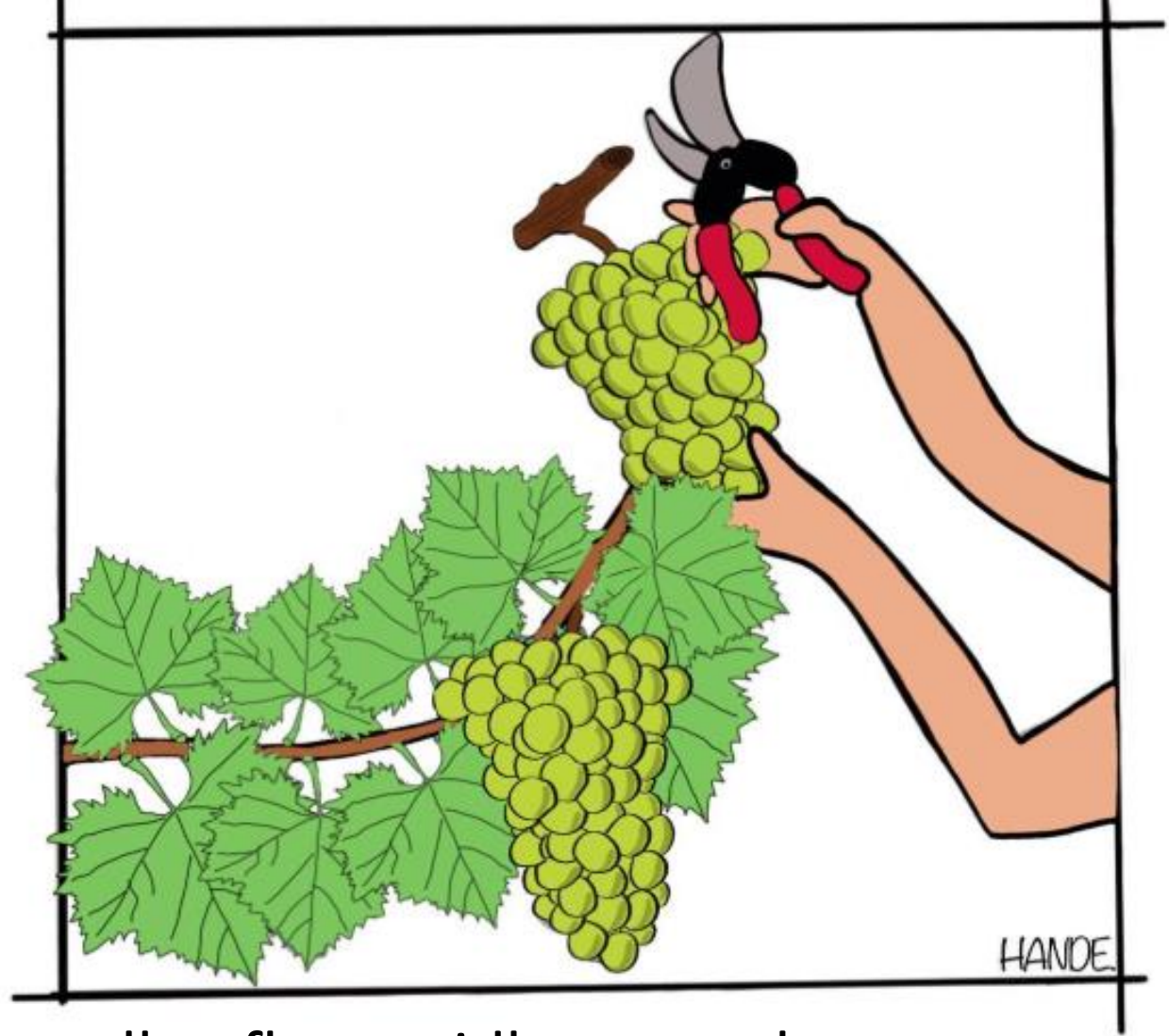
Şarap nasıl yapılır?

- Üzümler yetiştirilir
- Üzümler parçalanır
- Beyaz şarap: preslenerek kabuklardan ayrılır
- Kırmızı şarap: Kabuklarla birlikte fermente edilir
- Şıraya/mayşeye maya eklenir
- Fermantasyon şekerin alkole dönmesini sağlar
- İkinci fermantasyon yapılabilir
- Fermantasyondan sonra şarabın temizlenmesine izin verilir
- Yıllandırılır/olgunlaştırılır ve şişelenir

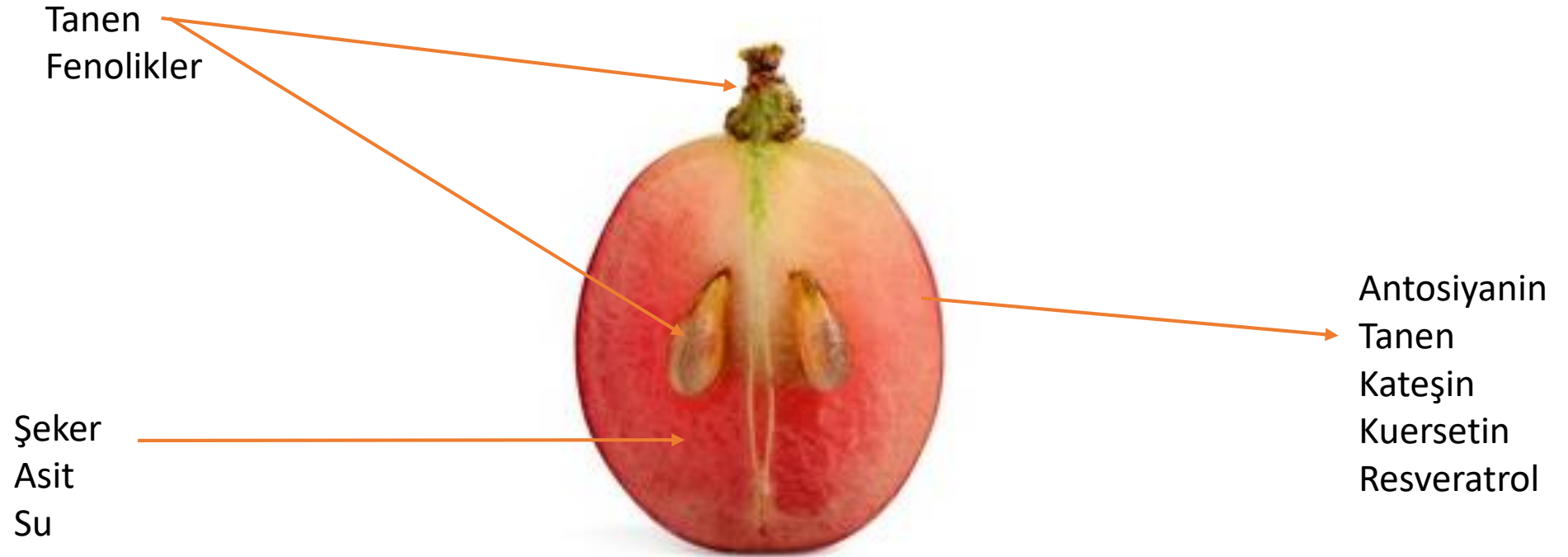


Üzümün kimyası

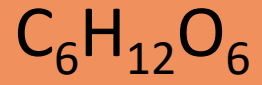
- %70-85 su
- %18-30 glukoz ve früktoz
- %0.3-1-5 asitler (tartarik ve malik)
- %1 proteinler/aminoasitler
- %1 esterler, polifenoller, vitaminler, mineraller, flavonoidler, tanenler



Üzümün anatomisi



Kritik kimya



(Şeker)

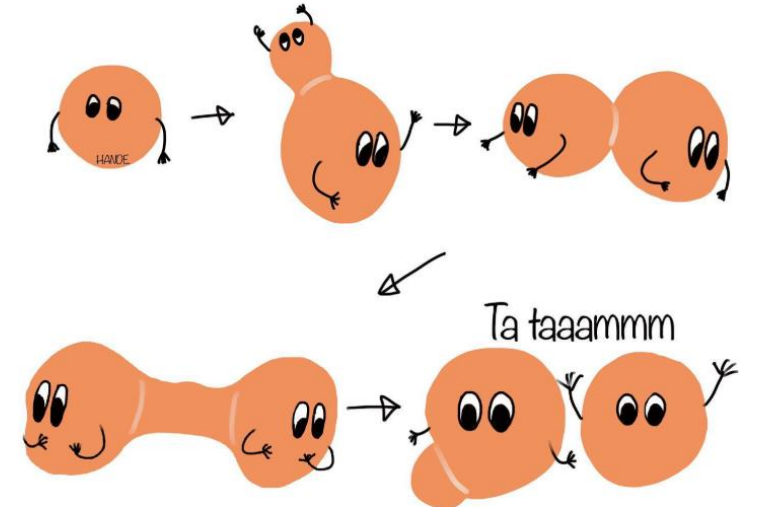
maya



(Ethanol)

Proseste min 12 enzim yer alır.

Maya hücresi tomurcuklanmayla ömrü boyunca 20 kez bölünebilir.



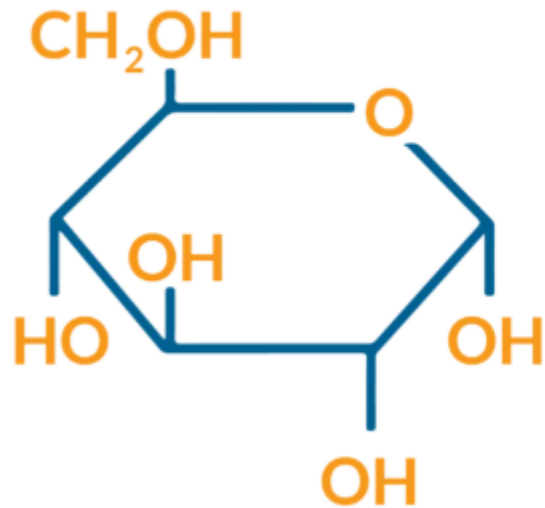
Üzüm şekerleri

Üzümlerdeki şeker miktarı $\rightarrow$ °Briks

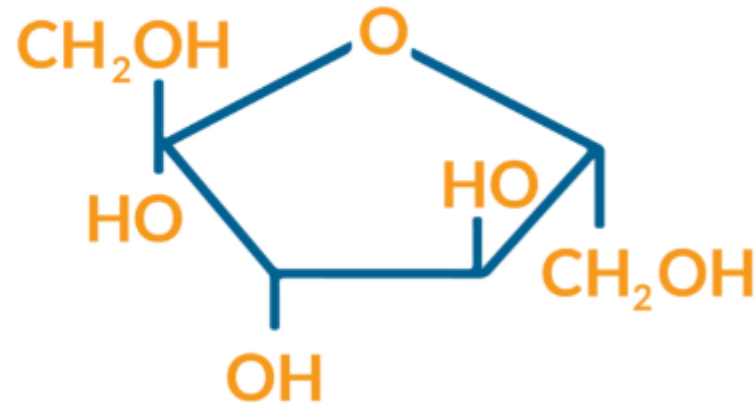
1 °Briks = %1 şeker $\rightarrow$ %0.55 ethanol

Fermente olabilen şekerler: Glukoz & fruktoz

Glucose



Fructose

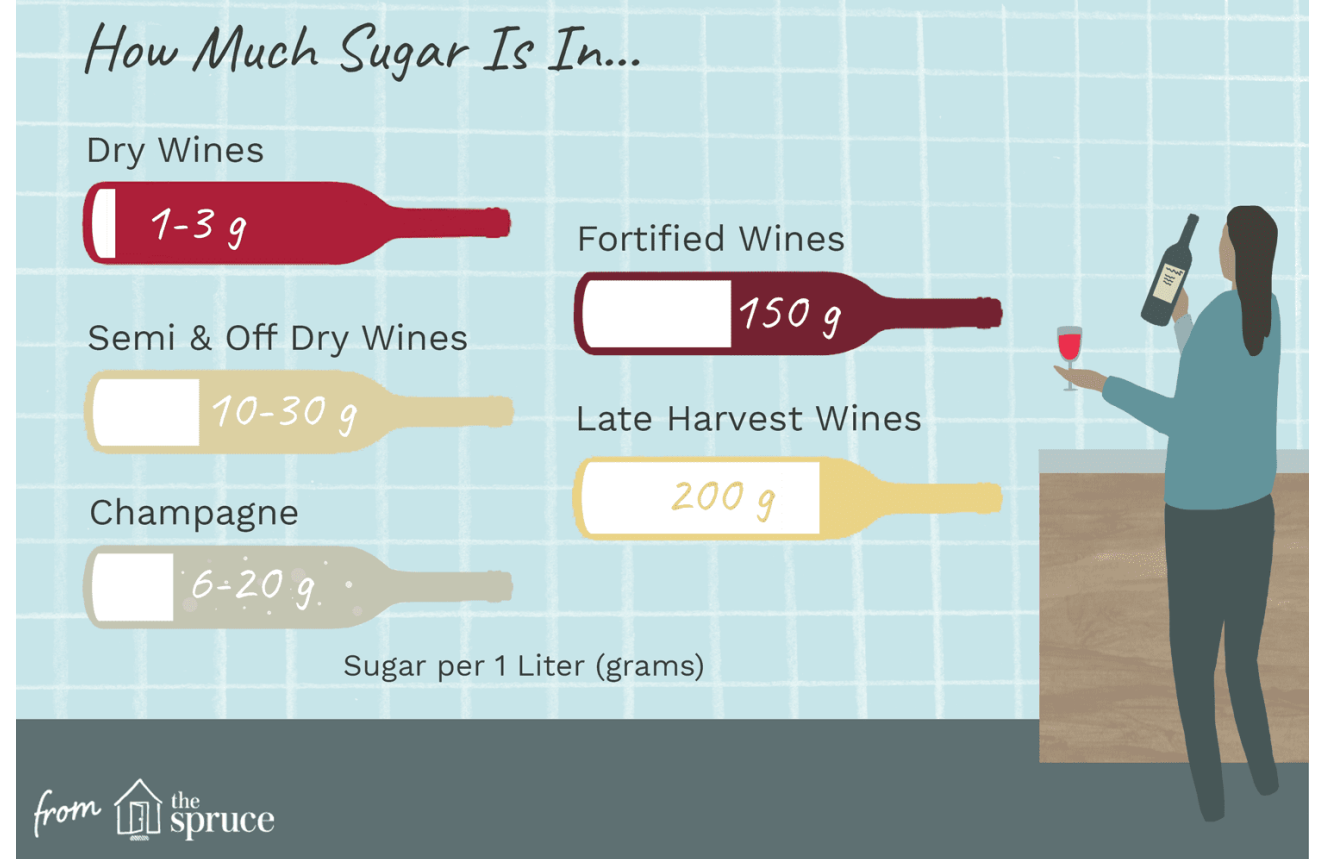


© ReAgent



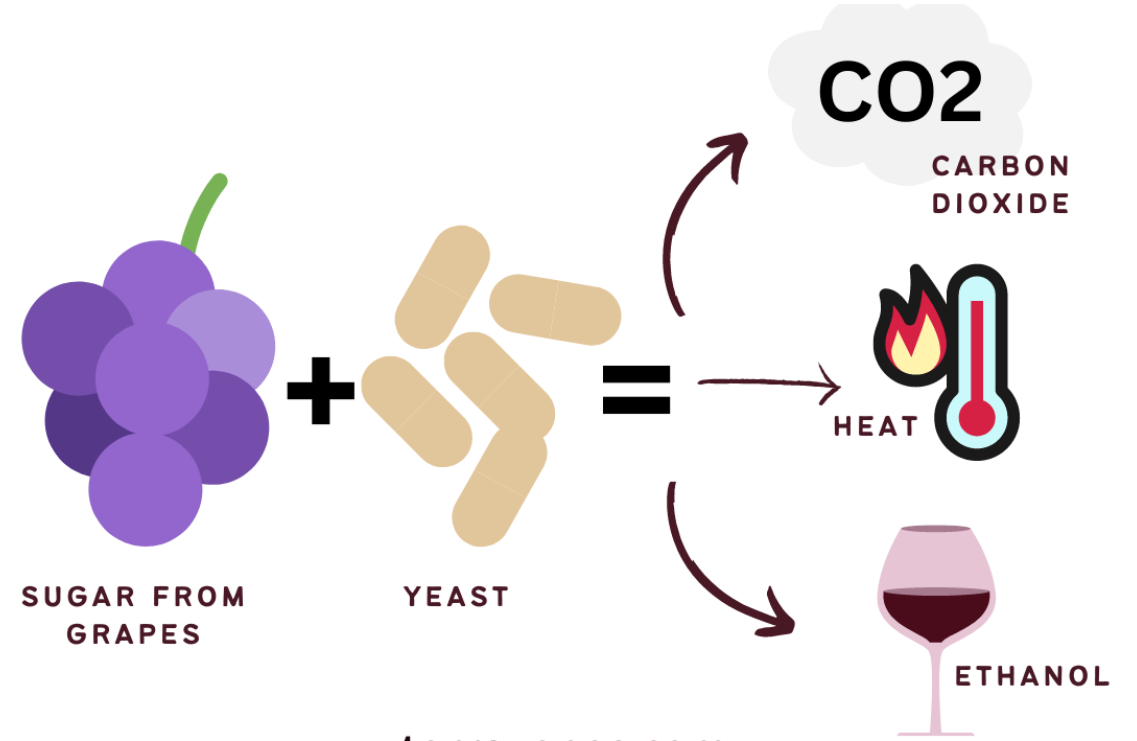
Fermente olmayan şekerler

- Arbinöz, ramnoz, ksiloz
- Fermantasyondan sonra hala mevcuttur
- Genellikle çok düşük miktarlarda (%0.1) (tat >%0.2)
- Fıçıda artabilirler



Fermente olan şekerler

- Hasat zamanı glukoz ve fruktoz seviyeleri yaklaşık olarak eşittir
- Fazla olgunlaşmış üzümlerde daha fazla fruktoz vardır
- Fruktozun tadı glikozdan yaklaşık 2 kat daha tatlıdır
- Glikoz maya tarafından metabolize edilen ilk şekerdir



Şarapta renk



YILLANAN
ŞARAPTA
RENK



Wine Color

White Wines



Green
Straw
Gold
Yellow
Amber
Brown

Red Wines



Purple
Ruby Red
Deep Red
Brick/Red Brown
Mahogany
Brown



Antosiyaninler-tanen, pH..

- Antosiyanin pH'a bağlı olarak farklı formlar alır, bu nedenle şarabın rengi pH düzeyi ile ilişkilidir.
- Düşük pH'da (daha asidik) antosiyaninler kırmızıdır; orta pH'da renksiz görünürler; ve yüksek pH'da (daha bazik) mavidirler.
- 3.2 -3.6 aralığında bir pH tercih edilir.

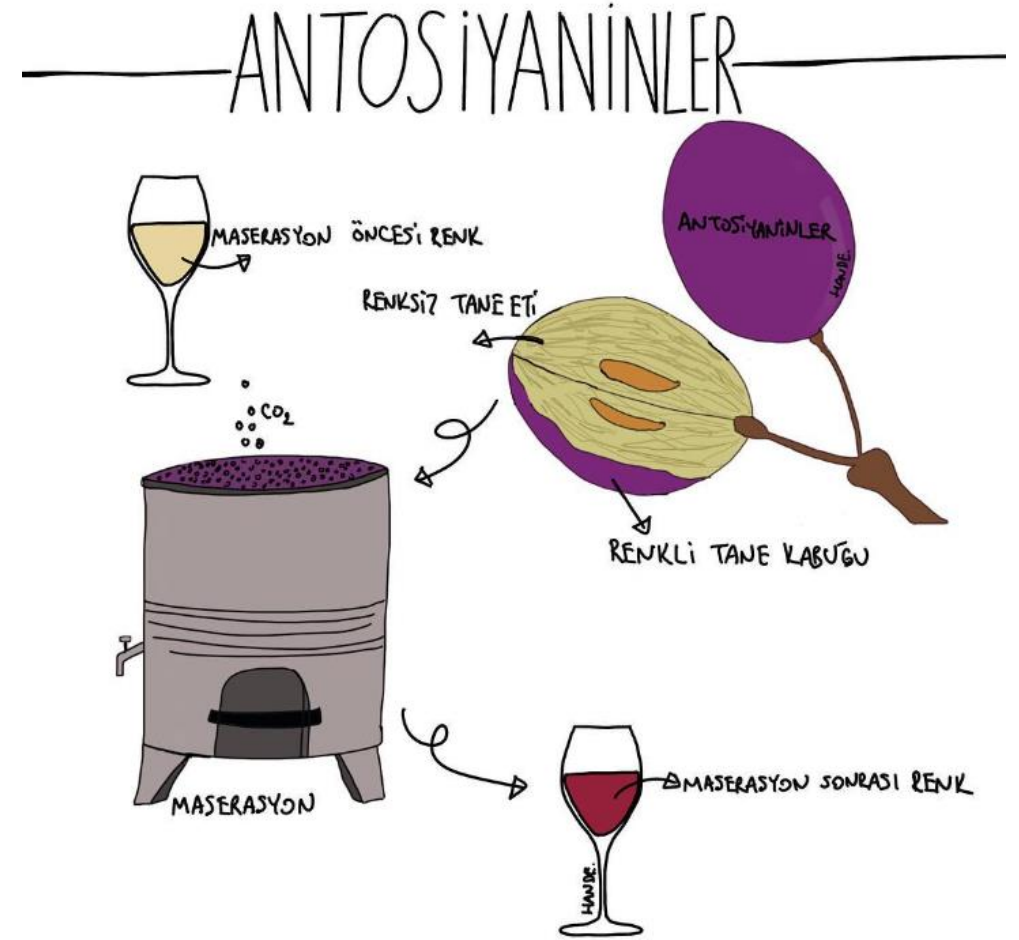
Antosiyaninler

Şaraptaki antosiyanin bileşikler

1. Malvidin
2. Siyanidin
3. Delfinidin
4. Petunidin
5. Peonidin
6. Pelargonidin (nadiren)

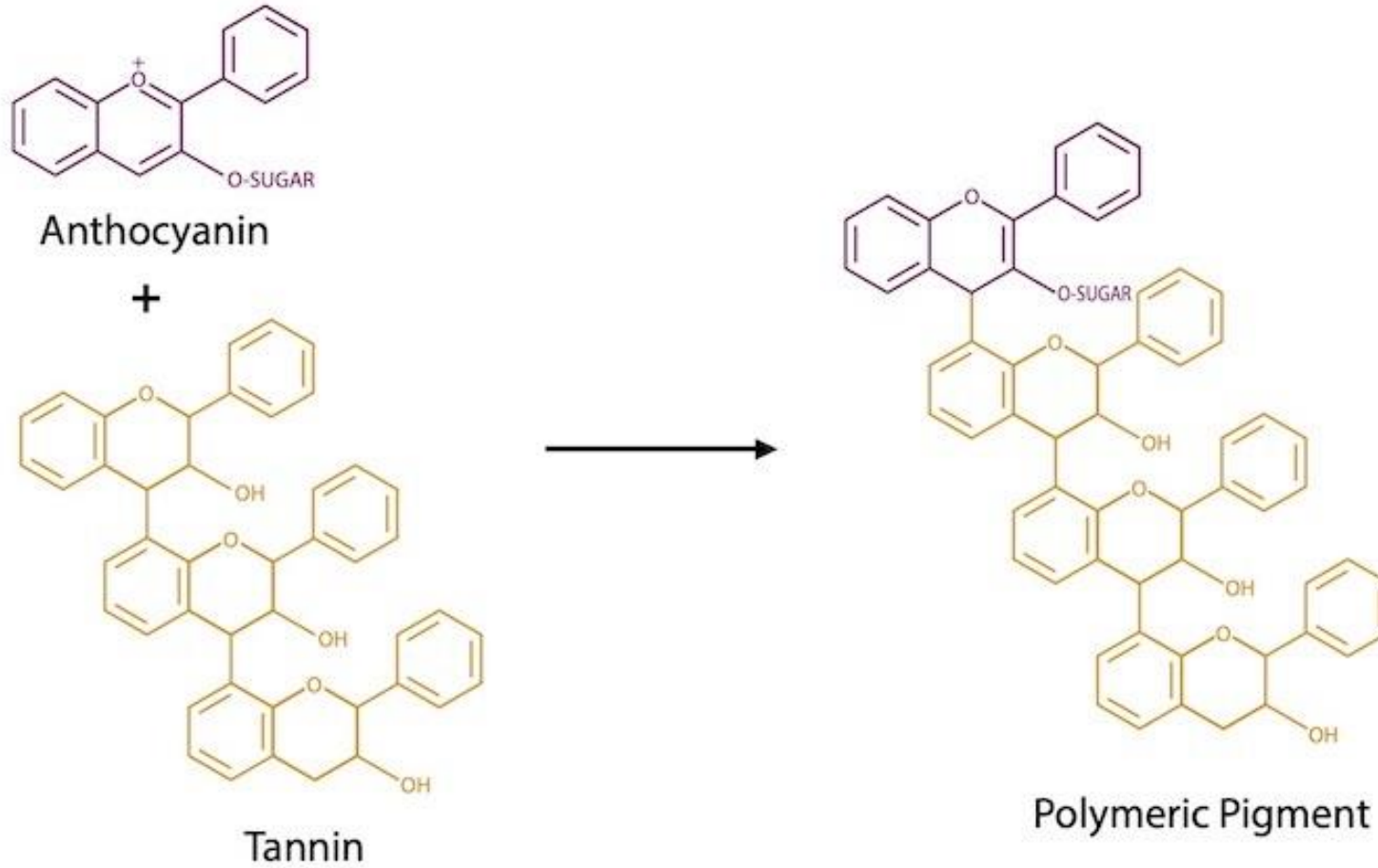
- o Her bir antosiyanin türü farklı bir renk tonuna sahiptir; bazıları daha kırmızı, diğerleri ise daha mor renktedir. Bu bileşiklerin oranı şarabın rengini belirler.

Malvidin-3-glukozit *Vitis vinifera*'da en bol bulunan türdür ve genellikle şaraptaki antosiyanin içeriğinin en az yarısını oluşturur.



Genç şarap → Kararsız "serbest" antosiyaninler

Yıllandıkça → Tanenler ve diğer bileşiklerle bağlanarak kararlı "bağlı" antosiyaninler (polimerik pigmentler)



- Antosiyanin tanen ile birleşerek polimerik pigmentleri oluşturur ve yıllanmış şarabın renginden ve daha yumuşak tanen dokusundan sorumludur.
- Antosiyanin, tanenin bir ucunu kapatarak diğer tanenlerle bağlanmasını engeller.



Vinifera olmayan üzüm türleri **antosiyenin diglukozidler** veya **iki şeker eklenmiş antosiyeninler** içerir.

Vitis Labrusca



Vitis Vinifera



Antosiyeninler glukozittir, yani kimyasal yapıları bir adet şeker molekülü içerir.

Diglukozidler Vitis vinifera'da bulunmadığından, düzenleyici kurumlar hibrit üzümlerin bir karışıma yasadışı olarak dahil edilmediğinden emin olmak için seviyelerini izler.

Kopigmentasyon

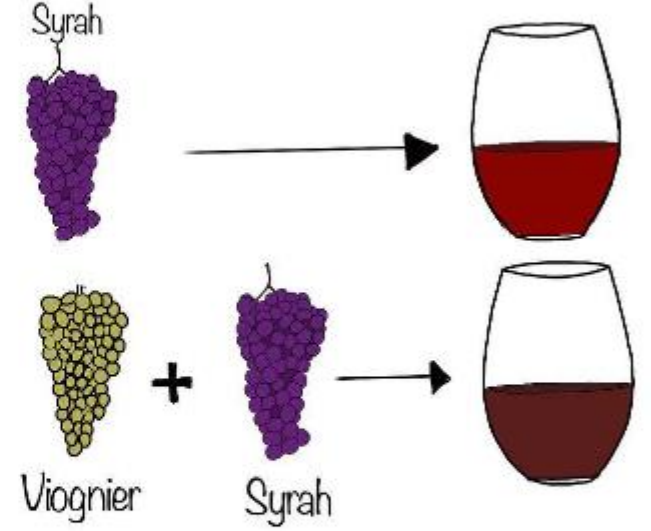
- Şarap renginin doğası karmaşıktır. Şarap pH'ı ve antosiyanin bileşimi genç kırmızı şarabın renginin belirlenmesinde önemli bir rol oynarken kopigmentasyon devreye girerek işi karmaşıklaştırır.
- Kopigmentasyonda antosiyanin, kofaktör adı verilen diğer fenolik bileşiklerle kompleksler oluşturur ve elektrostatik kuvvetler tarafından bir arada tutulur.
- Bu düzenleme antosiyanini renkli formunda hapsederek rengini arttırır. Buna ek olarak, antosiyaninin bir kısmının bu komplekslere bağlanması kabuklardan daha fazla renk elde edilmesini sağlar.
- Kopigment komplekslerinin oluşması için yeterli miktarda antosiyanin ve kofaktör konsantrasyonu gereklidir, çünkü bileşikler fiziksel olarak birbirlerini çekecek kadar yakın olmalıdır.
- Şarap yıllandıkça, serbest antosiyanin havuzu azalır ve kopigmentasyon kompleksleri bozulur.



Syrah & Viognier'in Birlikte Fermantasyonu

○ Geleneksel olarak, kırmızı ve beyaz üzümlerin birlikte fermentasyonu (**co-fermentation**), gelişmiş kopigmentasyonun bir sonucu olarak, renk stabilitesini arttırmak için kullanılmıştır.

○ Bunun klasik örnekleri arasında **Syrah ve Viognier**'in yanı sıra Trebbiano ve Malvasia ile Sangiovese yer almaktadır.



Tanenler

Bitki polifenolleri: Buruk ve acı tatlar

Tanen terimi hayvan derilerini tabaklayarak deri haline getirmek için kullanılan «tannin»leri refere eder.

Günümüzde proteinlere bağlanabilen bir büyük polifenolik bileşiği ifade etmektedir.

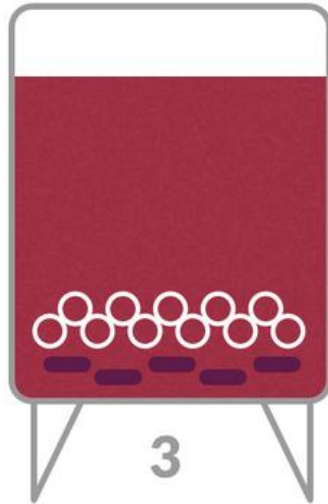
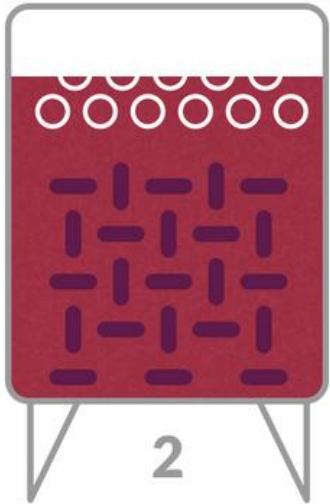
Üzümlerin kabuklarında, çekirdeklerinde ve salkım iskeleti ile saplarında bulunur.

Hidrolize edilebilir ve hidrolize edilemez (yoğunlaştırılmış) tanenler olarak ikiye ayrılır.



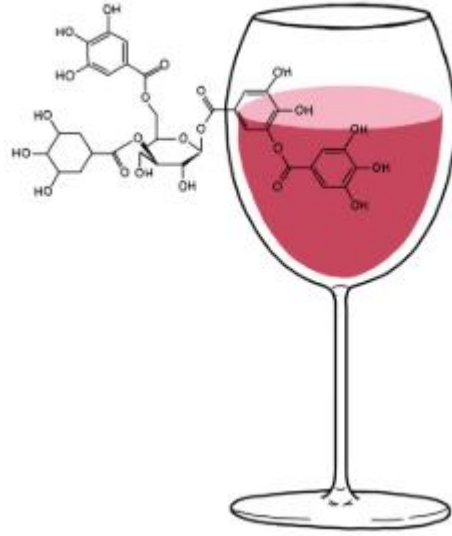
Tanenler: catechin, epicatechin, quercetin....

- Üzümlerin kabukları, çekirdekleri ve salkım iskeletleri tanen kaynağıdır. Üzüm çeşitleri genel tanen miktarlarına, özellikle de çekirdek tanenine göre değişiklik gösterir ve tanen içeriğinde çevresel faktörler de rol oynar.
- Beyaz üzümlerin kabuklarında kırmızı üzümlere benzer miktarda tanen bulunur, ancak kabuk teması en aza indirildiği için beyaz şaraplar çok az tanen içerir.
- **Orange wine**, beyaz üzümlerin kabukları üzerinde maserasyonundan (skin contact) yapılır ve bu nedenle yüksek seviyelerde tanen içerirler.
- Tanen negatif bir yük taşır ve pozitif yüklü proteinlerle bağlanır; bu özellik, şaraptan bir miktar taneni uzaklaştırmak için yumurta akı gibi bir proteinin kullanıldığı fining işleminde kullanılır.
- Kateşin de dahil olmak üzere flavan-3-oller, kırmızı şaraplardaki başlıca acılık kaynağıdır ve en çok çekirdeklerde bulunur.



Hidrolize edilebilir tanenler

- Hidrolize edilebilir tanenler gallik asit veya ellagik asit gibi bileşiklere bağlı bir karbonhidat çekirdeğine sahiptir.

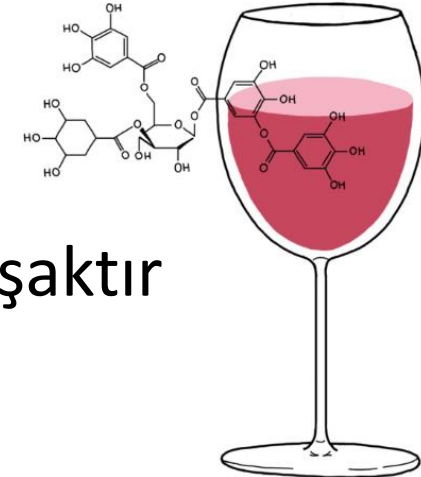


Kondense tanenler

Proantosiyenin tanenler olarak da adlandırılır

Flavon-3-oller, flavonoidlerin oligomerleri

Renkler, aroma, şarap stabilitesi ve yıllandırma, şarap berraklaştırması (proteinleri bağlar-jelatin, yumurta akı)



Küçük olanlar (kateşin) buruktur, büyük olanlar daha yumuşaktır



Levels 1-5: 1 = virtually no tannins, very soft on the palate (many whites fall into this category since they are generally softly pressed with little to no contact with the skins, stems & seeds), 5 = a "cat's tongue"

Şarapta renk

- Fenolik bileşikler-antosiyantinler
- Çoğunlukla kabukta bulunurlar
- Antosiyantinler suda çözünen pigmentlerdir-mor, kırmızı, mavi renkler (pH'a bağlıdır)
- Kokusuz ve neredeyse tatsız bileşiklerdir
- Antioksidandırlar
- Tanenlerle etkileşime girerler-piruvik asit ve asetaldehit



Şarapta renk

- Kuersetin (meyvelerde güneşle birlikte artar)
- Sarı renkli flavonoid
- Antioksidan
- Elma, çay, turunçgiller, domates, brokoli, yeşil yapraklı sebzeler ve soğanda da bulunur
- Anti kanser, anti inflamasyon etkilidirler



Purple

Body: Light to medium
Tannins: Low to medium
Style: Juicy and intensely fruity
Ageing: Young and often unaged



Ruby

Body: Light to full
Tannins: Low to high
Style: Berry fruit and subtle spice
Ageing: Young and usually aged



Garnet

Body: Medium to full
Tannins: Medium to high
Style: Complex savoury notes
Ageing: Oak aged



Tawny

Body: Softened by age
Tannins: Softened by age
Style: Smoky or sweet (fortified)
Ageing: Oak aged for long periods



Lemon-Green

Body: Light
Acidity: Medium to high
Style: Crisp and fresh
Ageing: None



Lemon

Body: Light to medium
Acidity: Medium to high
Style: Aromatic and zesty
Ageing: None



Gold

Body: Medium to full
Acidity: Medium
Style: Rich and decadent
Ageing: Depends on variety



Amber

Body: Medium to full
Acidity: Low
Style: Typically sweet
Ageing: Often in oak



Pale Pink

Body: Light
Acidity: High
Style: Fresh and mineral
Ageing: None



Deep Pink

Body: Light to medium
Acidity: Medium
Style: Sweet red berries
Ageing: None

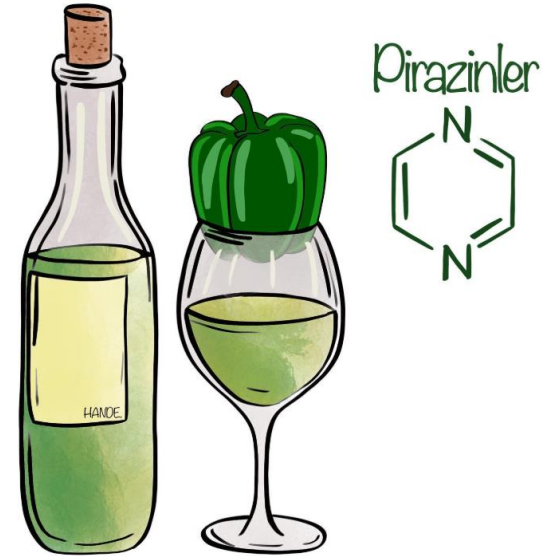
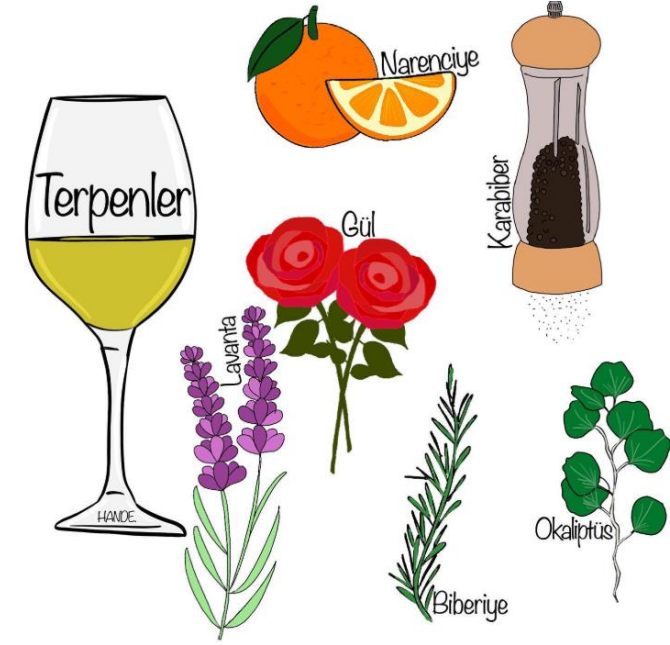


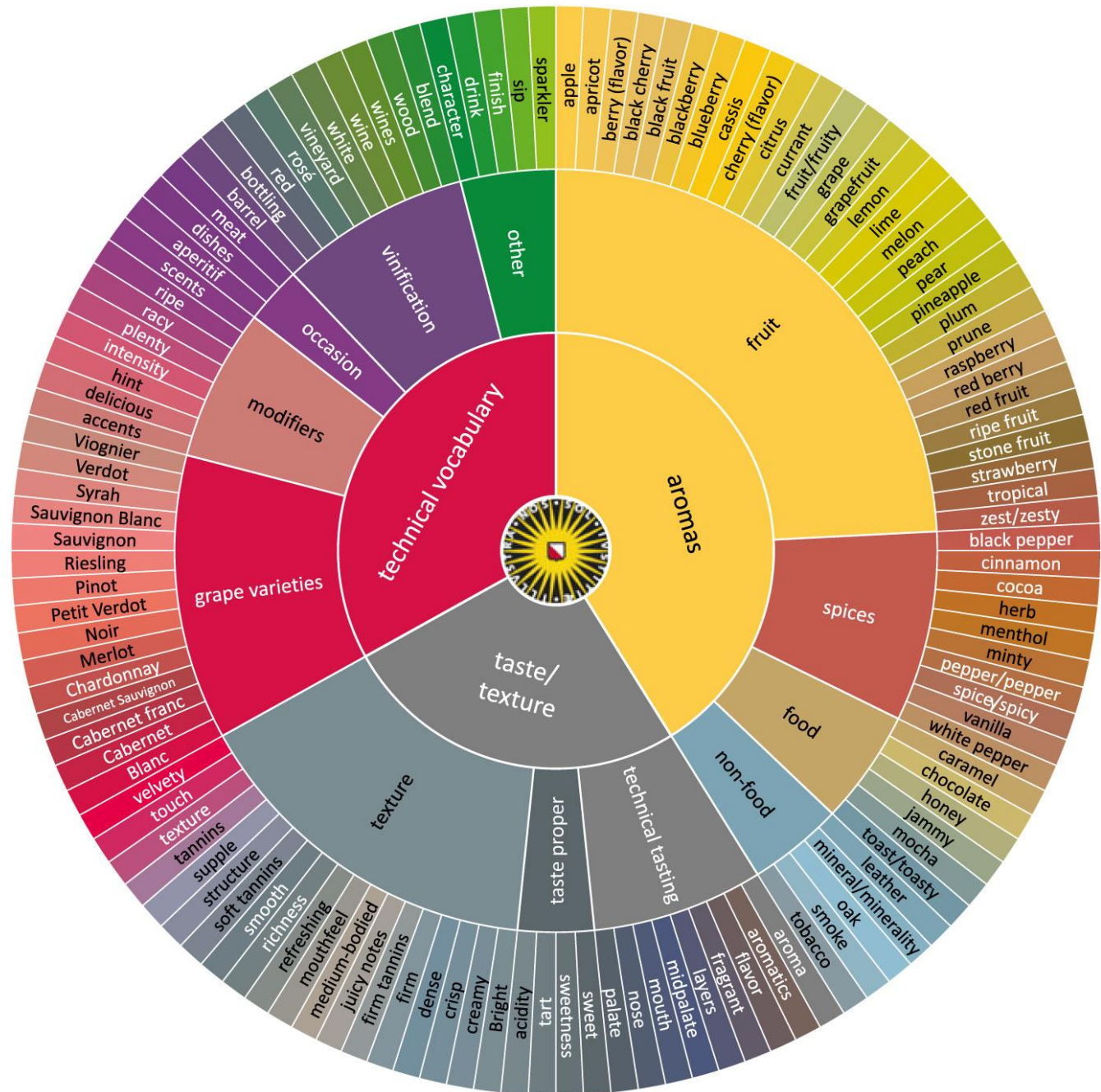
Salmon

Body: Light to medium
Acidity: Medium
Style: Fruity yet complex
Ageing: Sometimes aged

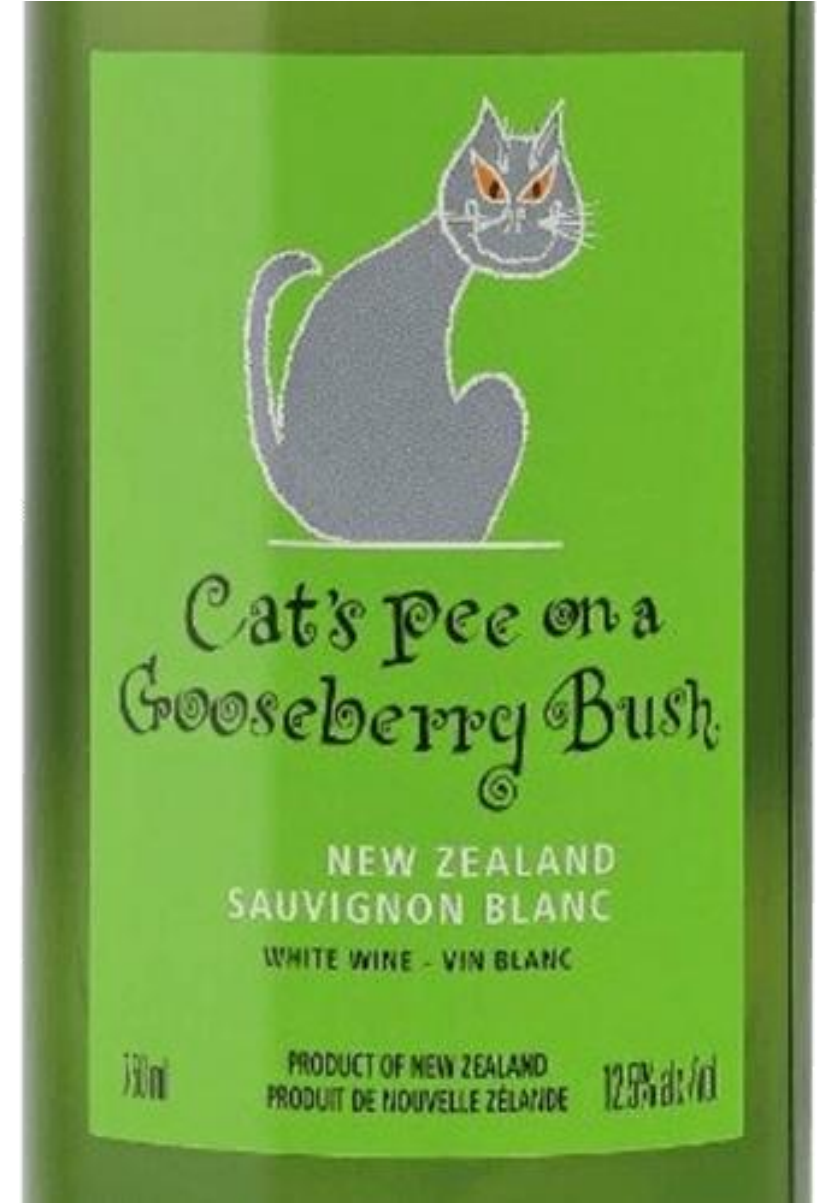
Şarapta tatlar ve aromalar

Metokspirazinler	Otsu, çimensi, dolmalık biber, kuşkonmaz	Cab Sauvignon Sav Blanc
Monoterpenler (geraniol, nerol, linalool)	Çiçeksi aromatikler	Gewürztraminer Muscat Riesling
Norisoprenoidler (vanilin, demasenon, zingeron)	Baharatlar, ahududu, vanilya, gül yağı	Chardonnay Syrah Pinot Noir
Merkaptanlar	Çürük yumurta, çürük lahana, kedi idrarı, tropikal meyveler, kauçuk	Çoğu şarapta bulunabilir



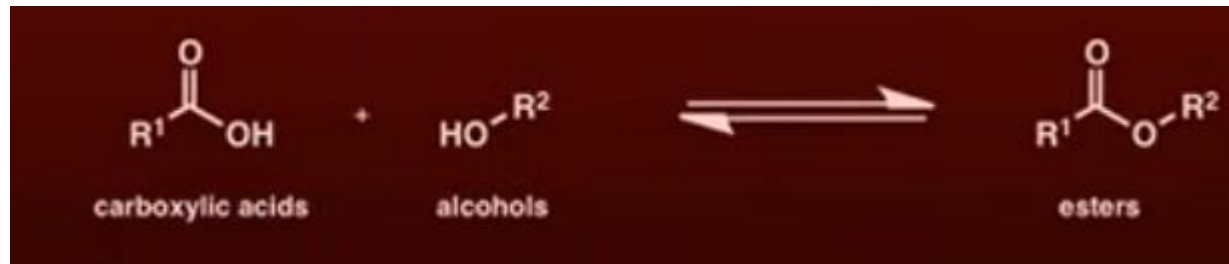


- Olumlu mu yoksa kusurlu mu?



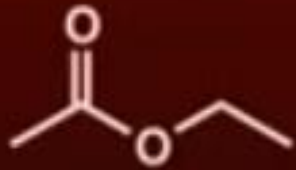
Şarapta tatlar ve aromalar

- Uçucu esterler
- Fermantasyon sırasında üretilir
- Maya ve sıcaklık ana katkıda bulunanlar
- Teruar asit ve alkol türlerini etkileyebilir
- Ester oluşumu tersine çevrilebilir (tatlar ve aromalar zamanla değişir)

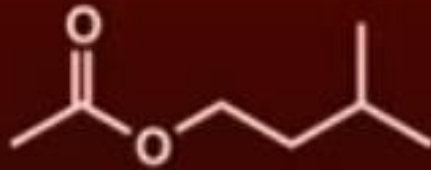


Şarapta tatlar ve aromalar

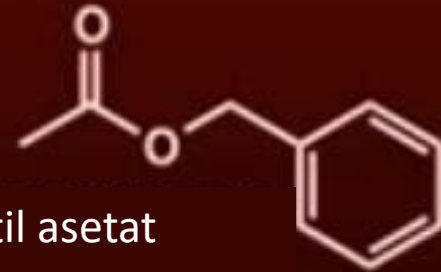
- Esterler şarapta iyi veya kötü olabilir



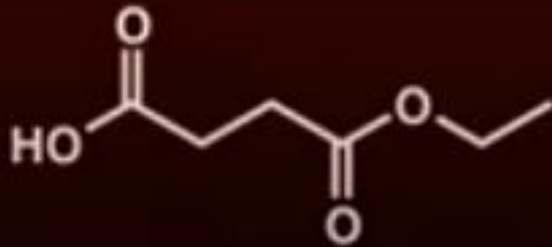
Etil asetat
(aseton)



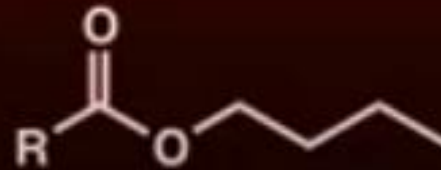
İzoamil asetat
(muzlar)



Fenetil asetat
(gül)

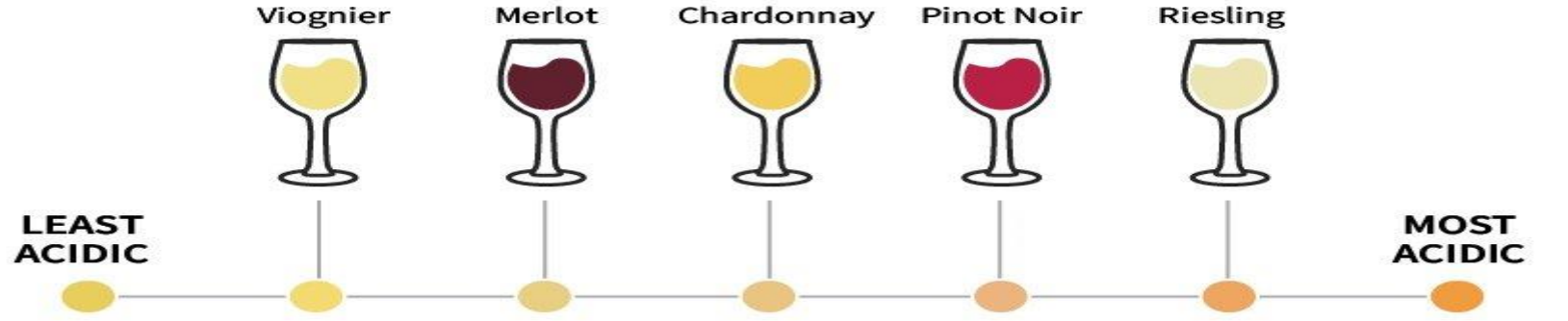


Monoetil süksinat
(meyvems aromalar)



Bütil esterler (füzel alkollerden)
(füzel yağı, petrol)

Asitlik



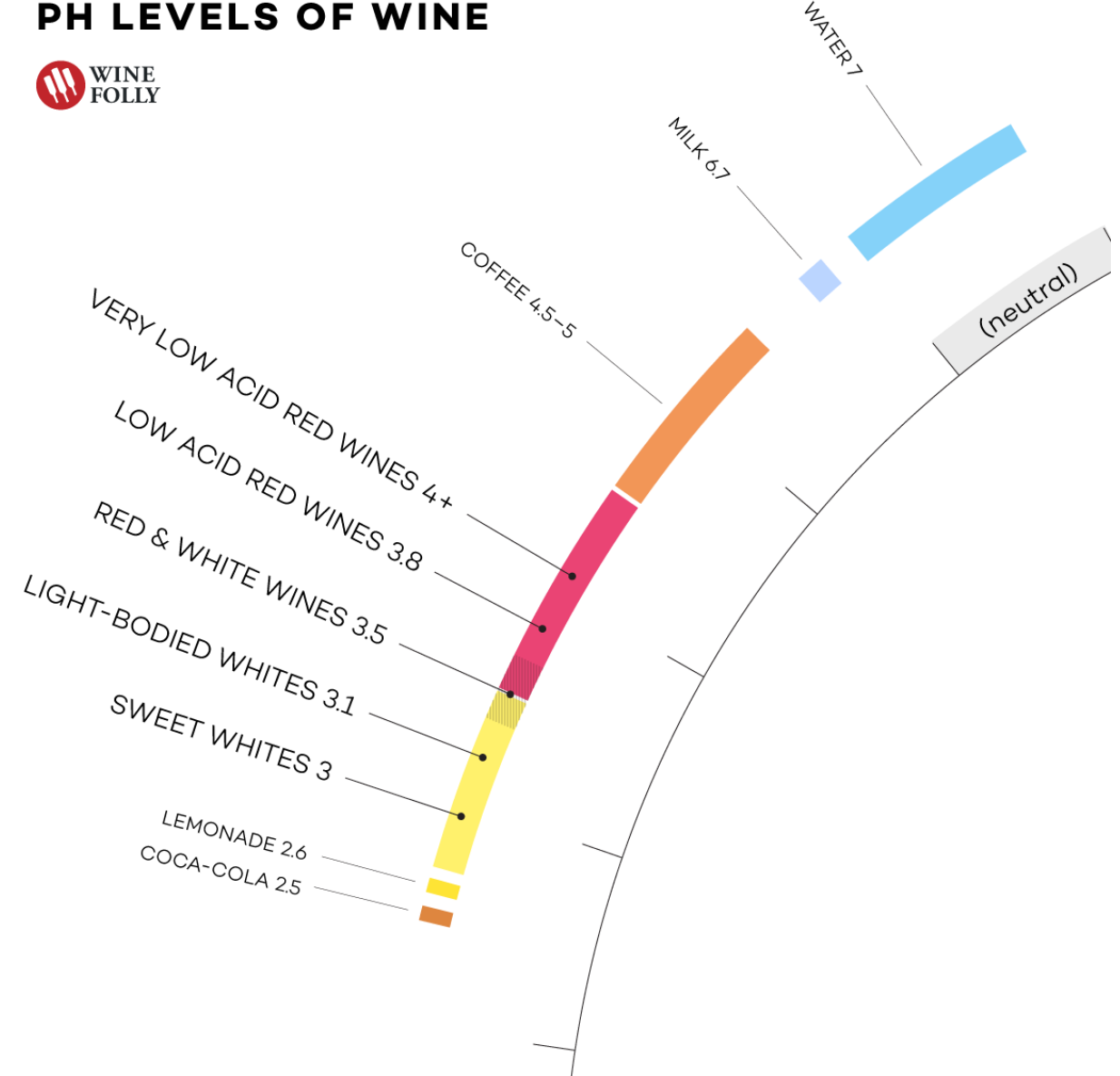
	pH
Şarap	3.0-3.5
Limon Suyu	1.8-2.3
Distile Sirke (%5)	2.4-3.0
Coca Cola	2.8-3.2
Domates Suyu	4.1-4.6
Kahve	5.5
Süt	6.8
Su	7.0

- Şarap oldukça asidik bir ortamdır

Şarapta asitler

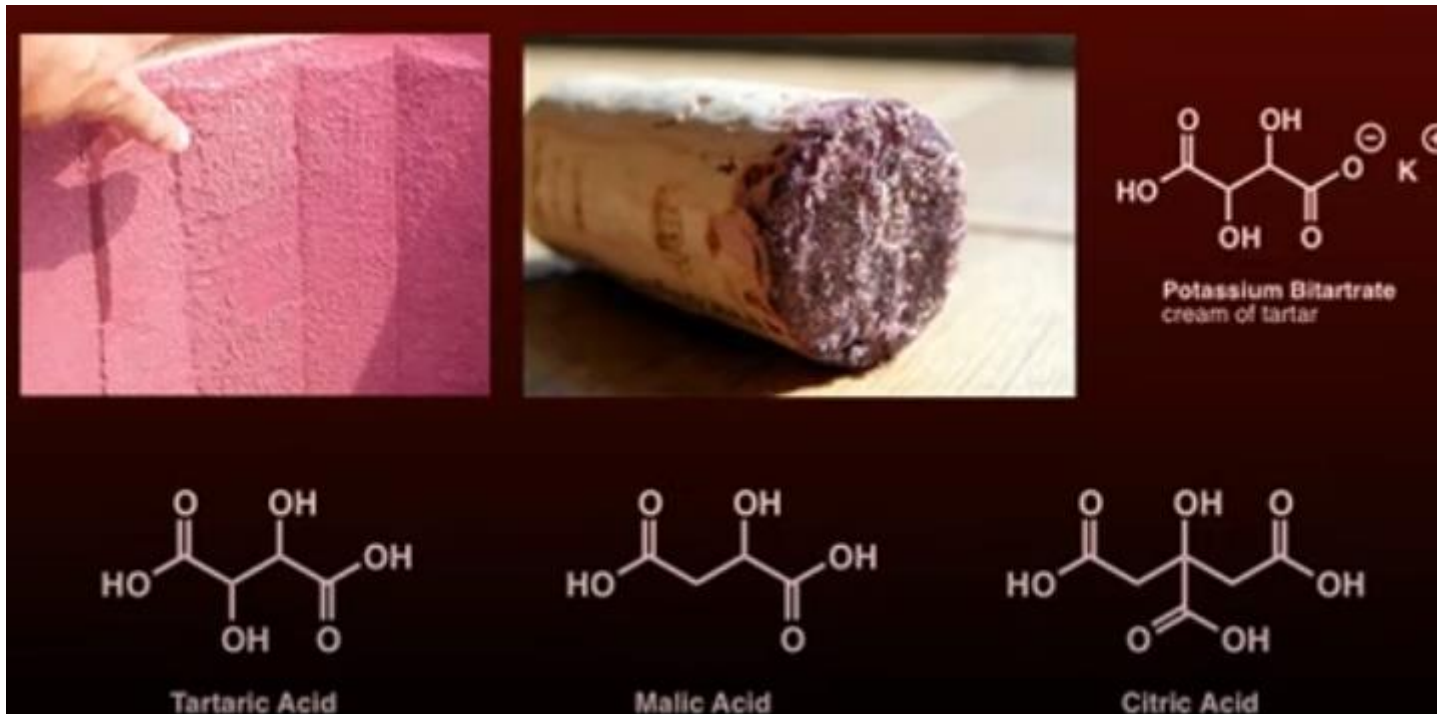
- Asitler şaraba keskinlik kazandırır ve tatları ortaya çıkarır
- Şekerleri dengeler
- Düşük asitli şarabın tadı düz (flat) ve donuktur (dull)
- Fermantasyon sırasında mayanın gelişmesi ve çoğalması için önemlidir
- Zararlı bakterileri engeller
- Rengi (antosiyantinleri) etkiler

PH LEVELS OF WINE



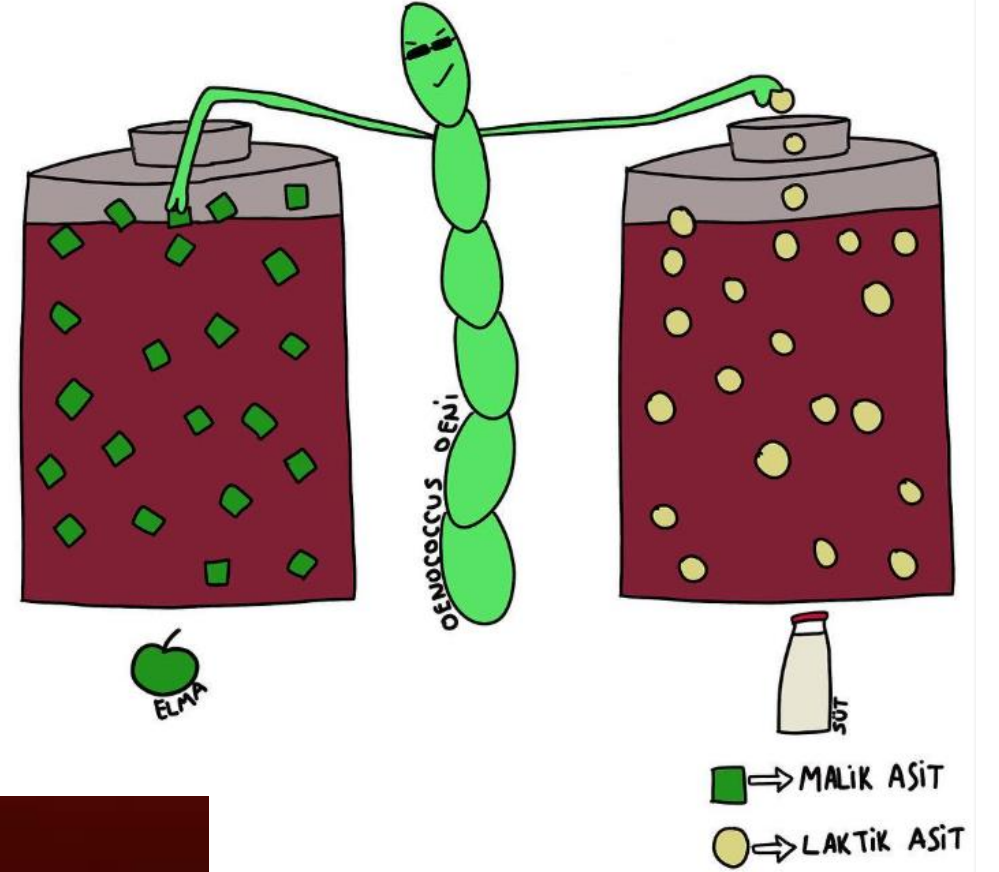
Şarapta asitler

- Birincil asitler tartarik (2 asidik grup) ve malik asittir (2 asidik grup) (sitrik asit-3 asidik gruplu)
- Potasyum bi tartarat kristalleri (şarap elmasları, krem tartar) →soğuk stabilizasyon (potasyum bi tartarat ilavesi)



Malolaktik fermantasyon (MLf)

- Laktik asit bakterileri (LAB) tarafından gerçekleştirilen ikincil fermantasyon malik asidi laktik aside dönüştürür
- Malik asit keskin ve asidiktir (yeşil elma)
- Laktik asit zengin ve terayağımsıdır
- Neredeyse tüm kırmızılar ve beyazlardan Chardonnay MLF'den geçirilir



Diasetil

- MLF sırasında üretilebilir
- Karamel, ceviz, fındık, tereyağlı aromalar, patlamış mısır kokusu (hata)
- Sitrik asit metabolizmasının sonuçları (MLF sırasında ortamda sitrik asit varsa diasetil oluşabilir)
- Diasetil MLF sırasında O. oeni tarafından üretilen başlıca bileşiklerden biri, şarabın tereyağlı veya karamela aromasına ve tadına katkıda bulunan diasetildir. Diasetil sitrik asit metabolizması yoluyla oluşur ve genellikle duyuşal eşiğın üzerinde konsantrasyonlarda üretilir (beyaz şarap 0,2 g/L; kırmızı 0,9-2,8 mg/L). Diasetilin duyuşal olarak algılanması sadece konsantrasyona değıl (yüksek konsantrasyonlar aşırı tereyağlı olur ve istenmeyen olarak kabul edilir) aynı zamanda diğler şarap bileşiklerinin varlığına da bağılıdır - tereyağlılık güçlü meşse veya çok meyvemsi karakterlerle maskelenebilir.



Şarap yapımı sırasında diasetil oluşumu çeşitli şarap yapım teknikleriyle nispeten kolay bir şekilde yönetilebilir.

Winemaking factor	Effect on diacetyl in wine
Choice of <i>O. oeni</i> strain	Variable; some strains able to produce high concentrations
Inoculation rate	High <i>O. oeni</i> numbers – lower concentration Low <i>O. oeni</i> numbers – higher concentration
MLF duration	Longer MLF – higher concentration
Temperature	18°C – higher concentration 25°C – lower concentration
Oxygen	Anaerobic – lower concentration
pH	Lower pH – supports formation
Yeast lees contact	Long contact – lower concentration

Diğer asitler

- Asetik asit

Sirke, fermantasyon sırasında az miktarda üretilir

- Asetobakter bakterisi oksijen varlığında etanolü asetik asite dönüştürür
- Bütrik asit

Ekşimiş tereyağ, bakteriler tarafından üretilir



Diğer asitler

- Sorbik asit
- Maya gelişimini önlemek için katkı maddesi olarak kullanılır (tatlı şaraplar)

LAB tarafından metabolize edilerek ekşimiş sardunya kokusu üretir (hata)

- Süksinik asit

Kırmızı şaraplarda yaygın olarak maya ile fermantasyon sırasında azot metabolizması tarafından üretilir. Mono-etil ester meyvemsi aromalara sahiptir.



Karbonik asit

- Çözünmüş karbondioksit çözeltideki karbonik asit ile dengededir
- Karbonik asit pH ve TA ölçüm sonuçlarını etkileyebilir (Öçümlerde degaze gerekli).



Fıçılar

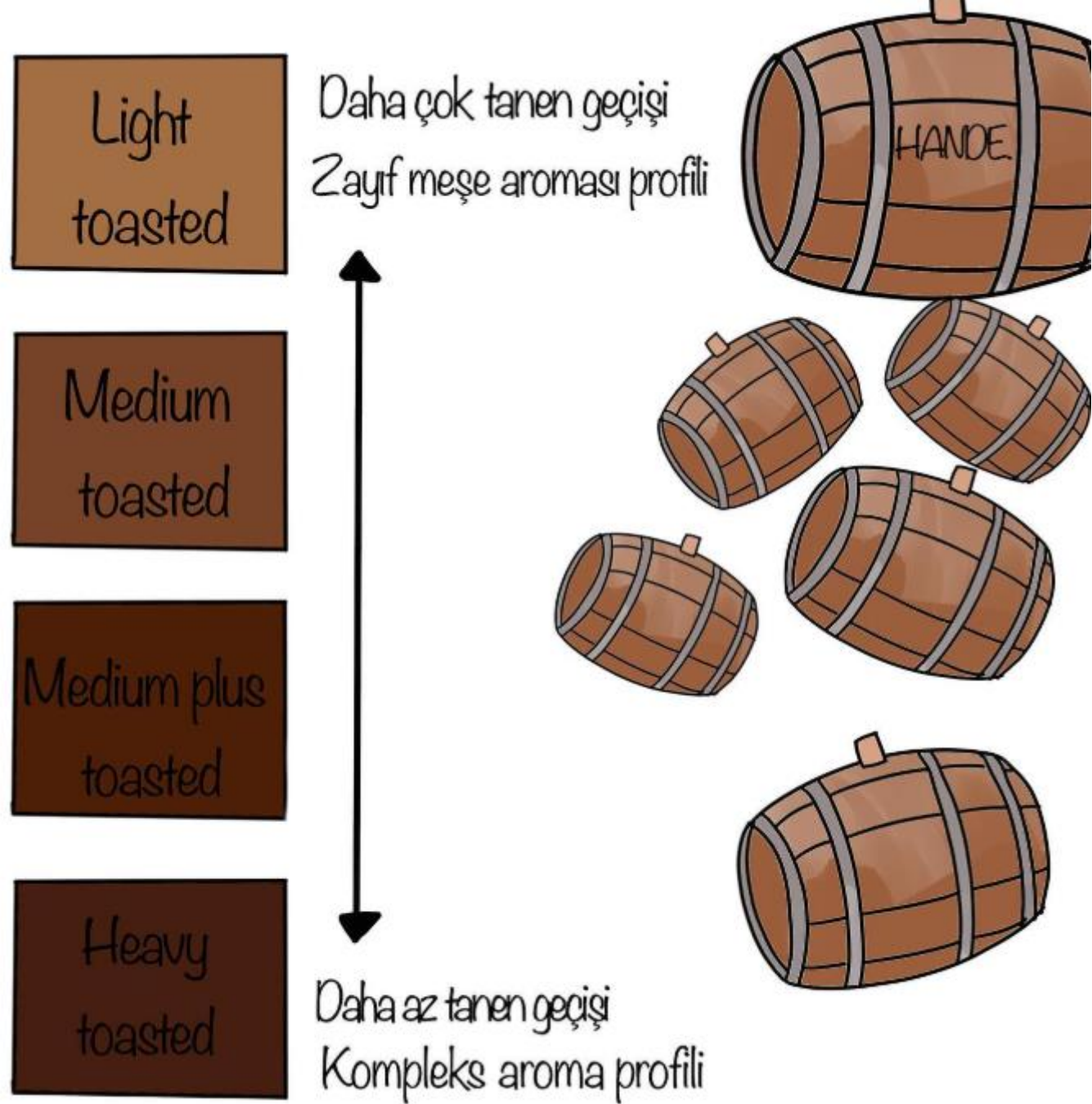
- Çoğu kırmızı ve bazı beyazlar (Chardonnay) bir süre meşe fıçılarda bekletilir
- Ağırlıklı olarak Fransız ve Amerikan meşesi kullanılır
- Amerikan meşesi daha fazla laktona sahiptir ve aroma ve tat bakımından daha güçlüdür (Vanilya-vanilin)
- Fransız meşesi daha yumuşak ipeksi tanenlere sahiptir (Ellagitannenler-lignanlar).



Fıçılar

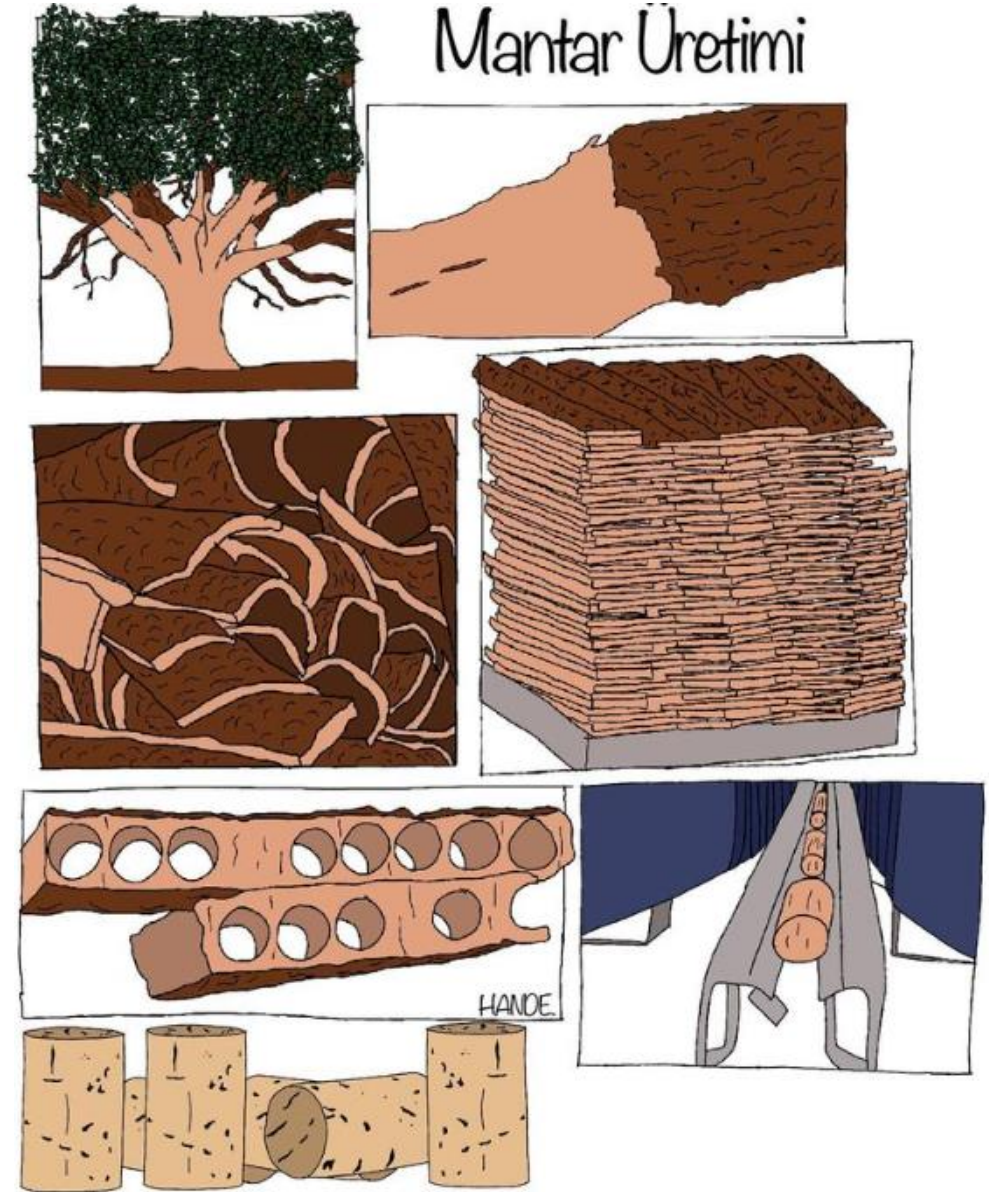
- Fıçıların üretim tekniği de etkilidir.
- Amerikan meşesi kesilerek daha fazla lakton açığa çıkarılır (hücreler parçalanır)
- Fransız meşesi bölünür
- Fıçıların içi kızartılır (toasted), daha hafif olması daha fazla tanen verir

Dumanlı, isli aromalar üretir ve vanilyayı güçlendirir. Ağır kızartma Hindistan cevizi laktonlarını azaltır ancak rengi azaltabilir (daha yüksek karbon)



Mantarlar

- En kaliteli şarap mantarları Quercus suber mantar meşesi ağacından elde edilir.
- Bu ağacı diğer meşelerden ayıran en önemli özelliği kabuğunun kalın, gövdesinin ise homojen oluşu.
- Quercus suber dikiminden 30 yıl sonra ilk kabuğunu veriyor. Yani bu meşe ağacını dikeyim mantar yapayım derseniz 40-45 yıl beklemeniz gerekiyor, çünkü 30 yılını tamamlayan ağaçlarda mantar üretiminde kullanılmayan ilk kabuğun toplanmasının ardından 9-15 yıl sonra ikinci kabukların toplanma zamanı geliyor.
- Bu sürele uyulması Portekiz'de devlet kontrolünde. İkinci mahsül yani mantar yapılacak kabukların toplanması için 9 yıldan önce harekete geçmek yasak. Ağaçların kaliteli kabuk vermesindeki en önemli faktör iklim. Kabukları elde ettikten sonra hemen mantarları elde edemiyoruz. Önce açık havada doğaya teslim ederek minimum 1 yıl bekletiliyor. Daha sonra bir saat kadar suyun içinde kaynatılarak % 20 oranında şişmeleri sağlanıyor. Sudan çıkarılan mantar tabakaları kurutmaya alınıyor ve tıraşlanıyor. Bu aşamada kalite ayrımı yapılıyor. Tabakada ne kadar az delik olursa o kadar kaliteli mantar elde ediliyor. Kabuk tabakaları delinerek mantarlar çıkarılıyor ve sonuçta 100 kg kabuktan 40 kg mantar elde edilerek şarap mantarı firmalarına teslim ediliyor.
- Tüm mantarların yarısı Portekiz, 1/3'ü İspanya'dan geliyor.



Mantar sorunu (TCA-2,4,6-trichloroanisole)

Dilimize “buşone” olarak geçmiş Fransızca “bouchonne” terimi bir şarap hatasıdır.

Aslında şarap yapımcısının sorumluluğunda olmayıp mantar üretimiyle ilgili bir probleme işaret eder.

Özel meşe ağaçlarından elde edilen mantarlar klor içerikli bileşiklerle beyazlatılırlar. Bu klorlu bileşikler zaman zaman mantarın gözenekleri arasına girerek TCA isimli bir başka formu oluştururlar. Şaraplar da yatık saklandıklarından bu koku şaraba geçer. Buşone sorunu şarap kalitesinden bağımsızdır ancak sipariş verdiğiniz bir şarap buşone çıkarsa değiştirme hakkına sahip olduğunuzu unutmayın



Cork taint (mantar lekesi)

- Şarapların yaklaşık %1-7'si
- Ana suçlu TCA
- Nemli, küflü, ıslak karton, nemli gazete kağıdı, hoş olmayan koku
- 1 ppm konsantrasyonunda tespit edilebilir
- Hava kaynaklı bir mantardır, klorlu fenoller metiller
- Sorun mantarların klorla ağartılması

Alternatif kapanışlar



Vidalı kapaklar
Taç kapakları
Sentetik mantarlar



Diğer şarap kusurları

- Hidrojen sülfür (çürük yumurta)

Yeterli azot besini olmadan fermente olan mayalar sebep olur

- Diğer merkaptanlar

Ölü maya üzerinde fermantasyon sonucu

- Asetaldehit (etanal)

Oksijen varlığında oksitlenen etanol sonucu saman, çürük elma, keskin, şeri benzeri aromalar



Diğer şarap kusurları

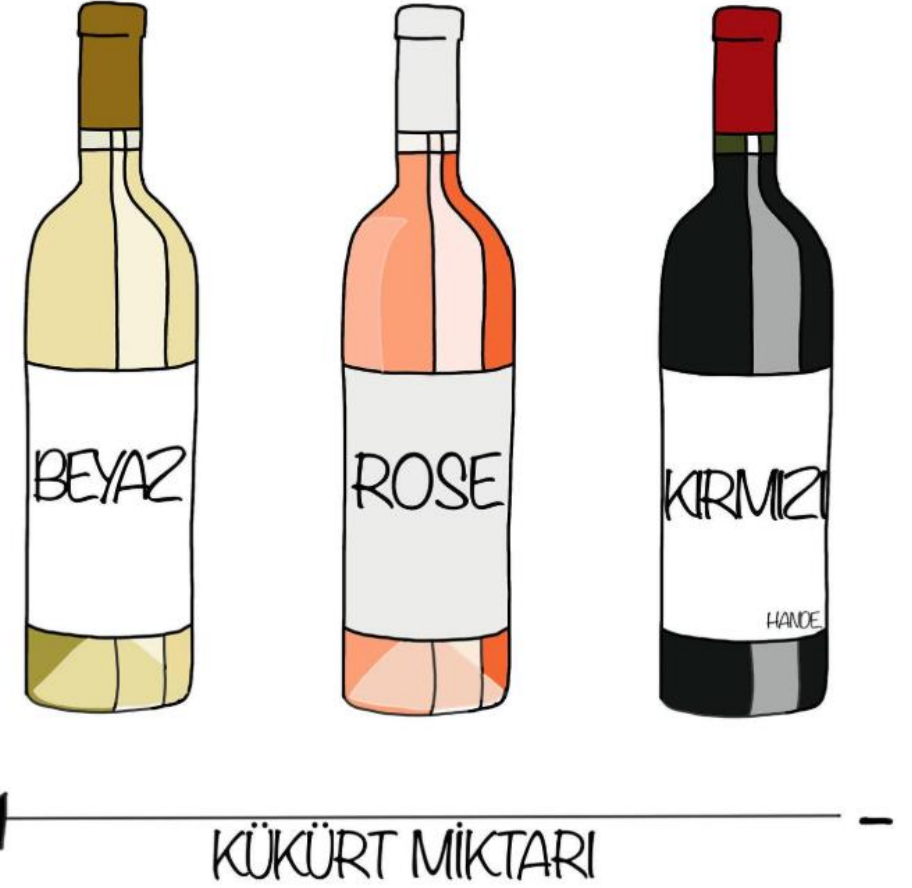
- Etil asetat (aseton)
- Sardunya kokusu (sorbitli MLF)
- Fusel alkoller, yağ, petrol

Uzun zincirli alkoller ve bunların esterleri yüksek sıcaklıklarda ve düşük nitrojen koşullarında fermente edilerek üretilir.



Sülfite kullanımı

- Sülfite SO_2 sađlamak için eklenir
- Antibakteriyeldir
- Doğal mayaları öldürür
- Oksidasyonu önler
- Şarapta doğal olarak yaklaşık 6 ppm üretilir
- Çoğu ticari şarap 10-40 ppm içerir
- Antosiyaninlerle reaksiyona girerek rengi azaltabilir

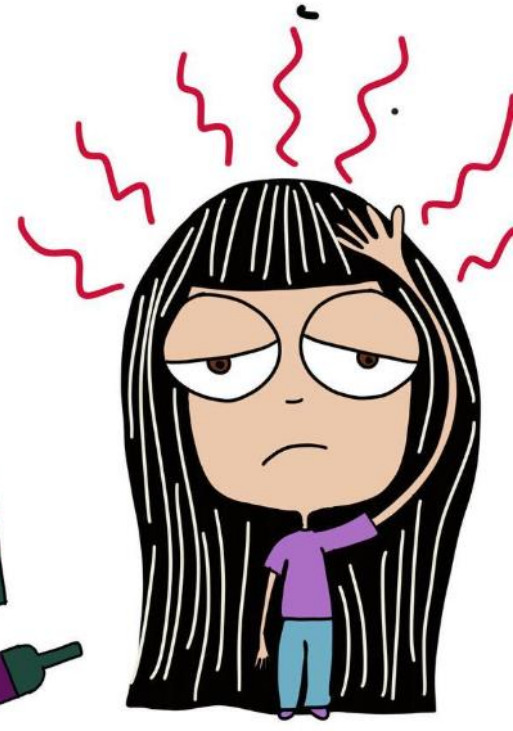


Sülfitler baş arısına neden olur mu?

- Nüfusun %0.01'inde sülfid alerjisi
- Birçok yaygın gıdada >100 ppm sülfid mevcut
- Kuru meyveler, şişelenmiş limon suyu, meyve suları, pekmez.....

Tanen.
Şeker ve alkol
Histamin intoleransı

**ŞARAP
&
BAŞ
AĞRISI**



Kaynaklar

- Jackson, R. S. *Wine science: principles and applications*. Academic Press, 2008.
- Greg Cook, Department of Chemistry and Biochemistry North Dakota State University. North Dakota Grape Growers Association Annual Meeting, February 4 ,2012.
- <https://images.app.goo.gl/WSxBn5WGdM5SeARZ6>
- <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.shutterstock.com%2Fimage-photo%2Fhalf-delicious-ripe-red-grape-isolated-1828626254&psig=AOvVaw0ysoriYvB0PPNKuzkxShP-&ust=1732271913471000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBcQjhxqFwoTClly9YCe7YkDFQAAAAAdAAAAABAs>
- <https://www.reagent.co.uk/blog/what-are-the-different-types-of-sugar/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=TM83WJvfKBA>
- <https://www.thespruceeats.com/which-wine-has-the-least-sugar-3511283>
- <https://www.goodpairdays.com/guides/wine-101/article/yeast/>
- <https://winefolly.com/deep-dive/what-is-malolactic-fermentation-the-buttery-taste-in-wine/>
- <https://www.sixmilebridge.com/tannins-make-the-wines-go-round/>
- <https://www.virginwines.co.uk/hub/wine-guide/advanced-knowledge/colours-of-wine-explained/>
- <https://winefolly.com/grapes/sauvignon-blanc/>
- chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/mlf_modulation_AWRI_fact_sheet.pdf
- Bartowsky, E.J., Henschke, P.A. 2004. The 'buttery' attribute of wine - diacetyl - desirability, spoilage and beyond. *Int. J. Food Microbiol.* 96: 235-252.
- Bartowsky, E.J., Costello, P.J. and Chambers, P.J. (2015) Emerging trends in the application of malolactic fermentation. *Aust. J. Grape Wine Res.* doi: 10.1111/ajgw.12185.
- Bartowsky, E., Costello, P., McCarthy, J. 2008. MLF - adding an 'extra dimension' to wine flavour and quality. *Aust. N.Z. Grapegrower Winemaker* 533a: 60-65.
- Bartowsky, E., Costello, P., Krieger-Weber, S., Markides, A., Francis, L., Travis, B. 2011. Influence of MLF on the fruity characters of red wine: bringing chemistry and sensory science together. *Wine Vitic. J.* 26(6): 27-33.
- Bartowsky, E., Costello, P., Francis, L., Travis, B., Krieger-Weber, S., Markides, A. 2012. *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus plantarum*: effects on MLF on red wine aroma and chemical properties. *Pract. Winery Vitic. Spring*: 57-59.
- Costello, P., Francis, I.L. and Bartowsky, E. 2012. Variations in the effects of malolactic fermentation on the chemical and sensory properties of Cabernet Sauvignon wine: interactive influences of *Oenococcus oeni* strain and wine matrix composition. *Aust. J. Grape Wine Res.* 18: 287301.
- du Toit, M., Engelbrecht, L., Lerm, E., Krieger-Weber, S. 2011. *Lactobacillus*: the next generation of malolactic fermentation starter cultures - an overview. *Food Bioproc. Technol.* 4(6): 876-906.