



**TÜRKİYE’DE FARKLI BÖLGELERDE YETİŞTİRİLEN
STEVIA BİTKİSİNİN STEVIOL GLİKOZİT İÇERİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

ZİYA GEVREK



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKEŞ
BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE’DE FARKLI BÖLGELERDE YETİŞTİRİLEN
STEVIA BİTKİSİNİN STEVİOL GLİKOZİT İÇERİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

ZİYA GEVREK
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN
PROF.DR. OSMAN KOLA

ADANA 2019

**TÜRKİYE'DE FARKLI BÖLGELERDE YETİŞTİRİLEN
STEVIA BİTKİSİNİN STEVIOL GLİKOZİT İÇERİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Ziya GEVREK tarafından tamamlanan Yüksek
Lisans Tezi onaylanmıştır.


Doç. Dr. Gözde Baydemir PEŞİNT
Enstitü Müdürü

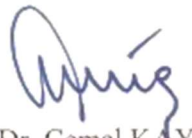

Prof. Dr. Haşim KELEBEK
Anabilim Dalı Başkanı


Prof. Dr. Osman KOLA
Danışman

Tez Jürisi


Prof. Dr. Osman KOLA
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi


Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU
Harran Üniversitesi


Doç. Dr. Cemal KAYA
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi
24/06/2019



Bu tezde yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm bilgiler için atıf verdiğimi ve kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

Ziya GEVREK

ÖZET

TÜRKİYE’DE FARKLI BÖLGELERDE YETİŞTİRİLEN STEVIA BİTKİSİNİN STEVIOL GLİKOZİT İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ziya GEVREK

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Osman KOLA

Haziran 2019, 96 sayfa

Bu çalışmada, ülkemizde Akdeniz, Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yetiştirilen 4 farklı çeşit *Stevia* bitkisinden *Stevia Rebaudiana Bertoni* (BRT1, BRT2 ve BRT3) ve *Stevia Morita II* (MRTII) çeşitlerinin yaprak özellikleri (en, boy, en/boy oranı), kuru yaprak verimleri ve steviol glikozit içerikleri yetiştirme periyodu boyunca incelenmiştir. *Stevia* çeşitlerine ait fidelerin boylarının büyüme-gelişme evresi sonunda 74.00-101.50 cm’ye ulaştığı tespit edilmiştir. *Stevia* çeşitlerinin toplam kuru yaprak veriminin 333.96-624.00 kg/da arasında değiştiği ve en yüksek toplam kuru yaprak veriminin Akdeniz Bölgesi’nde 624.00 kg/da ile Burhaniye’den temin edilen *Stevia Rebaudiana Bertoni*’de (BRT 3) olduğu belirlenmiştir. En düşük toplam kuru yaprak veriminin, Marmara Bölgesinde 333.96 kg/da ile *Stevia Morita II*’de olduğu saptanmıştır. *Stevia* çeşitlerinin Toplam Steviol Glikozit (TSG) içeriğinin %11.90-17.76 arasında olduğu, Stevioside ve Rebaudioside A içeriğinin de sırasıyla %1.44-8.45 ve %3.42-13.98 arasında değiştiği belirlenmiştir. TSG içeriği açısından en iyi *Stevia* çeşidinin Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen *Stevia Morita II* çeşidinde olduğu (TSG %17.76, Rebaudioside A %13.98 ve Stevioside %1.98) saptanmıştır. Ülkemizin *Stevia* yetiştiriciliği açısından gerek toprak yapısı ve gerekse iklim-ekolojik koşullar açısından uygun bir bölge olduğu ve *Stevia Morita II* (MRT II) çeşidinin adaptasyonunun daha kolay, hasat süresinin daha kısa ve steviol glikozit içeriğinin daha yüksek bir çeşit olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Stevia rebaudiana* Bertoni, stevia, stevioside, rebaudioside A, glikozit, morita

ABSTRACT

DETERMINATION OF A STEVIOL GLYCOSIDE CONTENTS IN STEVIA PLANTS GROWN IN DIFFERENT REGIONS OF TURKEY

Ziya GEVREK

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman Kola

June 2019, 96 pages

In this study, leaf characteristics (width, height, width/height ratio), dry leaf yields and steviol glycosides content of 4 different Stevia plants from *Stevia Rebaudiana* Bertoni (BRT1, BRT2 ve BRT3) and *Stevia morita* II (MRTII) grown in Mediterranean, Black Sea and Marmara regions were examined during the growing period. It was determined that the height of the seedlings of stevia varieties reached 74.00-101.50 cm at the end of growth-development stage. Total dry leaf yield of Stevia cultivars ranged between 333.96-624.00 kg/da and the highest total dry leaf yield was determined in *Stevia Rebaudiana* Bertoni (BRT3 - 624.00 kg/da) obtained from Burhaniye and grown in Mediterranean Region. The lowest total dry leaf yield was found in *Stevia morita* II (333.96 kg/da) grown in Marmara Region. Total Steviol Glycoside (TSG) content of Stevia cultivars was found between 11.90-17.76%, and Stevioside and Rebaudioside A content ranged between 1.44-8.45% and 3.42-13.98%, respectively. In terms of TSG content, the best Stevia cultivar was found in *Stevia morita* II cultivar (TSG 17.76%, Rebaudioside A 13.98% and Stevioside 1.98%). It is determined that our country is a suitable region in terms of soil structure and climate-ecological conditions in terms of Stevia cultivation and adaptation of *Stevia morita* II cultivar (MRT II) is easier, its harvest period is shorter and steviol glycoside content is higher variety.

Keywords: *Stevia rebaudiana* Bertoni, stevia, stevioside, rebaudioside A, glycosides, morita

*Tez çalışmamı Türkiye Cumhuriyeti'nin kurucusu Ulu Önder Gazi Mustafa Kemal Atatürk'e
ve Ülkemizde Stevia yetiştiriciliğinin en önde gelen isimleri olan Sayın Selahattin Güvenç,
Sayın Yusuf Demir ve Sayın Cihan Demir'e ithaf ediyorum...*

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca engin bilgi ve tecrübesi ile bana her an desteğini esirgemeyen, yapıcı fikir ve önerileriyle araştırmalarımnda kolaylık sağlayan, yaptığı çalışmalarla akademisyen kimliğine büyük saygı duyduğum değerli danışman hocam Sayın Osman KOLA'ya,

Laboratuvar çalışmalarımnda yardımları ve sohbetleriyle bana destek olan Öğretim Görevlisi Nurten CENGİZ ve Araş. Gör. Erva PARILDI'ya,

Ayrıca zor zamanlarımda hep yanımda olan çalışmalarım esnasında manevi destekleri hep yanımda olan aileme,

Teşekkürlerimi sunarım.

ZİYA GEVREK

Haziran 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	iii
KISALTMALAR.....	iv
1. GİRİŞ	1
2. STEVİA BİTKİSİ VE STEVİOL GLİKOZİTLER	1
2.1 Stevia Bitkisinin Kökeni ve Tarihçesi	1
2.2 Stevia'nın Kimyasal Bileşimi	7
2.3 Steviol Glikozitler.....	8
2.3.1 Steviol Glikozitlerin Biyosentezi	8
2.3.2 Steviol Glikozitlerin Kimyasal Yapıları.....	14
2.3.3 Steviol Glikozitlerin Metabolizması	18
2.3.4 Steviol Glikozitlerin Ekstraksiyonu ve Analiz Yöntemleri.....	22
2.3.4.1 Steviol Glikozitlerin Ekstraksiyonu	22
2.3.4.2 Steviol Glikozitlerin Analizi	29
2.3.5 Steviol Glikozitlerle İlgili Yasal Düzenlemeler	30
2.4 Stevia'nın Sağlık Açısından Değerlendirilmesi ve Yapılan Çalışmalar.....	31
3. MATERYAL VE METOT.....	34
3.1 Materyal.....	34
3.2 Metot.....	34
3.2.1 Stevia Çeşitlerinin Yetiştirilmesi ve Hasadı.....	35
3.2.2 Stevia Çeşitlerine Ait Yapraklarda Gerçekleştirilen Ölçümler ve Analizler	37
3.2.2.1 Bitki boyu (cm)	37
3.2.2.2 Yaprak Eni (cm).....	37
3.2.2.3 Yaprak Uzunluğu (cm)	37
3.2.2.4 Yaprak Eni/Yaprak Uzunluğu (En/Boy Oranı).....	37
3.2.2.5 Kuru Yaprak Verimi (kg/da).....	37

3.2.2.6. Steviol Glikozit İçeriği.....	38
4. ARAşTIRMA BULGULARI.....	41
4.1. Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia eşitlerinin Bitki Boyu Gelişimi	41
4.2. Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia eşitlerinin Yaprak En-Boy Uzunlukları ve En/Boy Oranları.....	44
4.3. Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia eşitlerinden Elde Edilen Yaş ve Kuru Yaprak Verimleri.....	51
4.4. Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia eşitlerinin Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı.....	55
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	70
KAYNAKLAR.....	72
EKLER.....	79
ZGEMİş.....	96

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Stevia bitkisi kısımları ve büyüme aşamaları.....	3
Şekil 2.2. Dünya’da Stevia Bitkisinin Yetiştirildiği Alanlar ve Stevia İşleme Tesislerinin Bulunduğu Bölgeler.....	4
Şekil 2.3. Türkiye’de 2017 Yılı İtibarıyla Stevia Bitkisinin Yetiştirildiği İller.....	5
Şekil 2.4. Steviol glikozitlerin kimyasal yapısı ve bazı özellikleri.....	6
Şekil 2.5. Steviol glikozitlerin biyosentezi.....	9
Şekil 2.6. Steviol Glikozitlerin Biyosentezi Akışı.....	10
Şekil 2.7. Stevia rebaudiana Bertoni'den izole edilen Rebaudioside M (1) ve Rebaudioside A’nın Rebaudioside D’ye biyodönüşüm reaksiyonlarından izole edilen Rebaudioside M2 (2) ve Rebaudioside D2.....	12
Şekil 2.8 Reb A ve Reb I biokonversiyonu.....	13
Şekil 2.9. Steviol.....	15
Şekil 2.10. Stevioside.....	16
Şekil 2.11. Steviol glikozitler ve kimyasal yapıları.....	16
Şekil 2.12. İnsan ve sıçanlarda Rebaudioside A'nın kalınbağırsak metabolizması.....	21
Şekil 2.13. İnsanlar ve sıçanlarda Steviol'ün karaciğer metabolizması.....	22
Şekil 2.14. Stevia üretim akış şeması.....	25
Şekil 2.15. Toplam Steviol Glikozitlerin (TSG) Üretim Akış Şeması.....	28
Şekil 2.16. Rebaudioside A (Reb A) Üretim Akış Şeması.....	28
Şekil 2.17. Dokuz (9) Steviol glikozitin HPLC kromatogramı.....	29
Şekil 3.1. Stevia Bitkisinin Yetiştirme ve Kurutma Aşamaları.....	36
Şekil 3.2. Steviol Glikozitlere ait HPLC Kromatogramı ve Alıkonma Süreleri.....	40
Şekil 3.3. Yapılan Çalışmalarda Kullanılan Steviol Glikozitlere ait HPLC Kromatogramı ve Alıkonma Süreleri.....	40
Şekil 4.1. Akdeniz Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Bitki Boyları.....	43
Şekil 4.2. Karadeniz Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Bitki Boyları.....	43
Şekil 4.3. Marmara Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Bitki Boyları.....	44
Şekil 4.4. Akdeniz Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait Yaprakların En, Boy ve En/Boy Oranları.....	48
Şekil 4.5. Karadeniz Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait Yaprakların	

En, Boy ve En/Boy Oranları.....	49
Şekil 4.6. Marmara Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait Yaprakların	
En, Boy ve En/Boy Oranları.....	50
Şekil 4.7. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait	
Kuru Yaprak Verimleri (g/fide).....	53
Şekil 4.8. Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait	
Kuru Yaprak Verimleri (g/fide).....	53
Şekil 4.9. Marmara Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait	
Kuru Yaprak Verimleri (g/fide).....	54
Şekil 4.10. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin	
Steviol Glikozit İçerikleri (%).....	57
Şekil 4.11. Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin	
Steviol Glikozit İçerikleri (%).....	60
Şekil 4.12. Marmara Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin	
Steviol Glikozit İçerikleri (%).....	62
Şekil 4.13. MRTII Çeşidinin Bölgelere Göre Steviol Glikozit İçeriği Dağılımı (%).....	65
Şekil 4.14. BRT1 Çeşidinin Bölgelere Göre Steviol Glikozit İçeriği Dağılımı (%).....	66
Şekil 4.15. BRT2 Çeşidinin Bölgelere Göre Steviol Glikozit İçeriği Dağılımı (%).....	67
Şekil 4.16. BRT3 Çeşidinin Bölgelere Göre Steviol Glikozit İçeriği Dağılımı (%).....	68

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Kuru Stevia Yaprığının Besin Değerleri (%)	8
Tablo 2.2. Stevia yapraklarının kimyasal bileşimi.....	14
Tablo 2.3. Stevia yapraklarının kimyasal özellikleri.....	14
Tablo 2.4 Steviol Glikozit Tüketiminin Farklı Fizyolojik Etkileri.....	33
Tablo 4.1. Büyüme ve Gelişime Süresince Stevia Çeşitlerinin Bitki Boyundaki Değişimler.....	42
Tablo 4.2. Büyüme ve Gelişime Süresince Stevia Çeşitlerinin Yaprak Eni Değerlerindeki Değişim.....	45
Tablo 4.3. Büyüme ve Gelişime Süresince Stevia Çeşitlerinin Yaprak Boyu Değerlerindeki Değişim.....	46
Tablo 4.4. Büyüme ve Gelişime Süresince Stevia Çeşitlerinin Yaprak En/Boy Oranlarındaki Değişim.....	47
Tablo 4.5. Bölgelere Göre I. ve II. Hasat Döneminde Stevia Çeşitlerinden Elde Edilen Kuru Yaprak Verimleri (kg/da).....	52
Tablo 4.6. Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı(%).....	56
Tablo 4.7. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Stevioside, Rebaudioside A ve Toplam Steviol Glikozit (TSG) İçerikleri (%).....	58
Tablo 4.8. Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Stevioside, Rebaudioside A ve Toplam Steviol Glikozit (TSG) İçerikleri (%).....	61
Tablo 4.9. Marmara Bölgesi'de Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Stevioside, Rebaudioside A ve Toplam Steviol Glikozit (TSG) İçerikleri (%).....	63

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
CE	: Kılcal Elektroforezdir
DCCC	: Ters Damlalı Akım Kromatografisi
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
FDA	: Bulunan Gıda Ve İlaç Organizasyonu
GRAS	: Generally Recognized As Safe
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
JECFA	: Gıda Katkı Maddeleri Ortak Uzman Komitesi
LC	: Sıvı Kromatografi
SG	: Steviolglikozid
TLC	: İnce Tabaka Kromatografisi
TSG	: Toplam Steviol Glikozitler

1. GİRİŞ

Küreselleşen dünyamızda bilginin kolay elde edilebilmesi, araştırmaların daha kolay hale gelmesi bilinçli tüketicilerin çoğalmasına olanak tanımıştır. Tüketicilerin sağlıklarına da önem vermeleri ile birlikte şeker oranı yüksek olan ürünlerden uzak durma oranları artmıştır. Şekerin sağlığa çok fazla olumsuz etkisi bulunmaktadır. Aşırı şeker ve şekerli ürünler tüketildiğinde kan şekeri çok hızlı yükselir ve vücutta özellikle organların çevrelerinde ve karın bölgesinde yağlanmaya neden olur ve birçok hastalığa sebep olur. Aşırı tüketilen şekerin obezite ve diyabet üzerine etkisi artık net bir şekilde kanıtlanmıştır. Şekerin, Kalp-Damar hastalıkları, diyabet, karaciğerde yağlanma, kilo artışı ve dolayısı ile obezite, sindirim bozukluğu ve damar sertliği gibi vücudumuza verdiği birçok zarar bulunmaktadır. Bu nedenlerle son yıllarda yapılan çalışmaların birçoğu kalorisi kısıtlanmış gıdaların üretiminin yanısıra kalori değeri sıfır ya da sıfıra yakın yüksek yoğunluklu doğal tatlandırıcılar üzerinedir (Çetin, Kola, Kelebek, ve Özer, 2019; İnanç ve Çınar, 2009).

Gelişen teknoloji ile birlikte gıda sanayi ve buna hammadde teminini sağlayan diğer endüstri dallarında yapılan çalışmalarla gıda güvenliği açısından daha sağlıklı, tüketicilerin beklentilerini karşılayabilecek ve kolaylıkla temin edilebilecek gıda maddelerinin üretimine olanak sağlanmıştır. Önceki dönemlerde özellikle de diyabet ve obezite gibi bazı hastalıkları olan insanlar için düşük kalorili ürünlerin üretimi yapılmış olmakla birlikte ürün çeşidinin az olması ve yüksek fiyattan satışta olması gibi negatif yönlerinin bulunması ile birlikte ürünlerin tat ve aromalarının yeteri kadar iyi olmaması gibi diğer bir olumsuzlukları bünyesinde barındırırmaktaydı. Ancak günümüzde ise bu gibi ürünler uygun fiyata tüketiciler tarafından satın alınabilmekte olup tat ve aromaları önceki ürünlerle kıyaslandığında daha gelişmiş hale gelmiştir(Çetin ve diğerleri, 2019).

Asesülfam-K, aspartam, neotame, sakkarin ve sukraloz FDA'nın güvenli olarak kabul ettiği yapay tatlandırıcılar arasında yer almaktadır. Ancak yapay tatlandırıcıların hemen hemen çoğunun ağızda acımsı ve metalimsi bir tat bıraktığı literatürde yer almaktadır. Ayrıca Fenilketonüri (PKU) metabolik hastalığı olan bireylerin aspartam alımından uzak durmaları gerektiği ve yüksek miktarlarda sakkarin kullanımında mesane kanser riskini artırabileceği yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Piyasada yer alan birçok gıdada yapay tatlandırıcılar kullanılmakla birlikte bu tatlandırıcılar ile ilgili toksikolojik çalışmalar henüz tam olarak

tamamlanmamıştır. Buna rağmen, doğal olarak tatlandırıcı özelliğine sahip düşük kalorili birçok bileşik doğada yer almaktadır. Thaumatin, Glycyrhizin, Xylitol, Phyllodulcin, Mogroside ve Stevioside bu doğal ürünlerden bazılarıdır(İnanç ve Çınar, 2009).

Bu doğal tatlandırıcılardan *Stevia (Stevia rebaudiana Berton)* bitkisi, Orta ve Güney Amerika kıtasında yaşayan yerliler tarafından uzun zamandır bilinmesine rağmen, 1897 yılında Moises Santiago Berton adında ünlü bir İsviçreli botanikçi Paraguay'ın doğu bölgelerinde yaptığı araştırmalar sonucu tatlandırıcı özelliğe sahip bu bitki hakkında detaylı açıklamalarda bulunmuştur. Günümüzde *Stevia* bitkisinden üretilen yüksek yoğunluklu tatlandırıcıların ve bu tatlandırıcılar kullanılarak üretilen enerji içeriği azaltılmış ve kalorisi kısıtlanmış birçok gıdanın üretimi gerçekleştirilmektedir (İnanç ve Çınar, 2009).

Bu araştırma ile birlikte ilk kez; Ülkemizde özellikle son yıllarda birçok ilde yetiştiriciliğine başlanan *Stevia rebaudiana Berton* ve *Stevia morita* II çeşidine ait örnekler Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi'nde olmak üzere 3 farklı lokasyonda yetiştirilmiş ve bitkinin gelişimi süresince belirli aralıklarla yapılan analizlerle bazı kalite parametreleri ve Steviol Glikozit içerikleri ile dağılımı belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmalar sonucu gerek *Stevia* çeşitlerinin gerekse lokasyon farklılığının yetiştirilen bu çeşitlerin özellikleri üzerindeki etkileri tespit edilmiştir.

2. STEVIA BİTKİSİ VE STEVIOL GLİKOZİTLER

Stevia bitkisinin yüzlerce türü bulunmasına rağmen, tatlı yapraklarıyla bilinen çeşidi *Stevia rebaudiana*'dır. Hem Güney hem de Orta Amerika'da hafif asitli topraklarda yetişebilen Stevia bitkisi Paraguay'ın Guarani yerlilileri tarafından yüzyıllardır içecekleri tatlandırma amacıyla kullanılmaktadır (Madan, Ahmad, Singh, Kohli, Kumar ve Garg, 2010; Saulo, 2005).

Yirminci yüzyılın başından itibaren, Stevia dünyanın geri kalanı tarafından da bilinmeye başlamıştır. 1887'de, İtalyan-İsviçreli bir botanikçi olan Dr. Moises Santiago Bertoni bu tatlı yapraklı bitkinin Paraguay'ın yerli halkı tarafından kullanıldığını belirtmiş ve ilk kez Stevia'nın sınıflandırılmasını sağlamıştır. Bertoni, Stevia bitkisini papatya giller familyası içerisinde sınıflandırmış, ancak 1905'te yeniden sınıflandırılarak Stevia çeşitleri krizantem familyası (*chrysanthemum* family) içerisinde yer almıştır. (Hale, 2001; Madan ve diğerleri, 2010; Soejarto, 2002; Kinghorn, 2002).

Paraguay'daki İngiliz Konsolosluğu, Stevia'nın keşfini Bertoni'ye atfetmiş olsa da diğer araştırmacılar, Stevia'nın 1500'lerde Paraguay'ın kuzeyinde, İspanyol bir botanikçi Pedro Jaime Esteve tarafından bulunduğunu belirtmektedir (Madan ve diğerleri, 2010; Hale, 2001; Soejarto, 2002; Kinghorn, 2002).

2.1 Stevia Bitkisinin Kökeni ve Tarihçesi

Günümüzde şeker ikame maddesi olarak kullanılan birçok kalorili ya da kalorisiz doğal ya da yapay tatlandırıcı bulunmaktadır. Ancak gıda sanayinde gıda güvenliği açısından daha güvenilir gıda maddelerinin üretimini ve tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla duyuşal yönden de daha kaliteli ürünlerin üretimine yönelik çalışmalar devam etmektedir (Cardoso ve Bolini, 2007).

Doğada, tatlılık özelliğine sahip ve düşük kalorili birçok bileşik yer almaktadır. Bu ürünlerden başlıcaları; Taumatin, Glisirizin, Ksilitol, Filodulsin, Mogrozit ve Steviol glikozitlerdir. Günümüzde obezite sorunu ve aşırı kilo alımı, sağlık açısından önemli risklere neden olan faktörlerin başında yer almaktadır. Bu sebeple, insanlar günlük yaşantılarında, kilo kontrolü ve diyetlerinde kalorisi daha düşük fakat tatlılığı yüksek gıda maddelerine hızlı bir şekilde yönelmektedir. *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisi bu açıdan üzerinde en çok çalışma

yapılan bitkilerin başında gelmektedir. Birçok ülkede bu bitkiden elde edilen tatlandırıcıların üretimi ve kullanımı yaygındır (Lemus-Mondaca, Vega-Gálvez, Zura-Bravo ve Kong, 2012). Ülkemizde ise “Rize Şekeri” ve “Şeker otu” adıyla bilinen *Stevia rebaudiana* Bertoni’nin aslında anavatanı Güney Amerika kıtasıdır. Paraguay ve Brezilya’da uzun bir süreden bu yana tatlandırıcı ve tedavi edici özelliklerinden dolayı kullanılan *Stevia* bitkisi, Japonya’da da otuz yılı aşan bir süredir birçok insan tarafından tatlandırıcı ve gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Stevianın Kuzey Amerika’da varlığı bilinen 80’den fazla çeşidi, Güney Amerika’da ise 200’den fazla yerli türü bulunmaktadır (Nunes, Ferreira-Machado, Dantas, De Mattos ve Caldeira-de-Araújo, 2007; Tadhani, Patel ve Subhash, 2007). Türkiye’de ise ilk olarak 2009’da Antalya’da üretime geçilmiştir. Daha sonra, Ülkemizde Fethiye, Balıkesir ve Rize gibi yerlerde yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır. Ülkemizde Steviadan elde edilen tatlandırıcılar üzerine yapılan ilk çalışma ise Karaca tarafından 2010 yılında yapılan “*Stevia Rebudiana* Yapraklarından Ekstrakte Edilen “Stevioside” ile “Rebaudioside A”nın Meyveli ve Gazlı İçeceklerde Kullanımı” başlıklı çalışma ile gerçekleştirilmiştir (Tadhani ve diğerleri, 2007).

Stevia, nemli ortamlarda kolaylıkla yetişebilen ve 60-90 cm boyuna kadar büyüeyebilen Asteraceae familyasına ait olan bir bitki çeşididir (Şekil 2.1) (Cariño-Cortés, Hernández-Ceruelos, Torres-Valencia, González-Avila, Arriaga-Alba, ve Madrigal-Bujaidar, 2007; İnanç ve Çınar, 2009). Asteraceae familyasının ismi ise yıldız biçiminde olan çiçekleri bünyesinde barındıran bir cins olan *Aster* türünden gelmektedir. Genel olarak otsu, çok azı çalı, ağaç vb. biçimindedirler. Yapraklar basit ya da bileşik, stipulsuz, alternat, rozet biçimindedir. Çiçekler baş ya da kapitulum şeklindedir. Bunlarda baş birçok küçük ya da florat olarak adlandırılan çiçekler; konik, küresel veya düzleşmiş bir reseptakulum ya da diskten çıkarlar. Bütün kapitulum fillari olarak nitelendirilen involukral brakteler tarafından sarılmıştır. Bunlar bir ya da birkaç seri şeklinde olabilirler ya da imbrikat dizilmiş olabilirler. Braktenin ikinci şekli de (chaffy) bulunabilir. Bu yapı genel resaptakulum üzerinde bireysel çiçeklerin tabanında yer alır. Brakteler var ise, resaptakulum chaffy’dir; yok ise çıplaktır. Reseptakulum tüyler, dikenler ve oyuklar taşıyabilir. Kapitulumda yer alan çiçekler hermafrodit ya da tek eşeyli, aktinomorf veya zigomorf yalnız bir periyantserisi iyi gelişmiştir. Kalikspappus olarak nitelendirilen tüysü biçimde veya tamamen eksiktir. Korolla 5’li vesimpetaldır. Korolla tubular çiçeklerde aktinomorf, ligulat olanlarda zigomorftur. Androkeum 5 stamen’lidir, onların anterleri birleşik yapılı, filamentleri serbest yapılıdır. Ginekeum 2 birleşik karpelli, tek odalı, ovaryumalt halindedir. Meyve akendir. Asteraceae, çiçekli bitkilerin en büyük ailesi olarak nitelendirilir.

Dünyada 1100 tür ve 25000 kadar çeşidi bulunurken, Türkiye'de 133 çeşit ve bunlara ait olan 1156'dan fazla çeşidi yer almaktadır (Yıldırım, 2017).



Şekil 2.1. Stevia bitkisi kısımları ve büyüme aşamaları

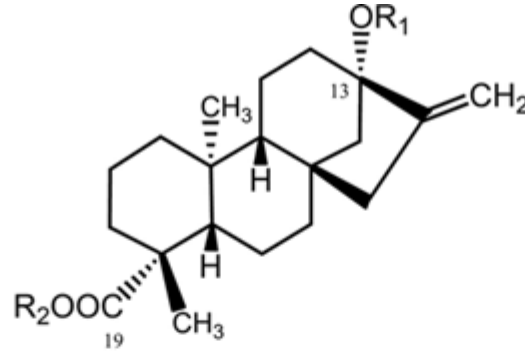
Astereceae (Compositae) ailesinde yer alan bitkiler içerisinde yer alan *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinin yapraklarında bulunan yüksek yoğunluğa sahip tatlandırıcıların tam olarak ne zaman tespit edildiği bilinmese de bilim dünyasında yer almaya başlaması 115 yıl öncesine dayanmaktadır. Paraguay'ın başkenti olan Asunción da İngiliz konsolosu olarak çalışan Cecil



Şekil 2.3. Türkiye’de 2017 Yılı İtibarıyla Stevia Bitkisinin Yetiştirildiği İller (Kola, 2019)

Anavatanı Paraguay kökenli olan Stevia bitkisi tatlandırıcı özelliği sebebi ile yirminci yüzyılda binden fazla bilimsel çalışmaya ve çeşitli patent başvurularına konu olmuştur. Stevioside, Stevia yapraklarına tatlılık veren ve yapraklarda en fazla bulunan bileşenlerden birisidir (Şekil 2.4). Tatlılık üzerinde etkisi bulunan Ent-kaurene diterpen glikozitler Steviadan ilk kez yirminci yüzyılın başlarında ekstrakte edilmiştir (Karagöz ve Demirdöven, 2018).

Stevia yapraklarında bulunan diğer glikozitler ise daha sonra yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. 1970’lerin başlarında Japon bilim adamları Stevia yapraklarında bulunan ve ent-kaurene diterpen glikozitlerden en önemli ikinci bileşen olan Rebaudioside A’yı (Şekil 2.4) izole etmeyi başarmışlardır (Kohda, Kasai, Yamasaki ve Murakami, 1976). Stevia yapraklarında bulunan ve tatlılık veren glikozitlerden olan fakat bitki yapraklarında oransal olarak çok daha az olan Dulcosid A, Rebaudioside B-E ve Steviolbioside ise daha sonra yapılan çalışmalarla saptanmıştır (Tanaka, 1982). *Stevia rebaudiana* Bertoni, diğer Stevia çeşitlerine göre yapraklarında daha fazla Stevioside ve Rebaudioside A diterpen glikozitlerini içermektedir. Yaklaşık 230 farklı çeşidi bulunan Stevia bitkisinin hiçbirinde *Stevia rebaudiana* Bertoni’de bulunan kadar yüksek seviyede Stevioside ve Rebaudioside A bulunmamaktadır. Stevia bitkisinin yapraklarında yeralan ancak tatlılık özelliğine sahip olmayan birçok glikozitin de bulunduğu tespit edilmiştir (Soejarto, Kinghorn ve Farnsworth, 1982)



Bileşen Adı	R1 (C-13)	R2 (C-19)	Formülü	Kütlesi
Steviol	H	H	C ₂₀ H ₃₀ O ₃	318.22
Steviol mono-glucoside	β-Glc	H	C ₂₆ H ₄₀ O ₈	480.27
Steviol mono-glucosyl ester	H	β-Glc	C ₂₆ H ₄₀ O ₈	480.27
Rubusoside	β-Glc	β-Glc	C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃	642.33
Steviolbioside	β-Glc-(2→1)-β-Glc	H	C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃	642.33
Stevioside	β-Glc-(2→1)-β-Glc	β-Glc	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	804.38
Rebaudioside A	β-Glc-(2→1)-β-Glc \\(3→1)-β-Glc	β-Glc	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₃	966.43
Rebaudioside B	β-Glc-(2→1)-β-Glc \\(3→1)-β-Glc	H	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	804.38
Rebaudioside C	β-Glc-(2→1)-α-Rha \\(3→1)-β-Glc	β-Glc	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₂	950.44
Rebaudioside D	β-Glc-(2→1)-β-Glc \\(3→1)-β-Glc	β-Glc-(2→1)-β-Glc	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1128.48
Rebaudioside F	β-Glc-(2→1)-β-Xyl \\(3→1)-β-Glc	β-Glc	C ₄₃ H ₆₈ O ₂₂	936.42
Dulcoside A	β-Glc-(2→1)-α-Rha	β-Glc	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₇	788.38

Şekil 2.4. Steviol glikozitlerin kimyasal yapısı ve bazı özellikleri

Stevia bitkisinden Steviol Glikozitlerin ekstraksiyonu ve saflaştırılması işlemleri ile tatlandırıcı üretimi ve elde edilen bu tatlandırıcıların gıda maddelerinde kullanılmaya başlanması 1970’li yılların başında Japonya’da gerçekleştirilmiştir. O dönemlerde bazı yapay tatlandırıcıların yasaklanmasıyla birlikte Stevianın kullanımı giderek artmıştır. Stevioside’nin keşfinden önce aspartam Japonya’da yüksek yoğunluklu tatlandırıcı sektörünün %41’ini oluşturmuştur (Momtazi-Borojeni, Esmaeili, Abdollahi ve Sahebkar, 2016). Günümüzde Stevia tatlandırıcılar ve ürünleri açısından Dünya’daki en geniş ürün ağı ve kullanımı ile Japonya bu alanda ilk sıralarda yer almaktadır. Güney Kore’de ise Stevioside ilk kez alkol sektöründe kullanılmış ve zamanla kullanım alanı genişlemiştir (Mathur, Bulchandani, Parihar ve Shekhawat, 2017). Güney Amerika ülkeleri ve Brezilya’da ise Stevioside’in tatlandırıcı

olarak kullanımı yaygınken, Kuzey Amerika ülkeleri ve 15 kadar Avrupa Birliği ülkesinde şeker yerine tatlandırıcı olarak kullanılması uzun süre yasaklanmıştır (Ahmed, Hossain, Islam, Saha ve Mandal 2011). Ancak günümüzde Amerika Birleşik Devletleri ve Kuzey Avrupa’da birçok sektörde tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Gardana ve Simonetti, 2018). 1991’de Amerika Birleşik Devletleri’nde *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisi yapraklarının ihracatına yasak konulmuş ancak bu yasak 1995 yılında kaldırılmıştır. Bazı ülkelerde ise sağlığa zararlı olup olmadığı hala tartışma konusu olsa da *Stevia* bitkisinden elde edilen ekstraktların zararlı olduğuna dair gerçekleştirilen bir araştırma bulunmadığı gibi zararlı olmadığı ile ilgili de geniş kapsamlı bir çalışmada literatürde yer almamaktadır (Momtazi-Borojeni ve diğerleri, 2016).

2.2. *Stevia*’nın Kimyasal Bileşimi

Son yıllarda yapılan araştırmalarda *Stevia rebaudiana* Bertoni yapraklarından Steviol Glikozitlerin yanı sıra glikozidik olmayan diterpenler, klorojenik asitler, flavonoidler ve vitaminler gibi daha fazla besleyici değere sahip bileşenlerin de olduğu tespit edilmiştir (Karaköse, Müller ve Kuhnert, 2015; Koubaa, Roselló-Soto, Šic Žlabur, Režek Jambrak, Brncić, Grimi, Boussetta ve Barba, 2015).

Doğal bir ürün olarak tanımlanan *Stevia* bitkisi yaprakları, Steviol Glikozitler olarak nitelendirilen farklı tatlılık değerlerine sahip bileşenlerden oluşmaktadır. Diterpen yapısındaki başlıca Steviol Glikozit bileşenleri; Steviol, Steviolbioside, Stevioside, Rebaudioside A, B, C, D, E, F, M, Rubusoside, Dulcoside A olarak nitelendirilmektedir. Tatlılık özelliğine sahip ve bitkide oransal olarak daha fazla bulunan başlıca Steviol Glikozitler ise Stevioside ve Rebaudioside A’dır (Wallin, 2007). Stevioside’in tatlılık seviyesi, sakkarozdan 110–270 kez, Rebaudioside A’nın ise, 150–320 kez daha fazladır. Ayrıca Rebaudioside C sakkarozdan 40–60 kez, Dulcoside A ise 30 kez daha çok tatlılık oranına sahiptir. Diğer Steviol Glikozitler de düşük oranda tatlılık özelliğini bünyesinde barındırmaktadır. Rebaudioside D ise diğer Steviol Glikozitlere kıyasla tatlılığı daha fazla ve acılığı daha az olan bir glikozittir. Ancak, Rebaudioside E, Rebaudioside D’den daha da fazla tatlılığa sahiptir. Bununla birlikte, Steviada oransal olarak çok daha düşük miktarlarda bulunan Rebaudioside M’in ise çok daha güçlü bir tatlılığa ve yoğunluğa sahip olduğu ve ayrıca diğer Steviol Glikozitlere kıyasla acılığının çok daha düşük olduğu bildirilmiştir. *Stevia* yapraklarında yer alan (kurumadde esasına göre) Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside C ve dulcoside A miktarları sıra ile %9.1, %3.8, %0.6 ve % 0.3’dür (Abelyan ve Sembilan, 2010). Ayrıca Steviada bulunan diğer önemli besin maddeleri (Tablo 2.1) yani protein, yağ, karbonhidrat, kül ve lif sırasıyla 100g kuru *Stevia*

yaprağında 9.8, 2.5, 52, 10.5 ve 18.5 gram olarak belirlenmiştir. Başlıca mineral maddeler ise kalsiyum, fosfor, demir, sodyum ve potasyum olup 100g kuru Stevia yaprağında sırası ile 464.6, 11.4, 55.3, 190 ve 1800 mg'dır (Gasmalla, Yang ve Hua, 2014).

Tablo 2.1. Kuru Stevia Yaprığının Besin Değerleri (%) (Gasmalla ve diğerleri, 2014).

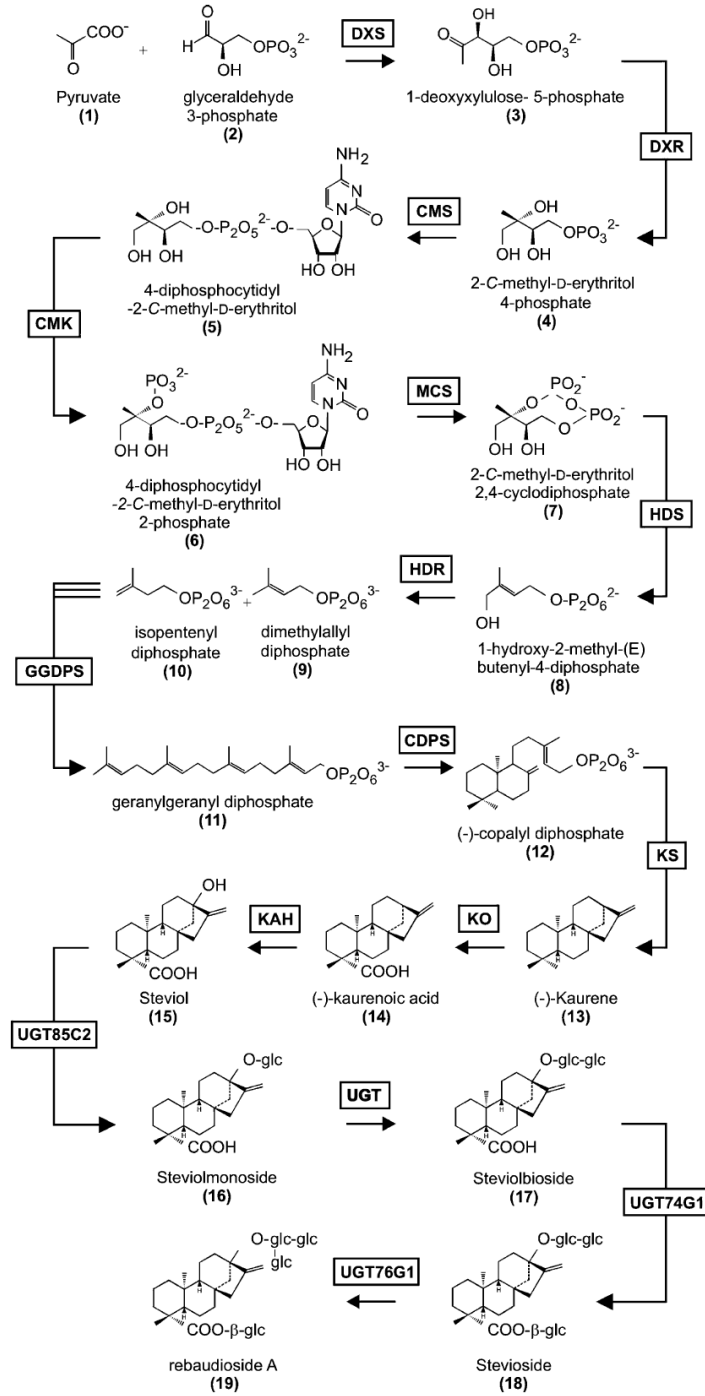
Bileşen Adı	Miktarı
Nem (g)	7
Enerji (kcal)	270
Protein (g)	9.8
Yağ (g)	2.5
Karbonhidrat (g)	52
Kül (g)	10.5
Ham lif	18.5
Mineraller	
- Kalsiyum (mg)	464.4
- Fosfor (mg)	11.4
- Demir (mg)	55.3
- Sodyum (mg)	190
- Potasyum (mg)	1800
Anti Besinsel Faktörler	
- Okzalik Asit (mg)	2295
- Taninler (mg)	0.01

2.3. Steviol Glikozitler

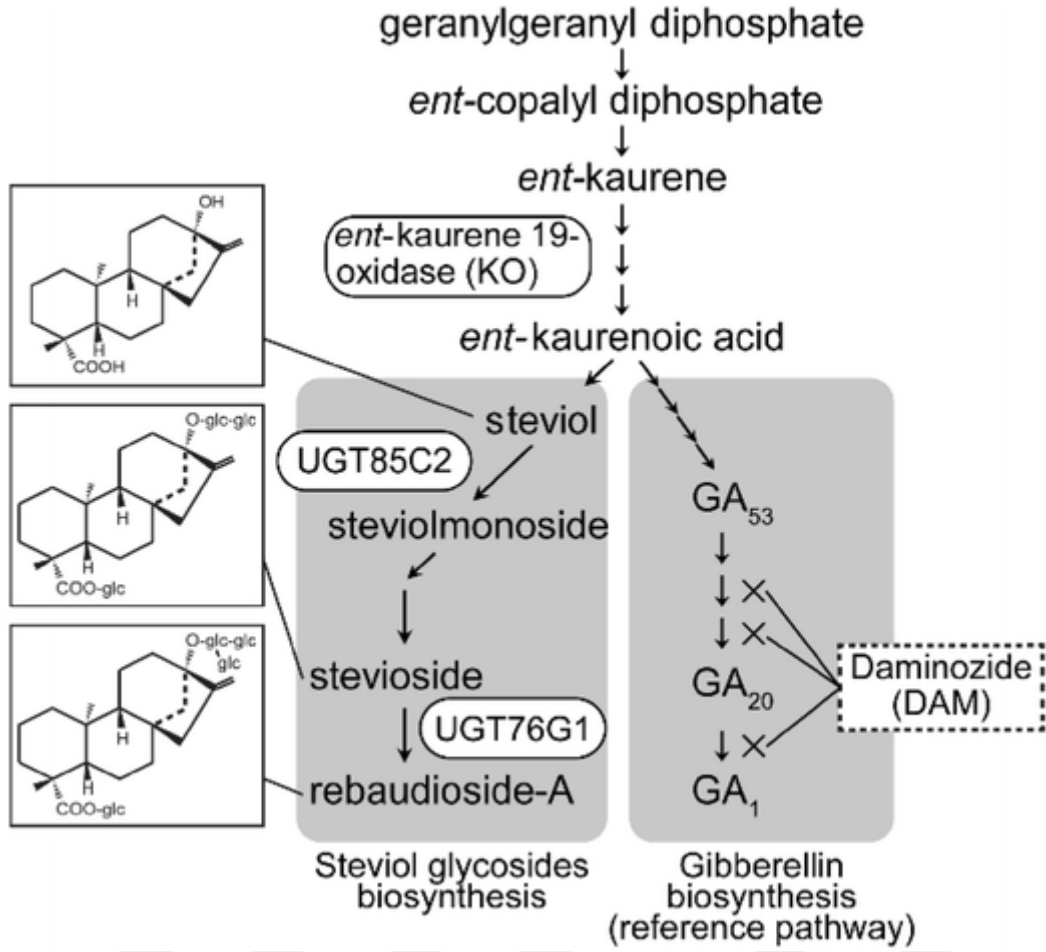
2.3.1. Steviol Glikozitlerin Biyosentezi

Stevia rebaudiana bitkisinin yapraklarında en az sekiz steviol glikozid (SG) bulunmaktadır ve bitkinin genotipine ve yetiştirilme koşullarına bağlı olarak konsantrasyonları değişmektedir (Brandle ve Rosa, 1992; Starratt, Kirby, Pocs ve Brandle, 2002). Stevia bitkisinin yapraklarında diterpen glikozit yapısında steviol glikozit adı verilen tatlılığa sahip bileşikler bulunmaktadır.

Steviol glikozitler, bitkinin yapısında bulunan hormonlardan giberellik asit gibi aynı kaurenoid öncül maddelerinden meydana gelen tetrasiklik diterpenlerdir (Şekil 2.5; 2.6). Meydana gelen ara bileşikler ise lauren sentezinden sonra Steviol Glikozit ve giberellin mekanizmaları olarak ayrılır. Steviadaki lauren Steviol'a (tatlı glikozidin temel yapısı) dönüştürülür, daha sonra esas tatlandırıcıları oluşturmak için glikolize veya rhaminoz edilirler (İnanç ve Çınar, 2009).



Şekil 2.5. Steviol glikozitlerin biyosentezi (Brandle ve Telmer, 2007)



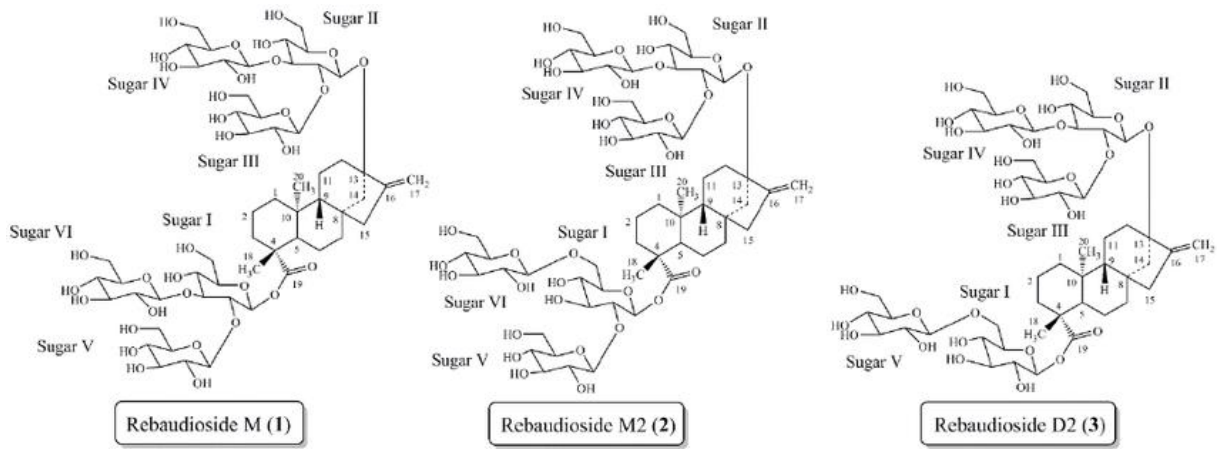
Şekil 2.6. Steviol Glikozitlerin Biyosentezi Akışı

Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni (Compositae), yüksek tatlılıkları ve düşük kalorileri nedeniyle en ilgi çekici ikincil metabolitler olan Steviol Glikozitler adıyla bilinirler (Gregersen, Jeppesen, Holst ve Hermansen, 2004; Richman, Swanson, Humphrey, Chapman, Mcgarvey, Pocs ve Brandle, 2005). Bugüne kadar *Stevia rebaudiana*'dan otuz beşten daha fazla Steviol Glikozit başarıyla izole edilmiş ve net bir şekilde tanımlanmıştır (Ceunen ve Geuns, 2013). Bu glikozitler arasında en değerli üç glikozit, tetra-glukosile edilmiş Rebaudioside A (Reb A), penta-glikosid Rebaudioside D (Reb D) ve hekza-glikozit Rebaudioside M'dir (Reb M). Reb A, *Stevia rebaudiana*'da en fazla bulunan Steviol Glikozitlerden biridir ve tatlılığı, sakarozun 250-300 katıdır. Bununla birlikte, Reb A'nın acı bir likörüksü tat-lezzeti vardır. Reb D ve Reb M, Reb A'dan daha az miktarda bulunur ve tatlılıkları, sakarozdan 350 kat daha fazladır. Burada en önemli olay ise Reb D ve Reb M'in, Reb A'ya kıyasla önemli ölçüde daha düşük bir acılığa sahip olmasıdır (Prakash, Markosyan ve Bunders, 2014; Zhang, Chen, Xiao, Liu ve Wu, 2019).

Stevia rebaudiana'da Steviol Glikozitlerin biyosentezi C13-hidroksil ve/veya C19-karboksilik asit pozisyonlarında glikosilasyon yoluyla tetrasiklik diterpen steviol omurgasından elde edilir (Richman ve diğerleri, 2005; Zhang ve diğerleri, 2019). Bugüne kadar, glikosilasyonu gerçekleştiren ana enzimini ortaya çıkarmak ve UDP'ye bağlı dört glikosiltransferazın (UGTs) etki mekanizmasını izah etmek amacıyla birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. UGT85C2, glikozu steviol omurgasının C13-hidroksil pozisyonuna transfer eder ve bir β -D-glukozid oluşturur. UGT74G1 ise bir ester oluşturmak için C19-karboksilik asitle aktive olmuş grubun glikosile edilmesinden sorumludur. UGT91D2 ve UGT76G1, C13- ve C19-pozisyonlarında sırasıyla 1,2- β -D- ve 1,3- β -D-glukozit bağlarının oluşumunu doğrudan katalize eder (Bureau, 2014; Richman ve diğerleri, 2005). Bu dört gen sayesinde; Reb A, Reb D ve Reb M gibi hemen hemen tüm Steviol Glikozitlerin biyosentezindeki enzimler tanımlanmıştır (Sheng, Su, Li, Ke ve Liang, 2014; Zhang ve diğerleri, 2019). RNAi, baz mutasyonu ve enzim deneyleri gibi farklı yöntemler kullanarak UGT76G1'in fonksiyonunu ve mekanizmasını araştırmak için daha önce birçok çalışma yapılmıştır (Richman ve diğerleri, 2005; Zhang ve diğerleri, 2019). Bu çalışmalarda, *Stevia rebaudiana*'daki Stevioside, Reb D veya Reb M oluşum mekanizmaları belirlenmeye çalışılmıştır (Gasmalla ve diğerleri, 2014; Madan ve diğerleri, 2010; Zhang ve diğerleri, 2019).

Steviol glikozitlerin çeşidinin fazla olması, aglikon yapıdaki Steviolün çeşitli glikosil transferazlar yardımıyla bu glikozitlere dönüşmesinden kaynaklanmaktadır (Richman ve diğerleri, 2005; Shibata, Sawa, Oka, Sonoke, Kim ve Yoshioka, 1995). Farklı glikosilasyonlar sonucu her bir Steviol Glikozitin kendine has ayırt edici organoleptik özellikleri meydana gelir. Örneğin, *Stevia rebaudiana*'da bulunan Steviol Glikozitlerden Stevioside'nin sakaroza göre 143 kat daha fazla tatlı olduğu çalışmalarda belirlenmiştir. Rebaudioside A'nın ise sakaroza göre 242 kat daha fazla tatlı olduğu saptanmıştır. Rebaudioside A'nın lezzet kalitesi Steviosideten daha iyidir, çünkü daha tatlı ve daha az acıdır. *Stevia rebaudiana*'daki Steviol Glikozitlerin tatlılık değerleri üzerinde, bileşimlerindeki C19'da bir şeker molekülü ya da bir karboksil grubu ve/veya C-13'te bir şeker molekülü ya da bir hidroksil grubu etkili olmaktadır (Kohda ve diğerleri 1976; Zhang ve diğerleri, 2019). Dulcoside A ise C2' pozisyonundaki glikosilasyonun yerine C13-glikozun Rhamnosilasyonu (Rhamnosylation) sonucu oluşur. Daha sonra bu bileşik, C3' pozisyonunda glikosile olarak Rebaudioside C meydana gelir. Her iki rhamnosile glikozitin tatlılığı ve tat kalitesi, glikosile edilmiş diğer Steviol Glikozitlerden daha düşüktür (Tanaka, 1982).

Son zamanlarda *Stevia rebaudiana* Bertonı'den Rebaudioside M'nin izolasyonu, karakterizasyonu ve duyuşal özellikleri üzerine birçok çalışma yapılmaktadır. Rebaudioside M, sakaroza göre yaklaşık 200-350 kez daha tatlı bir özelliğe sahiptir (Şekil 2.7). Duyusal değerdendirmeler sonucu; Rebaudioside M lezzet profili yönünden değerdendirildiğinde hafif bir acı tada ve meyan kökü benzeri bir lezzete sahip olduğu ancak tatlılığının diğerd glikozitlere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalar sonucu elde edilen bulgulardan, glikosilasyon konfigürasyonunun (şeker molekülü sayısı ve şeker bağlanma noktalarının) Steviol Glikozit moleküllerinin tatlılığını ve tat profilini etkilediğı kanısına varılmıştır (Brandle ve Telmer, 2007).



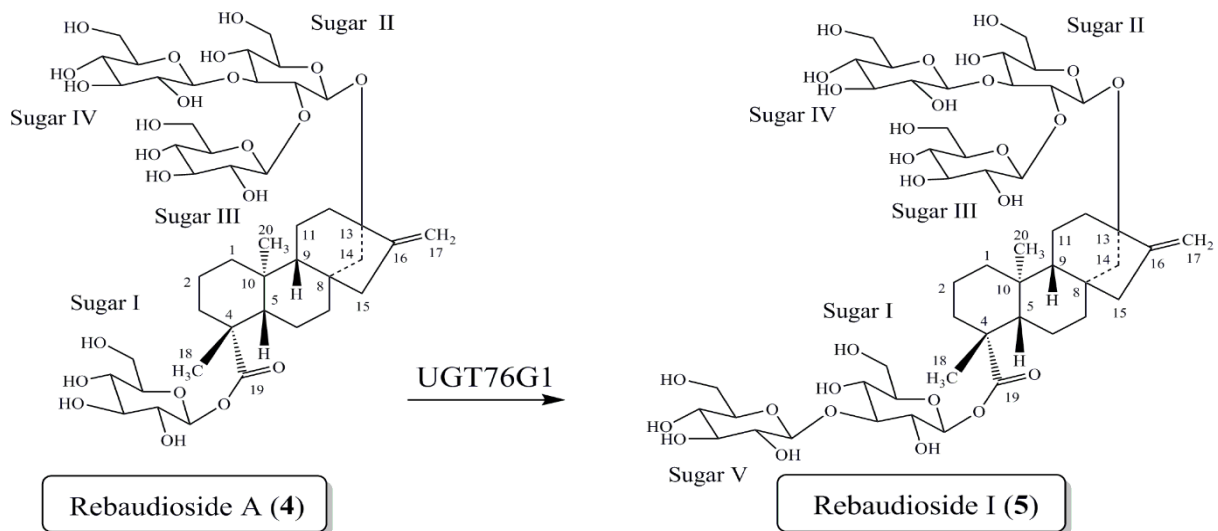
Şekil 2.7. *Stevia rebaudiana* Bertonı'den izole edilen Rebaudioside M (1) ve Rebaudioside A'nın Rebaudioside D'ye biyodönüşüm reaksiyonlarından izole edilen Rebaudioside M2 (2) ve Rebaudioside D2 (Zhang ve diğerdleri, 2019)

Reb M, *Stevia* yaprağında doğal olarak bulunan Steviol Glikozitlerden biridir. Son zamanlarda, Steviada yaygın olarak bulunan ve ticari değeri yüksek olan Rebaudioside A veya Stevioside ticari ürünlerinde de çok düşük miktarlarda Reb M bulunduğu tespit edilmiştir. Gıda Kimyasalları Kodeksi (The Food Chemicals Codex (FCC), WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) ve JECFA (Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi) tarafından Steviol Glikozitlerin özellikleri tanımlanmıştır. FAO JECFA Monographs 10 (2010)'da Stevioside, Rebaudioside A, B, C, D ve F, Dulcoside A, Steviolbiosid ve Rubusoside isimleriyle tanımlanan 9 adet Steviol Glikozitin toplamının %95'inden az olmaması gerektiğı belirtilmiştir. Reb M, FCC (Gıda Kimyasalları Kodeksi) ya da JECFA (Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi) tarafından hazırlanan spesifikasyonlarda tatlandırıcı olarak Steviol Glikozitlerden birisi olarak tanımlanmamaktadır. Kodeks Gıda Katkı Maddeleri Komitesinin 47. oturumunda (CCFA), JECFA'ya, başlıca Steviol Glikozitlerin

Stevioside ve/veya Reb A olması şartının kaldırılarak Rebaudioside M ve E'nin içerecek ve Stevia preparatlarında kullanılabilmesi amacıyla güvenlik değerlendirmesi ve Steviol Glikozitlerin spesifikasyonunun revizyonunun yapılabilmesi için öneride bulunmuştur. JECFA, bu talebin Haziran 2016'daki 82. toplantısında Uzman Komitesi'nde ele alınabilmesi için bir çağrı yapmıştır. Daha sonra JECFA tarafından, temel bileşeni Reb M olan Steviol Glikozitler için GRAS bildirimi ve onayı alınması amacıyla, ABD Gıda ve İlaç İdaresi (US FDA)'ne başvuruda bulunulmuştur (Prakash ve diğerleri, 2014).

Stevia rebaudiana'da bulunan bazı tatlı Steviol Glikozitlerin bitkideki miktarları nispeten daha az olduğu için, çok sayıda kuruluş istenen özelliklere sahip bu Steviol Glikozitleri daha büyük miktarlarda üretebilmek için biyoteknoloji alanına yatırım yapmıştır. Son zamanlarda, Rebaudioside A'nın Rebaudioside D'ye UGT (UDP-glikosiltransferaz) enzimleriyle biyolojik dönüşüm reaksiyonu belirlenmiştir. Bu biyo-dönüşüm reaksiyonu, iki yeni Steviol Glikozitin, Rebaudioside M2 (2) ve Rebaudioside D2 (3)'ün izolasyonu ve karakterizasyonunun belirlenmesini sağlamıştır (Şekil 2.6.). Bu her iki molekül de, Steviol Glikozit ailesinde nadiren bulunan 1→6 şeker bağıını içerir (Prakash ve diğerleri, 2014).

Biyo-dönüşüm reaksiyonları konusundaki yapılan çalışmalara dayanarak, Rebaudioside A'nın Rebaudioside I'ya biyolojik dönüşümünü de aşağıdaki şekil 2.8'de görülmektedir (Purkayastha, Markosyan, Prakash, Bhusari, Pugh, Lynch ve Roberts, 2016).



Şekil 2.8 Reb A ve Reb I biokonversiyonu

2.3.2. Steviol Glikozitlerin Kimyasal Yapıları

Stevia rebaudiana Bertoni'nin doğal tatlandırıcı özelliği yapraklarında bulunan bulunan Steviol Glikozitlerden kaynaklanmaktadır. Stevia yaprakları protein, karbonhidrat, yağ ve ham lif içermekte, ikincil metabolit olan Steviol Glikozitler yapraklarda birikmektedir. Bitkinin farklı bölümleri incelendiğinde en yüksek glikozit oranının yapraklarda olduğu bulunmuştur (Çetin ve diğerleri, 2019).

Stevia yapraklarının kimyasal kompozisyonu ve bazı kimyasal özellikleri sırasıyla Tablo 2.2. ve Tablo 2.3.'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Stevia yapraklarının kimyasal bileşimi (Çetin ve diğerleri, 2019; Lemus-Mondaca ve diğerleri, 2012)

İçerik/Özellik	Miktar (g/100 g kuru yaprak)
Nem	4.65 – 7.7
Protein	9.8 – 20.4
Yağ	1.9 – 5.6
Karbohidrat	35.2 – 61.9
Ham lif	15 – 18.5
Steviol glikozitler	10-15

Tablo 2.3. Stevia yapraklarının kimyasal özellikleri (Çetin ve diğerleri, 2019; Lemus-Mondaca ve diğerleri, 2012)

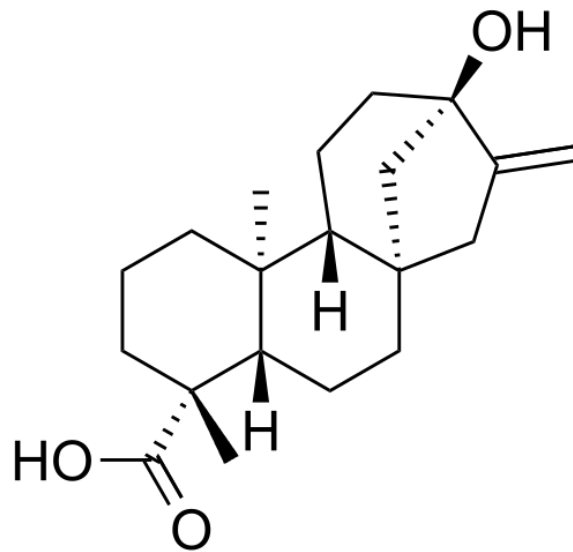
Özellik	Değer
Kitle yoğunluğu	0.443 g/mL
Su tutma kapasitesi	4.7 mL/g
Yağ absorplama kapasitesi	4.5 mL/g
Emülsifikasyon değeri	5.0 mL/g
Şişme endeksi	5.01 g/g
Çözünürlük (suda)	0.365 g/g
pH	5.95

Ayrıca; *Stevia rebaudiana* bitkisinin yaprakları fenolik bileşiklerin yanı sıra C vitamini, karotenoidler, klorofiller antimikrobiyal ve antioksidan özellikler sahip birçok bileşeni bünyesinde bulundurmaktadır (Abou-Arab, Abou-Arab ve Abu-Salem, 2010; Lemus-Mondaca ve diğerleri, 2012). Bunun dışında; bu bitkinin yaprakları flavonoidler, alkaloidler, suda çözünebilir klorofiller ve ksantofiller, hidroksisinnamik asitler (kafeik, klorojenik, vb.), nötr

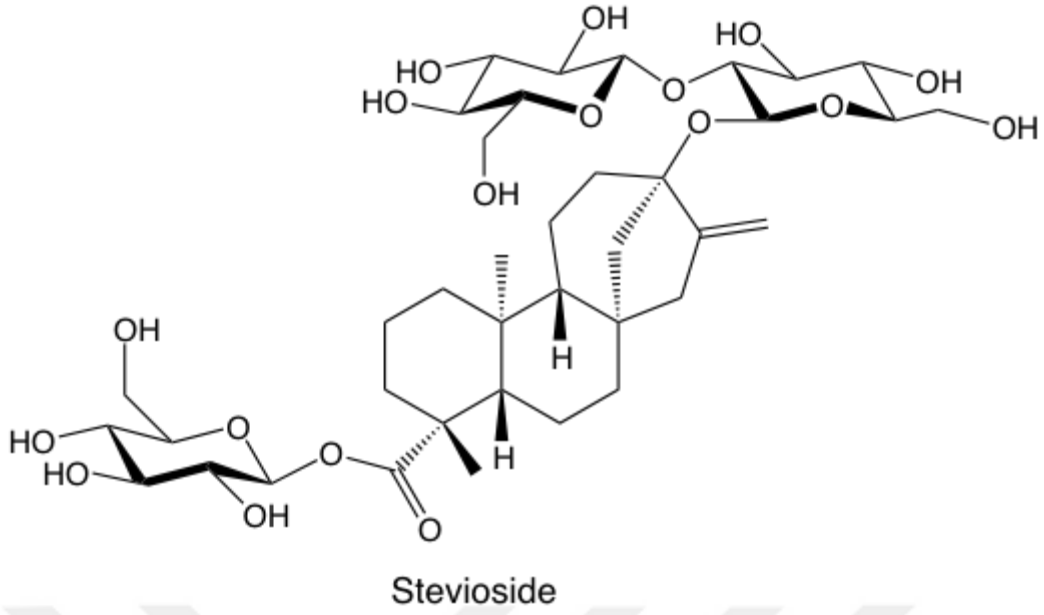
yapıdaki suda çözünür oligosakaritler, serbest şekerler, amino asitler, lipidler, uçucu yağlar ve eser elementleri de içermektedir. Stevia bitkisi mineral bakımından da değerlendirildiğinde; kobalt, magzenyum, demir, potaysum ve fosfor gibi mineralleri bulundurmaktadır (Dinçel, Alçay ve Badayman, 2018).

Stevia rebaudiana Bertoni bitkisinin yaprağında 30'dan fazla Steviol Glikozit tanımlanmıştır (Wölwer-Rieck, 2012). Glikozitler, karbon hidrat olmayan bir köke (aglikon) bağlanmış karbon hidrat molekülü içeren maddelerdir. Temel olarak bitkilerde bulunur ve hidrolizle şeker ve şeker olmayan bileşiklere parçalanırlar. Stevia'nın tatlılık özelliği bu ent-kaurene diterpenoid glikozitleri olarak adlandırılan glikozitlerden kaynaklanmaktadır. Stevia yaprağında farklı oranlarda bulunan bu glikozitlerden en temel ikisi Stevioside ve Rebaudioside A'dır. Diğer glikozitler %1.0 -2.0 veya daha düşük oranlarda bulunurlar ve minör glikozitler olarak adlandırılırlar (Çetin ve diğerleri, 2019).

Stevia yapraklarından izole edilen tüm ent-kaurene diterpenoid glikozitlerin kimyasal yapısının temelinde steviol adı verilen aglikon bulunmaktadır (Şekil 2.9.). Glikozitlerin birbirinden farkını steviol'ün 13. ve 19. karbonunun hidroksil bağlanan farklı karbonhidratlar oluşturur. Örneğin Stevioside, steviol'ün 13. karbonundaki hidroksil grubuna 2 glikoz molekülünün 19. karbonun hidroksil grubuna ise 1 glikoz molekülü bağlanması ile oluşur (Şekil 2.10) (Çetin ve diğerleri, 2019).

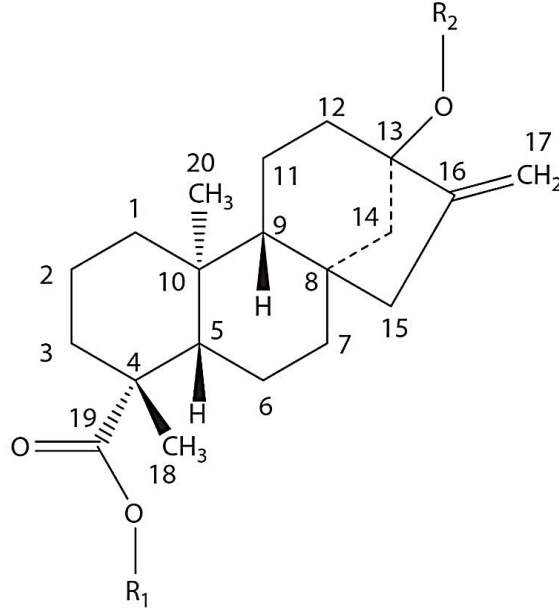


Şekil 2.9. Steviol (Koyama, Sakai, Ohori, Kitazawa, Izawa, Kakegawa, Fujino ve Ui, 2003)



Şekil 2.10. Stevioside (Koyama ve diğerleri, 2003)

Steviol kökü, karbonhidrat bağlanan aktif grup bölgeleri (R1 ve R2), Steviol Glikozitler ve bağlanan karbonhidratlar Şekil 2.11’de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Steviol glikozitler ve kimyasal yapıları (Geuns, 2003; Prakash ve diğerleri, 2014)

Ek 1’de de, bugüne kadar tanımlanan bazı Steviol Glikozitlerin kimyasal yapısı verilmiştir (JECFA, 2017).

Steviol glikozitlerden Stevioside ve Rebaudioside A'nın çözünürlükleri ile ilgili bilimsel çalışmalar da oldukça sınırlı sayıdadır. Steviol glikozitlerin su içerisindeki çözünürlükleri Kinghorn (2002) tarafından derlenmiştir. Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside B, Rebaudioside C, Rebaudioside D, Rebaudioside E, steviolbioside ve dulcoside A'nın su içerisindeki çözünürlükleri sırasıyla %0.13, 0.80, 0.10, 0.21, 1.00, 1.70, 0.03 ve 0.58'dir. Abou-Arab ve arkadaşları (2010) *Stevia rebaudiana* Bertoni'den su, metanol ve su-metanol karışımı ile Steviol Glikozitleri ekstrakte etmişler ve ekstraktların fiziksel ve kimyasal özelliklerini karakterize etmişler. Elde ettikleri su, metanol ve su-metanol karışımlarında Stevioside yüzdeleri sırasıyla %15.82, 23.20 ve 18.62 olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen *Stevia* tatlandırıcılarının su, metanol, hekzan, aseton, kloroform ve eter içerisindeki çözünürlüklerine bakmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre *Stevia* tatlandırıcıları metanolde yüksek çözünürlüğe sahip olarak bulunmuştur. Elde edilen tatlandırıcılar su içerisinde metanole kıyasla daha düşük oranda çözünmüş ve çözünürlük %9.8 bulunmuştur. Tatlandırıcılar hekzan içerisinde çok az oranda çözünürken, aseton, kloroform ve eterde çözünmemişlerdir. Abou-Arab ve arkadaşları (2010) ekstrakte edilen tatlandırıcıların çözünürlüklerini incelemişler fakat yaptıkları çalışma termodinamik çözünürlük değerinin bulunmasından ziyade elde edilen ekstraktın hangi çözüngenler içerisinde çözünebildiğini belirlemeye yönelik olmuştur (Çetin ve diğerleri, 2019).

Bir çözünürlük çalışmasında hedef maddenin saflığı mümkün olduğunca çok yüksek olmalı ve çözünürlük değerleri çözünürlük değerlerinin test edildiği sıcaklıklar belirtilerek verilmelidir. Daha ileri aşamalarda sıcaklığa bağlı çözünürlük değerleri çıkartılarak çözünürlük eğrileri elde edilmelidir. Bu bağlamda gerçek termodinamik çözünürlük çalışması Su ve arkadaşları (2013) tarafından gerçekleştirilmiştir. Su ve arkadaşları (2013) Rebaudioside A'nın aseton, etanol, % 95 etanol ve % 90 etanol çözeltilerinde 273.15 - 318.15 K sıcaklıkları arasında çözünürlük değerlerini belirlemiştir. Rebaudioside A'nın çözünürlüğü en yüksek % 90 etanolde bulunmuş, daha sonra sırasıyla % 95 etanol ve etanol çözeltileri takip etmiştir. En düşük çözünürlük ise aseton içerisinde bulunmuştur. Tüm çözüngenlerdeki çözünürlük değerleri ise sıcaklığın artması ile artmıştır. Rebaudioside A'nın çözünürlüğü ile ilgili yapılmış diğer bir çalışma ise Zhao ve arkadaşları (2012) gerçekleştirilmiş, Rebaudioside A'nın metanol-su karışımları içerisindeki çözünürlük değerleri 293.15–333.15 K sıcaklıkları aralığında belirlenmiştir. Stevioside ve Rebaudioside A'nın çözünürlük değerleri ile ilgili diğer bir bilgiye Mizutani ve Tanaka (2002)'de ulaşılmıştır. Bu bilgi Yokoyama'nın 1981 yılında yayınladığı çalışmaya atıfta bulunmuş 30 °C de 100 mL su da 2 gram Stevioside'in çözüldüğü dolayısıyla

su içerisinde çözünürlüğünün düşük olduğu, Rebaudioside A'nın ise kolayca çözündüğü belirtilmiştir (Çetin ve diğerleri, 2019).

Rebaudioside A'nın çözünürlüğü ile ilgili verilere ulaşılan diğer bir kaynak Prakash ve ark. (2008)'dir. Sadece Rebaudioside A içeren, Rebaudioside A içeriği %97 den fazla olan ve rebiana olarak adlandırılan ürünün su ve etanol içerisindeki çözünürlükleri 15, 25, 40 ve 60 °C'de belirlenmiştir. Etanol içerisinde çözünürlük değerleri 15, 25, 40 ve 60 °C sıcaklıklarda sırasıyla 1.70, 1.69, 1.78 ve 2.15 g/100 g etanol olarak bulunmuştur. Aynı sıcaklıklardaki su içerisindeki çözünürlük değerleri ise 31.10, 33.03, 34.48 ve 39.53 g/100 g su olarak bildirilmiştir. Rebiana'nın su içerisinde 25°C'de termodinamik çözünürlüğünün 0.8 g/100 g su olduğu belirtilerek susuz formda olan Rebaudioside A'nın suda süper doymuş çözelti oluşturması sebebiyle su içerisindeki çözünürlük verilerinin yüksek çıktığı bildirilmiştir. Aynı zamanda Rebaudioside A'nın hidrat formunun ise 25 °C'de çözünme hızının çok düşük olduğu belirtilmiştir (5 dakikada <0.2 g/100 g su) (Çetin ve diğerleri, 2019).

Rebaudioside A'nın çözünürlüğü ile ilgili bilimsel çalışmalar incelendiğinde çözünürlükleri üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Rebaudioside A'nın çözünürlüğü ile ilgili olarak da %90 etanol derişimi altındaki derişimlerde etanol içeren su-etanol karışımları içerisinde farklı sıcaklıklarda çözünürlük değerleri belirlenmemiştir. Bu proje ile Rebaudioside A'nın %0 ila %100 etanol derişimi aralıklarındaki su-etanol karışımları içerisindeki çözünürlüklerinin farklı sıcaklıklarda belirlenmesi hedeflenmektedir. Elde edilen veriler sonucu bu glikozitin su, etanol ve su-etanol ikili karışımları içerisindeki sıcaklığa bağlı termodinamik çözünürlük değerleri elde edilecektir. Bu çözünürlük verileri söz konusu glikozitin ekstraksiyon ve saflaştırma işlemlerinin geliştirilmesi için temel olacaktır (Çetin ve diğerleri, 2019).

2.3.3. Steviol Glikozitlerin Metabolizması

Yapay tatlandırıcılar diyabet, obezite ve şişmanlık gibi hastalıklar sonucu şeker alımının azaltılması ya da kesilmesi gereksinimi sonucu ortaya çıkarmıştır. Bu tatlandırıcıların sağlık üzerine olumsuz etkileri ve ağızda bıraktıkları istenmeyen tat, şeker yerini tutabilecek fakat doğal olan bileşiklere yönelimi doğurmuştur. Bu yönelim sonucu eritritol, mannitol, sorbitol, tagatoz gibi doğal tatlandırıcılar bulunmuştur. Doğal tatlandırıcı grubu içerisinde yer alan, Paraguay yerlileri tarafından çok eskiden beri kullanılan ve Japonya'da ise 1970 yılında sakkarinin yasaklanması ile sakkarin yerine kullanılmaya başlanan Stevia hem bilimsel hem de

ticari anlamda ilgi odağı olmuştur. Stevia, *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinin yapraklarından elde edilen ve tatlılık oranları yüksek olan Steviol Glikozitleri içeren özüttür (Çetin ve diğerleri, 2019).

Doğada tatlı olan fakat tatlılığı şekerlerden kaynaklanmayan ürünlerden izole edilen bu maddeler doğal tatlandırıcı olarak adlandırılmaktadır. Doğada basit şekerler ve poli-oller dışında 100'den fazla tatlılık veren madde bulunmaktadır. Bu maddeler terpenoidler, flavanoidler ve proteinler olarak üç grup altında bulunmakta, lizozim hariç hepsi yeşil bitkilerden elde edilmektedir (Çetin ve diğerleri, 2019).

Steviol glikozitler (Rebaudioside A) kalori değerlerinin sıfır olması ve karbonhidrat yapısında olmadıklarından, özellikle şeker hastaları ve rejim yapanların tatlandırıcı şeklinde kullanabileceği, sıcak ve soğuk tüm içeceklerde, tatlı ve kek tariflerinde, şeker yerine ikame olarak kullanılabilecek sağlıklı bir doğal tatlandırıcıdır (Purkayastha, Pugh, Lynch, Roberts, Kwok ve Tarka, 2013).

Steviadan elde edilen ve tatlılığa sahip olan Steviol Glikozitler vücut tarafından emilmediği için kalori değerleri sıfırdır. Bu sebepten dolayı da kan şekerinin yükselmesine sebep olmaz ve ayrıca kan şekerini düzenleyici etkisinin de olduğu yapılan çalışmalarda yer almaktadır. Steviol glikozitlerin insan vücudunda tamamen sindirimi gerçekleşebilir. Ayrıca bağırsaklarda steviole parçalanır ve en son aşamada ise steviol glucuronide olarak vücuttan atılımı gerçekleşir. Yapılan çalışmalarda, Steviol Glikozitlerin kesin olarak kanserojen olmadığı belirlenmiştir. Kalıtsal değişimlere neden olmaz ve doğurganlık üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi bulunmamaktadır. İnsülin duyarlılığı ve salınımını etkilediğini ortaya koyan bazı araştırmalarda diyabet tedavisinde kullanılabileceği belirtilmektedir. Şeker hastalığı, yüksek tansiyon, kabızlık, depresyon ve asabiyete karşı olumlu etkilerinin olduğu çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Mide ve bağırsak florasını, asit-alkali dengesini koruduğu da yapılan araştırmalarda belirlenmiştir. Ayrıca küf mantarlarına karşı etkili olduğu, cilt bakım ve tedavisi için kullanıldığı literatürde yer almaktadır. Tüm bunlara ek olarak; hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda diş üzerinde plak oluşumunu azalttığı ve çürük önleyici özelliği bulunduğu saptanmıştır. Vitamin ve mineral bakımından da oldukça zengin olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Purkayastha ve diğerleri, 2013).

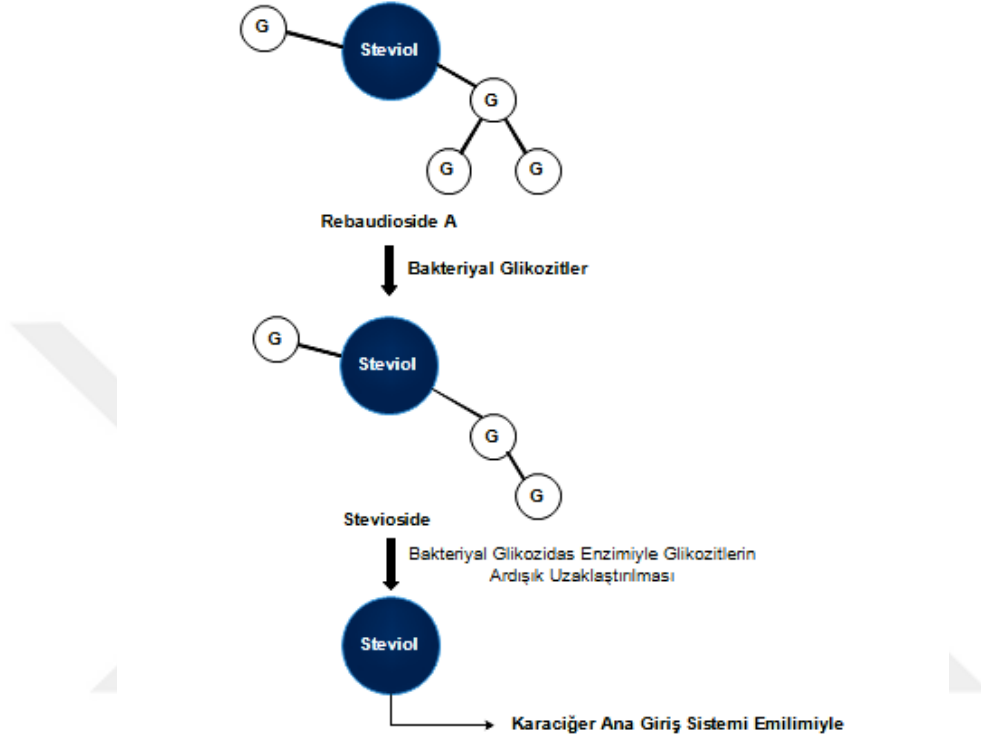
Yapılan çalışmalar; Steviol Glikozitlerin, kimyasal yapılarındaki β -glikosidik bağlardan dolayı, üst gastrointestinal sistemin sindirim enzimleri tarafından hidrolize edilmediğini ve gastrointestinal sistemin üst kısmı boyunca emilmediğini göstermiştir (Toskulkao, Hutapea, Buddhasukh, Wilairat ve Glinsukon, 1997). Bu nedenle, Steviol Glikozitler bağırsaklara parçalanmadan ve metabolize olmadan ulaşır. Bağırsaklarda ise *Bacteroidaceae* familyasına ait mikroorganizmalar tarafından mikrobiyal bozulmaya maruz kalırlar, bu da aglikon steviol salınımına neden olur. Bağırsaklardaki anaerobik koşullar taklit edilerek gerçekleştirilen birkaç in vitro çalışmada; fareler, sıçanlar, hamsterler ve insanlar üzerinde yapılan araştırma sonuçlarına göre Steviol Glikozitlerin steviol'e tamamen hidrolize olduğu doğrulanmıştır (Koyama ve diğerleri, 2003; Renwick ve Tarka, 2008; Simonetti, Gardana, Canzi, Zanchi ve Pietta, 2003).

Steviol glikozitler, her steviol glikozidin yapısal kompleksliklerine bağlı olarak bozunma oranlarındaki farklılıklar ile bir seferde bir şeker parçasını çıkararak sırayla hidrolize edilir. Stevioside steviolbioside'a daha sonra steviolmonoside ve son olarak steviole indirgenir. Yapılan birçok çalışma, Steviol Glikozitlerin, insan dışkı homojenatları tarafından, genellikle benzer hidroliz hızlarında steviol'e metabolize edildiğini, bu da steviol omurgasına bağlı şeker birimlerinin sayısının ve yerinin hidroliz oranını önemli ölçüde etkilemediğini gösterir (Geuns, 2003).

Steviol, karındaki gastrointestinal kanal (sindirim sistemi), pankreas, dalak ve safra kesesinden kanı karaciğere taşıyan damar (porta ven) tarafından emilir ve birçok organ ile dokuya dağıtılır. Karaciğerde steviol, steviol glukuronid oluşturmak üzere glukuronik aside konjuge edilir.

Yapılan bazı çalışmalarda, insanların Stevioside veya Rebaudioside A'nın alımını takiben her ikisinde de plazmada steviol glukuronid tespit edildiği belirtilmiştir. (Tespit edilen maksimum konsantrasyonlar uygulamadan 8 ve 12 saat sonra görülmüştür). Bundan dolayı, farklı sayı ve türde şeker parçaları olması haricinde, Steviol Glikozitlerin, aynı yapısal omurgayı, yani steviolü paylaştığı kanısına varılmıştır (Roberts ve Renwick, 2008). Steviol glikozitler, gastrointestinal sistemin üst kısmı boyunca sindirilmemiş bir şekilde geçer ve bozulmadan bakterinin içine girerler. Burada *Bacteroidaceae* familyasının üyeleri tarafından mikrobiyal degradasyona uğrarlar, bu da aglikon steviol salınımına neden olur. Bu ortak metabolit steviol, sistematik olarak emilir daha sonra glukuronik aside konjuge edilir ve esas

olarak insanlarda idrar yoluyla elimine edilmektedir. Çok sayıda in vitro çalışma, Steviol Glikozitlerin, steviol omurgasına bağlı şeker birimlerinin sayısındaki farklılıklara rağmen, gastrointestinal kanalda çok benzer mikrobiyal hidroliz oranlarına sahip olduğunu göstermiştir (Koyama ve diğerleri, 2003).

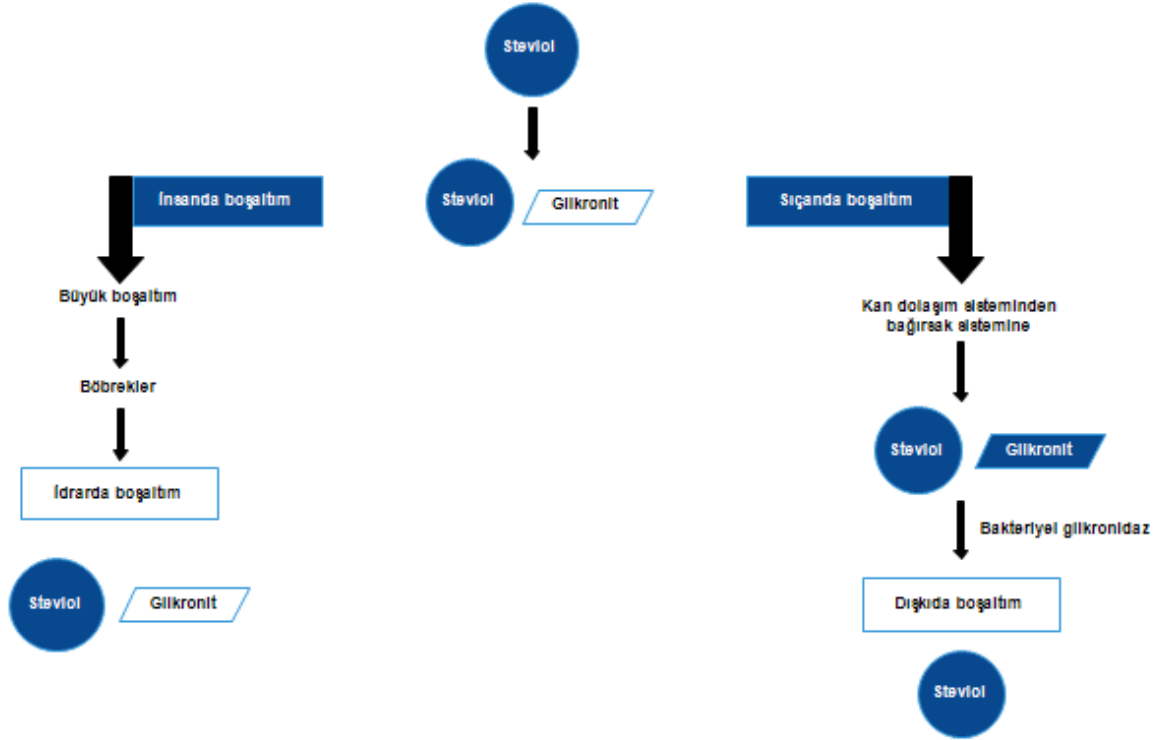


Şekil 2.12. İnsan ve sıçanlarda Rebaudioside A'nın kalınbağırsak metabolizması

EFSA (2010) ve JECFA (2010) 'ın Steviol Glikozitlerin gıda ürünlerinde kullanılması hakkında görüşlerini açıklamasından bu yana duyuşal özelliklerine bağlı olarak Reb M, Reb D ve Reb B dahil olmak üzere diğer bütün Rebaudioside'ların ticari kullanımı üzerinde birçok araştırma yapılmıştır (Chaturvedula, Upreti ve Prakash, 2011). Rebaudioside B, D ve M'nin güvenliğinin belirlenmesi, büyük ölçüde steviol ile tamamen metabolize olduğu bilinen Rebaudioside A ve Stevioside gibi, steviol ve diğer Steviol Glikozitler üzerinde mevcut olan toksikoloji ve klinik veri tabanına bağlıdır (Koyama ve diğerleri, 2003).

Yapılan diğer bazı çalışmalara göre; Stevia bitkisinin ve çeşitlerinin bünyesinde flavonoid gibi bazı bileşiklerin antioksidant, antimikrobiyel, antifungal, antikarsinojenik, antiinflamatori, anti bakteriyel ve antiradikal aktivitelerinin yer aldığı ortaya konulmuştur. İçerdikleri antioksidan maddeler; kozmetik sektöründe, diş macunlarında ve ilaç katkı maddesi

şeklinde de kullanılmaya başlanmıştır. Bakteriostatik özelliğe sahip olmasından ve fermente olmamasından dolayı içerisinde kullanılan gıdaların raf ömrünün uzamasına destek olmaktadır. Vücudun daha fazla kalsiyum emmesine olumlu etkileri olmaktadır. Şekersiz gıda tüketmek zorunda olan bireyler için şekerin kalorisinden ve zararlı etkilerinden uzak kalabileceği, önemli bitkisel ikamedir. Yapılan bazı araştırmacılarda antihipertansiyon, antihiperglisemik ve anti-human rotavirus hastalıkları iyileştirici özelliği olduğu ortaya konulmuştur (Erküşük, 2009).



Şekil 2.13. İnsanlar ve sıçanlarda Steviol'ün karaciğer metabolizması

2.3.4. Steviol Glikozitlerin Ekstraksiyonu ve Analiz Yöntemleri

2.3.4.1. Steviol Glikozitlerin Ekstraksiyonu

Stevia bitkisinden Steviol glikozitlerin ekstraksiyonu üzerine birçok çalışma yapılmış olup fakat buna rağmen ön-temizleme, ayırma, saflaştırma ve rafinasyon işlemleri gibi karmaşık birçok procesten oluşmaktadır. Sıcak su uygulaması klasik bir ekstraksiyon tekniğidir fakat yüksek sıcaklıkta uzun zaman gerektirir (Dacome, Da Silva, Da Costa, Fontana, Adelman ve Da Costa, 2005).

Stevia yapraklarının ekstraksiyonu, öğütülen yaprakların yağının alınmasından sonra organik çözücülerle ekstrakte edilmesiyle elde edilen ekstraksiyon ürünün filtreleneip, şurup kıvamına kadar konsantre edilmesi ve kristalizasyon uygulanması ile yapılmaktadır. Ekstraksiyon işleminin çözücülerle yapılmasının yanı sıra adsorpsiyon kromatografisi ve iyon değiştiricilerle de Steviol glikozitlerin ekstraksiyonu ve saflaştırılması yapılabilmektedir (Puri, Sharma ve Tiwari, 2011).

Günümüzde Stevia ekstraktı üretimi için birçok patentli yöntem mevcut olmakla birlikte üretim akış diyagramları temel olarak birbirlerine çok yakındır. Ticari olarak Stevia yapraklarından Stevioside ve Rebaudioside A ekstraksiyonunda; Stevia yapraklarının sıcak su ile ekstraksiyonuna dayalı yöntem kullanılmaktadır. Elde edilen sulu ekstrakt alkolle veya adsorbent ve/ya da iyon değiştirici reçineler ile izole edilmekte ve saflaştırılmaktadır. Böylelikle toplam Steviol Glikozitler (TSG) elde edilmektedir. Elde edilen Stevia ekstraktı ve TSG'lerden de saflaştırma, kristalizasyon ve sprey kurutucularla kurutma işlemleri ile Rebaudioside A ve Stevioside elde edilmektedir (Çetin ve diğerleri, 2019).

Steviol glikozitlerin ekstraksiyonu için kullanılan farklı ekstraksiyon teknikleri şunlardır (Puri ve diğerleri, 2011; Balkır, 2016)

- Super kritik akışkanlarla ekstraksiyon,
- Basınçlı akışkanlarla ekstraksiyon,
- Basınçlı sıcak su ile ekstraksiyon,
- Mikrodalga ile hızlandırılmış ekstraksiyon,
- Ultrasonik ekstraksiyon ve
- Enzimatik ekstraksiyon olarak sıralanabilir

Stevioside ekstraksiyonunda, *Stevia rebaudiana* yapraklarından öncelikle su ve alkol ile ekstraksiyon işlemi gerçekleştirildikten sonra flokleştirme, çöktüme ve kristalizasyon uygulanması gibi geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Zang ve diğerleri (2000), su ile Stevia yapraklarından Steviol Glikozitlerin ekstrakte edilip konsantre edilmesinde membran yöntemini kullanmışlardır. Bu amaçla, elde edilen ekstraktlardaki partikülleri uzaklaştırmak amacıyla 0.3-0.8 µm çapında gözenek aralığına sahip seramik membranları kullanmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre; Steviol Glikozitlerin konsantrasyonunda çok aşamalı membran sistemlerinin

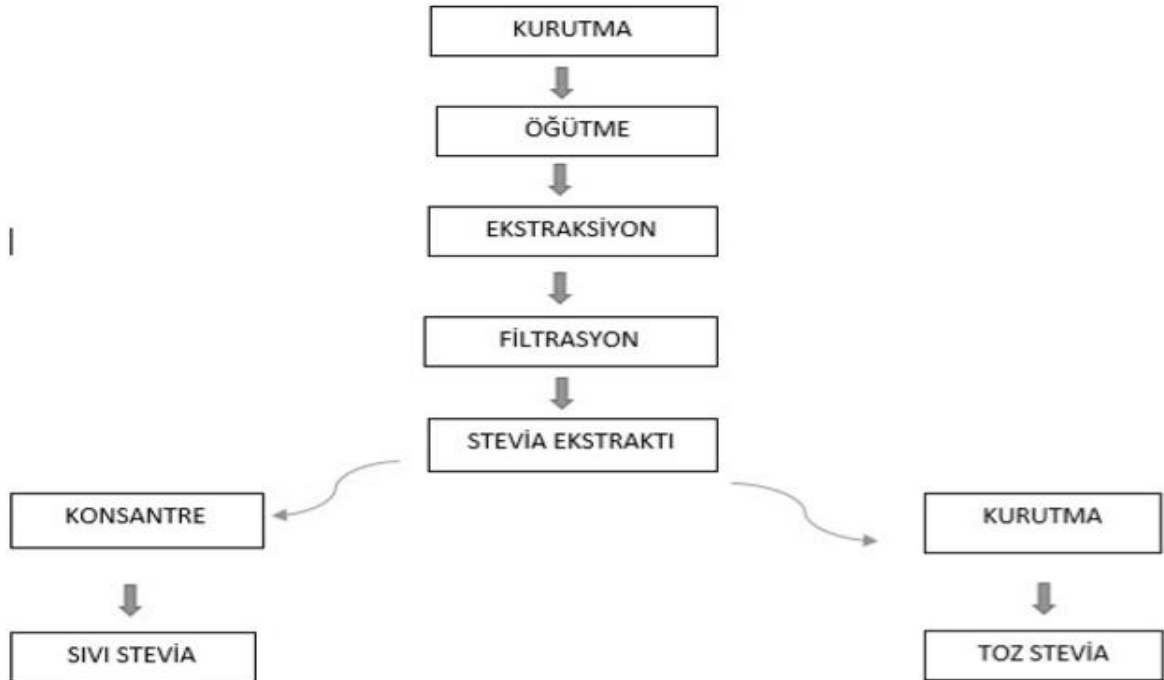
başarılı sonuçlar vereceği kanısına varmışlardır (Zhang, Kumar ve Kutowy, 2000). Erküçük (2009), Steviol Glikozitlerin elde edilmesinde süperkritik akışkan ekstraksiyon yöntemini kullanmışlardır. Bu yöntem ile elde edilen Steviol Glikozit miktarının neredeyse su ile elde edilen kadar olduğunu ve etanol ile ekstrakte edilen özüt miktarından ise fazla olduğu görülmüştür. Süper kritik sıvı ekstraksiyonun yatırım masrafının fazla olmasına rağmen elde edilen özütlerin içeriğinde aromayı bozan bileşiklerin az ve yüksek kalitede olması sebebiyle, çözgen ekstraksiyonuna göre önemli bir alternatif olacağını belirtmişlerdir (Erküçük, 2009). Öztürk ve ark., süperkritik su ekstraksiyonu çalışmaları için 125 °C sıcaklık, dakikada 4 mL akış hızı ve 45 dakika sürenin optimum koşullar olduğunu belirtmişlerdir. Stevioside ve Rebaudioside ekstraksiyon verimliliğini artırmak için çözgen ekstraksiyon yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada, Stevia bitkisi yapraklarından glikozitlerin eldesi amacıyla optimum çalışma koşulları belirlenmiştir. Bu çalışmada; süre, ekstraksiyon sıcaklığı ve döngü sayısının Stevioside ve Rebaudioside A verimliliğindeki etkisi araştırılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, 100 °C’de ve 4 dakika’lık işlem koşullarının en uygun yöntem olduğu ve ekstraksiyon veriminin %91.8 ±3.4 olduğu belirtilmiştir (Yıldız-Ozturk, Tag ve Yesil-Celiktas, 2014).

Puri ve diğerleri (2012), Stevia yaprağından Stevioside’in elde edilmesinde enzim destekli ekstraksiyon yöntemini kullanmışlar ve bu amaçla hemiselülaz ve pektinaz enzim preparatları kullanarak farklı sıcaklık, konsantrasyon ve sürede bu yöntemin etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmalar sonucu, enzim destekli ekstraksiyon yönteminin ekstraksiyon veriminin çözgen ekstraksiyon yöntemine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En uygun koşulların ise hemiselülaz enzimi kullanılarak 60 °C’de 1 saat süreyle gerçekleştirilen işlemin olduğu kanısına varmışlardır (Puri, Sharma, Barrow ve Tiwary, 2012).

Sheng ve diğerleri (2014), hidrofilik interaksiyon sıvı kromatografisi yönteminde sakkarit bazlı sabit bir faz kullanarak oligosakkaritler ve glikopeptitlerin ekstraksiyonu konusunda çalışmalar yapmışlardır. Stevia yaprağından Stevioside, Rebaudioside A ve Rebaudioside C’nin eldesi amacıyla silika jel üzerine yüksek molekül ağırlığındaki polisakkaritler immobilize edilmiştir (Sheng ve diğerleri, 2014).

Stevia bazlı tatlandırıcılar yaprakların kurutulup paketlenmesi, glikozitlerin ekstrakte edilip konsantere edilerek ya da kurutularak paketlenmesi olarak üç farklı şekilde üretilmektedir (İnanç ve Çınar, 2009). Teknolojinin gelişmesi ile gerçekleştirilen sistemlerde Stevia

ekstraktının üretimi için birçok farklı yöntem meydana geliştirilmiştir. Gelişen teknolojilerdeki bu farklılık filtrasyon ve saflaştırma süreçlerinden meydana gelmektedir. Yani genel bir ifade ile ekstraksiyon aşamaları; Stevia yapraklarının ön-kurutma işlemi, öğütme, ekstraksiyon, filtrasyon ya da saflaştırma birlikte renk maddelerinin eliminasyonu, sıvı veya toz ürün isteğine bağlı olarak konsantre etme veya kurutmadan meydana gelmektedir. Ön kurutma uygulamaları 50-85 °C arasında yapılmakta ve kurutulan bu yaprakların öğütülme işlemi yapılmaktadır. Ekstraksiyon işlemi için kazan ya da kolon tipi aletlerden yararlanılmaktadır. Çözücü olarak her iki metotta da alkol ya da su kullanılmaktadır. Filtrasyon sürecinde ise ultrafiltrasyon ve nanofiltrasyon tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu aşamada protein gibi yüksek molekül ağırlığını bünyesine bulunduran bileşikler ham Stevia ekstraktından ayrıştırılmaktadır. Ayrıca İyon-değiştirme reçineleri, elektrolitik teknikler veya çöktürme ajanları ile de saflaştırma işlemi de yapılabilmektedir. Bazı uygulamalarda ekstra renk ağartma işlemi gerçekleştirilmekte fakat bu işlem gerçekleştirilmesiz bile filtrasyon ve saflaştırma sürecinde renk maddeleri belirli oranlarda uzaklaştırılmaktadır. Bu süreçlerden sonra da istenen ürün şekline göre konsantre Stevia ya da toz Stevia elde edilmiş olmaktadır (Şekil 2.14) (Ghanta, Banerjee, Poddar ve Chattopadhyay, 2007).



Şekil 2.14. Stevia üretim akış şeması (Dinçel ve diğerleri, 2018)

Stevia bazlı tatlandırıcılar yaprakların kurutulup paketlenmesi, glikozitlerin ekstrakte edilip konsantere edilerek ya da kurutularak paketlenmesi olarak üç farklı şekilde üretilmektedir (İnanç ve Çınar, 2009). JECFA tarafından tatlandırıcı olarak kullanılacak Stevia ekstraktının yedi glikozitten bir ya da birkaçını en az %95 oranında içermesi gerekliliği Steviol Glikozitlerin ekstrakte edildikten sonra saflaştırılması gerekliliğini doğurmuştur. Stevia üretimi akış şeması genel hatları ile Şekil 5’de gösterilmiştir. Stevia’da steviol glikozitlerin üretiminde yapraklar önce kurutulmakta ve daha sonra ekstraksiyon verimini arttırabilmek için öğütülmektedir. Öğütme aşamasından sonra glikozitler su, sıcak su ya da alkol kullanılarak ekstrakte edilmektedir. Ekstraksiyon sıvısı katı kısımdan filtrasyon işlemi ile ayrıştırılabilmektedir. Ekstrakt içerisinde bulunan safsızlıklar karboksilik asit ve daha sonra kalsiyum içeren ajanla çöktürülerek uzaklaştırılmaktadır (Puri ve diğerleri, 2011). Steviol glikozitler, daha sonra sıvı ekstrakt içinden kristallizasyonla saflaştırılarak elde edilmektedir. Steviol glikozitlerin ekstraksiyonunda glikozit saflığının arttırılması için iyon değişim ve adsorpsiyon kromatografisi gibi teknikler de ekstraksiyon işlemine entegre edilebilmektedir (Çetin ve diğerleri, 2019; Puri ve diğerleri, 2011).

Steviol glikozitlerin ekstraksiyonunda lipit, yağ ve renk maddelerinin uzaklaştırılması için hekzan ve kloroform gibi polar olmayan çözücüler kullanılabilmekte, Steviol Glikozitlerin kristalizasyonun da derişik hale getirilmiş sıvı ekstraktın metanol ile karıştırılması ve glikozitlerin metanolde kristalize edilmesi gibi basamaklar uygulanabilmektedir. Steviol glikozitlerin ekstraksiyonu genellikle su ya da alkol ile yapılmaktadır. Ekstraksiyon veriminin arttırılması süper kritik akışkanlarla ekstraksiyon, basınçlandırılmış akışkanlarla ekstraksiyon, basınçlı sıcak su ile ekstraksiyon, mikrodalga ile hızlandırılmış ekstraksiyon, ultra ses ile ekstraksiyon ve enzimatik ekstraksiyon gibi farklı tekniklerde kullanılmaktadır (Çetin ve diğerleri, 2019; Puri ve diğerleri, 2012).

Ekstraksiyonda hangi çözen kullanılırsa kullanılsın Steviol Glikozitlerin bu çözenler içerisindeki çözünürlükleri glikozitlerin ekstraksiyon veriminde ve saflaştırılmasında önem taşır. Ayrıca kristalizasyon işlemleri ile glikozitlerin elde edilmesinde veya glikozitlerin saflaştırılmasında kristalizasyon işleminin parametrelerinin belirlenmesinde ve etkinliğinin artırılmasında çözünürlük verilerine ihtiyaç duyulur (Çetin ve diğerleri, 2019).

Tatlandırıcı olarak üretimi yapılan Stevia özlerinin üretimi, şeker pancarı veya şeker kamışından şeker üretilmesi ile benzerlik göstermektedir. Steviol glikozitlerin suda çözünebilir

özelliğe sahip olması, bitki bileşenlerinin ayrıştırılması ve saflaştırılmasına olanak tanımaktadır. Buna rağmen, Stevia bitkisinin sadece %6-20'lik kısmından Steviol Glikozit elde edilebilmektedir. Üretim süreci iki aşamadan meydana gelmektedir. Birinci aşamada bütün Steviol Glikozitlerin ayrıştırılması işlemini kapsamaktadır. İkinci aşamada ise sadece Rebaudioside A elde etmesi hedeflenmektedir. Endüstriyel ekstraksiyonun ilk aşamasında ise de, kuru Stevia yapraklarından Steviol Glikozitlerin uygun solventler desteği ile ayrıştırılmasından meydana gelmektedir. Bazı işletmeler ise bu işlemde sadece saf su ve su buharı kullanarak bu işlemi gerçekleştirebilmektedirler. Üretilen ürüne göre kullanılan solvent, sıcaklık-zaman gibi parametreler de değişiklikler göstermektedir. Bu işlemleri takiben meydana getirilen filtrasyon ve santrifüj uygulamaları da çözünmesi gerçekleşmeyen katı parçacıklar sistemden uzaklaştırmaktadır. Daha sonra da Kalsiyum Hidroksit bileşen oluşturucu olarak ortama eklenmektedir. Bunun sonucu ise daha önceden sistemde çözünmesi gerçekleşmiş olarak yer alan bazı moleküller yoğunlaşarak dibe çökmektedir. Bu çökeltiler ikinci bir filtrasyon işlemi ile ortamdan uzaklaştırılır. Steviol glikozitler, farklı ayırma teknikleri ile bitkinin çözünebilen diğer bileşenlerinden ayrıştırılarak saflaştırılmaktadır. İyon yüklü molekülleri ve pigmentleri ayırmak için iyon reçineleri kullanılır. Steviol glikozitler herhangi bir iyon yükü bulundurmadıkları için anyonik ve katyonik reçinelerden geçerler. Steviol glikozitler, takip eden süreçte güçlü polariteleri sebebi ile adsorpsiyon reçinelerinde tutulurlar. Ardından de su ve etanol ile yıkaması yapılır ve bu işlemlerinin sonunda, elde edilen bu çözeltiden ortalama %90-99 saflıkta Steviol Glikozit elde edilmiş olunur. En son süreçte ise, Steviol Glikozitler konsantre edilerek, spray-dryer'dan geçirilerek ince, beyaz toz haline dönüştürülür (Şekil 2.15; 2.16.). Üretimin ikinci süresinde ise diğer Steviol Glikozitlerden saf rebaudioside A elde etme hedeflenir. Rebaudioside A, belirli ortam koşullarında kristalleşir; bu sebeple de Rebaudioside A'yı saf olarak elde etmek mümkün olmaktadır. Ayrıştırma işlemi ayrı ayrı Steviol Glikozitin suda ve alkolde farklı çözünürlük özelliğine sahip olması kuralına göre gerçekleştirilir. Bu süreçlerin ardından Stevia özlerinin bileşen ve saflık analizleri gerçekleştirilir. Son olarak ise, elde edilen ürünler dağıtımları yapılana kadar uygun ortam koşullarında depolanarak saklanır. Belirleyici parametreler Endüstriyel kullanımda elde edilecek verim, kullanılan yaprakların kalitesine, bunlara bağlı olarak da yaprakların Steviol Glikozit ve Rebaudioside A içeriği ile bağdaştırılır. Üretim sürecinde uygun üretim tekniğinin uygulanmış olması da yaprakların kalitesi kadar önem arz etmektedir. Bu sebepten dolayı ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri için özel fiziki yöntemler kullanan işletmeler piyasada yer almaktadır. Stevia ekstraktlarında kimyasal değişim ve reaksiyonlara sebep olacak işlemler söz

konusu değildir. Elde edilen son üründe eser miktarda bitki kalıntısı (<%5) olarak bulunması muhtemel bir durumdur (Dinçel ve diğerleri, 2018).



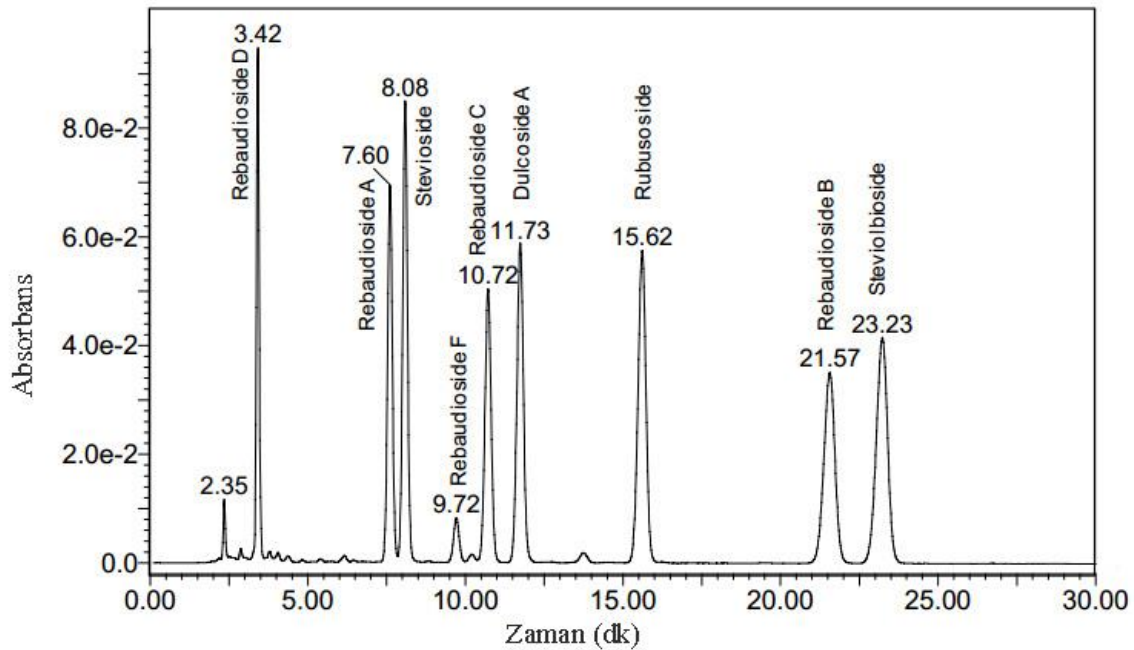
Şekil 2.15. Toplam Steviol Glikozitlerin (TSG) Üretim Akış Şeması (Kola, 2019)



Şekil 2.16. Rebaudioside A (Reb A) Üretim Akış Şeması (Kola, 2019)

2.3.4.2. Steviol Glikozitlerin Analizi

Stevia rebaudiana'daki Steviol Glikozitlerin dağılımını belirlemek için çok çeşitli analitik teknikler kullanılmıştır. Bunlar ince tabaka kromatografisi (TLC) (Tanaka, 1982), ters damlalı akım kromatografisi (DCCC) (Soejarto ve diğerleri, 1982), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ve kılcal elektroforezdir (CE). Steviol glikozitlerin dağılımını belirlemek için kullanılan en yaygın yöntem yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) olarak bilinir (Şekil 2.17). Bu yöntem kolon kromatografisinin geliştirilmiş şeklidir. Bu yöntemde, içerisinde adsorban maddenin bulunduğu kolona taşıyıcı bir sıvı pompalanarak akış hızı artırılır, tam ve hızlı bir şekilde karışımı oluşturan bileşiklerin ayrılması sağlanmaktadır. Uygun bir dedektör ile ayrılan bileşikler belirlenerek kaydedilmektedir. Büyük molekülü bileşiklerin ayrılmasında kullanılabilen ve ısıya karşı duyarlı olan bu sistemin klasik kolon kromatografisine göre avantajları, analiz süresinin kısa olması, numune hazırlama işlemleri ve 1 ppb (milyarda bir)'den küçük konsantrasyondaki maddelerin bile hassas ve tekrar edilebilir olarak tayin edilebilmesidir (Balkır, 2016).



Şekil 2.17. Dokuz (9) Steviol glikozitin HPLC kromatogramı (JECFA, 2010)

Kılcal elektroforez, elektriksel bir alandaki yüklü moleküllerin hareketlerinin gözlemlendiği tekniktir. Çözünmüş haldeki moleküllerin elektrik yüklerinin kitlelerine oranıyla belirlenen hızlarda elektriksel alanda göç etmeleri prensibine dayanır (Karaka ve Certel, 2006). İnce tabaka kromatografisi, bir katı-sıvı adsorpsiyon kromatografisine verilen addır. Bu metotta,

çeşitli boyutlarda olan cam plakalar üzerine ince bir tabaka halinde sıvanmış katı adsorban madde sabit fazdır. Adsorban madde seçimi için kolon kromatografisinde kullanılabilen tüm katılar (alümina, siliko jel, sellüloz vb.) kullanıma uygundur. Sabit faz üzerinde, hareketli fazın ilerleyişi, aşağıdan yukarıya yönündedir. Çözücü kılcallık etkisiyle içine daldırılan ince tabaka plakası üstünde yürür. Bu işlem esnasında, bir damlalık yardımıyla plakanın alt kesimlerine damlatılan karışımı farklı hızlarla yukarıya sürükler. Bu şekilde ayırım gerçekleştirilir. Yürüme hızı ise maddenin, katı fazın ve çözücünün polaritesine bağlıdır (Jaworska, K., Konetzki, J., Becker, E., Kirchhoff, E., 2011).

Steviol glikozitlerin belirlenmesi Stevia karakterizasyonu için önemlidir, çünkü her bir glikozitin tadı farklıdır (Pól, Hohnová ve Hyötyläinen, 2007). Örneğin, Stevioside sakarozdan 110-270 kat daha tatlıyken, Rebaudioside A 150-320 kat, Rebaudioside C 40-60 kat, Dulcoside A 30 kat daha tatlıdır (Goyal, Samsher ve Goyal, 2010).

2.3.5. Steviol Glikozitlerle İlgili Yasal Düzenlemeler

1970'li ve 1980'li yıllarda, Kuzey Amerika ve Avrupa'da, Stevia bitkisel ürün olarak kullanılmaya ve piyasaya sürülmeye başlamıştır, 1994 yılında, Stevia ekstraktının ABD'de bir diyet geliştirme olarak kullanılmasına izin verilmiştir (Perrier, Mihalov ve Carlson, 2018). Fakat geçmişte diyet programlarında kullanımına izin verilmesine rağmen 1995 yılında Amerika'da endüstriyel ve gıda alanında kullanımı yasaklanmıştır (Hattori, 1997). Avrupa'da ise uygun raporların veya dokümantasyonun eksikliği nedeniyle marketlerde veya başka bir alanda kullanımına izin verilmemiştir. 11 Kasım 2011 yılında ise Avrupa Birliği Komisyonu Steviol Glikozitleri gıda sektöründe katkı maddesi olarak kabul etmiştir. Alınan bu karar 2011 yılında EFSA'nın (Avrupa Birliği Gıda Otoritesi) Stevia kullanımının güvenliği olduğuna dair yaptığı değerlendirmelere dayanmaktadır. Steviol glikozitlerin kullanımı ise şekerleme, konserve, alkolsüz içecekler gibi belirli alanlarda Avrupa Birliği Komisyonu tarafından onaylanmıştır (Sezgin ve Koç, 2016). Gıda Katkı Maddeleri Ortak Uzman Komitesi (JECFA) Steviol Glikozitlerini sırasıyla 1998, 2004, 2007 ve 2008 yıllarında 51, 58, 63 ve 68 inci toplantılarda incelemiştir. 68. Toplantıda JECFA mevcut Steviol Glikozitlerine 3 tane daha (rubusoside, steviolbioside ve Rebaudioside B) eklemiştir ve %70 Stevioside/ Rebaudioside A şartını kaldırmıştır (FAO/WHO, 2007). Kabul edilebilir günlük tüketim miktarı 69. toplantıda 0-4 mg/ kg vücut ağırlığı olarak belirlenmiştir (JECFA, 2009). Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside B, Rebaudioside C, Rebaudioside D, Rebaudioside F, dulkosid A, rubusosid ve steviolbiosid gibi bileşenler de dahil olmak üzere % 95'ten az olmayan Steviol Glikozitler içeren

Steviol glikozit terkipleri Avrupa'da ve başka yerlerde gıdada tatlandırıcı olarak kullanım için onaylanmış ve saflık kriterleri kabul edilmiştir (EFSA, 2010; JECFA, 2010). Mevcut verilerin gözden geçirilmesine dayanarak, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ve FAO / WHO Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi, Steviol Glikozitler için kabul edilebilir günlük alımı (ADI) günde 4 mg / kg vücut ağırlığı olarak belirlemiştir (EFSA, 2015). Amerika Birleşik Devletleri'nde, Rebaudioside A ve JECFA şartnamesini karşılayan birkaç Steviol Glikozitler karışımı, çeşitli gıda uygulamaları için genel olarak güvenli (GRAS) kabul edilmiştir. Avrupa Komisyonu, 1131/2011 No'lu Komisyon Tüzüğü uyarınca steviol glikozitlerin tatlandırıcı olarak kullanılmasına izin vermiştir. Steviol glikozitlerin tatlandırıcı muadili olarak kullanımına Avustralya ve Yeni Zelanda'da ise 2008 yılında izin verilmiştir (Sezgin ve Koç, 2016). AB ülkeleri ise kullanım olarak mevzuat kapsamına Avrupa Birliği onayı ile 2009 yılında girmiştir (Sezgin ve Koç, 2016).

2.4. Stevia'nın Sağlık Açısından Değerlendirilmesi ve Yapılan Çalışmalar

Dünyada 230 çeşit Stevia türü yer almaktadır. Ancak bu türlerden sadece *Stevia rebaudiana* Bertoni önemli derecede tatlılık özelliğine sahiptir. Stevia yapraklarından birçok doğal ürün izole edilmiştir ve bunlardan en çok bilinen Steviol Glikozitler; Stevioside ve Rebaudioside A olduğu belirtilmiştir (Montoro, Molfetta, Maldini, Ceccarini, Piancente, Pizza ve Macchia, 2013; Wölwer-Rieck, 2012). Günümüzde tüm Dünya'da, Steviol Glikozitler gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, yapılan çalışmalarda, Stevioside ve diğer Steviol Glikozitlerin anti-hiperglisemik, anti-inflamatuar, anti-tümör, anti-diare, diüretik ve immünomodülatör gibi sağlığa faydalı etkilerinin olduğu saptanmıştır (Chatsudthipong ve Muanprasat, 2009; Gregersen ve diğerleri, 2004; Ruiz-Ruiz, Moguel-Ordoñez, Matus-Basto ve Segura-Campos, 2015).

Stevialı tatlandırıcılar; sakkarozaya göre 250-300 kat daha fazla tatlı olması, ısı ve pH stabilitesinin yüksek olması, pişirme ve fırın stabilitesinin olması, alkol içerisinde çözünmesi, ağız içerisinde metalimsi tat bırakmaması gibi özelliklerinin yanısıra en büyük özelliği ise doğal olarak üretiminin gerçekleştirilebilmesidir. Günümüzde bütün sıcak ve soğuk içeceklerde, reçel, komposto, muhallebi gibi kaynatılarak pişirimi yapılan yiyeceklerde, pasta, kek, kurabiye gibi fırında yüksek ısıda yapılan bütün unlu gıdaların içerisinde (İnanç ve Çınar, 2009), deniz mahsullerinde, şekerleme endüstrisinde, bazı sebzelerde, çay şekeri yerine (Nunes ve diğerleri, 2007) ve suşi, soya sosu, yoğurt gibi birçok gıda maddesinin üretiminde kullanılmaktadır. ABD'de resmi bir kuruluş olarak bulunan Gıda ve İlaç Organizasyonu (FDA) 23/02/2008

tarikhinde Stevia ile ilgili bir uyarı raporu yayınlamıştır. Stevia ile ilgili olarak literatürde yer alan daha önceki bilgilerin yeniden düzenleyen bu rapora göre Stevianın kabul edilebilir bir gıda katkı maddesi olmadığı ve ABD içerisinde “GRAS (güvenli)” olarak kabul edilmediği anlatılmış, gerekçe olarak ise de bir gıda katkı maddesi olarak veya GRAS statüsünde olması için Stevia’da yeterli toksikolojik bilginin bulunmadığı belirtilmiştir. Ancak bir gıda maddesinin bileşimlerinden biri olmasının herhangi bir zararı olmayacağı da rapor bildirilmiştir (FDA). Stevia ekstraktlarının insan sağlığına olumlu etkisi olduğu öngörülmektedir (Tadhani ve diğerleri, 2007). Bazı bilim adamlarına göre antihipertansiyon, antihiperglisemik ve anti-human rotavirus hastalıklarına iyileştirici özelliği sağladığı ortaya konulmuştur (Ritu ve Nandini, 2016) ve aynı zamanda Stevia yapraklarının ve Steviadan sağlanan bir ürünün kuvvetli bir antioksidant özelliğe sahip olduğu ortaya konulmuştur (Tadhani ve diğerleri, 2007).

Stevioside’nin toksikolojisi üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda Stevioside’nin mutajenik olmadığı belirlenerek, kanserojenik olabileceği ihtimali ile karşı karşıya gelinmiştir (Panpatil ve Polasa, 2014; Toskulka ve Chaturat, 1997). Ancak yapılan başka çalışmalar da ise günde 250 mg/kg vücut ağırlığı olan dozlarda steviol ile beslenen hamster’larda kandaki maksimum steviol konsantrasyonunun toksik olma durumunun olmadığı sonucuna varılmıştır (Ceunen ve Geuns, 2013).

Steviol glikozitler yüksek tatlılık özelliklerinin yanında toksik ve mutajenik olmayan bileşiklerdir (Çetin ve diğerleri, 2019). Özellikle Stevioside, Rebaudioside A, steviol ve isosteviol, kandaki yüksek şekeri, yüksek tansiyonu düşürmeye, enflamasyonu, tümör oluşumunu, diyareyi önlemeye, bağışıklığı düzenlemeye yardımcı olmaktadır (Çetin ve diğerleri, 2019; Chatsudhipong ve Muanprasat, 2009). Stevioside’nin insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri ile ilgili çalışmalar 2013 yılında De ve arkadaşları tarafından derlenmiştir (Tablo 2.4). Tablo 2.4 den de görüldüğü üzere Stevioside Tip 1 ve Tip 2 diyabet hastalarında ve sağlıklı kişilerde sakkaroz yerine doğal tatlandırıcı olarak kullanılmasının yanında, kanseri önlemeye, tümör oluşumunu baskılamaya, mikrobiyel gelişimi durdurmaya yardımcı olup ayrıca antioksidan özellikler de göstermektedir. Sağlık açısından fayda gösteren glikozitler sadece Stevioside ile sınırlı değildir, Rebaudioside A, Rebudioside C, Dulcoside A glikozitleri hem organoleptik hem de antienflamatuar özellikler göstermektedir (Çetin ve diğerleri, 2019; Koyama ve diğerleri, 2003).

Tablo 2.4 Steviol Glikozit Tüketiminin Farklı Fizyolojik Etkileri (Çetin ve diğerleri, 2019)

Steviol Glikozitlerin Sağlık Üzerine Etkileri
Tip 1 ve Tip 2 Diyabette kan glikoz seviyesini düşürmeye yardımcı olur
Anti-karsinojenik etki (Kanserin tedavisinde kullanılabilir) gösterebilmektedir
Doğal antioksidan
Glikoz metabolizmasını iyileştirmeye yardımcı olur
Anti-diyare terapötik etki gösterebilmektedir
Gastrointestinal sistemde ülser oluşumunu önlemeye yardımcı olur
Kandaki şeker, radyonüklit, kolesterol tri-gliserit, düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolü düşürmeye yardımcı olur
Hücre yenilenmesini ve kanın pıhtılaşmasını iyileştirmeye, neoplastik gelişimi baskılamaya, damarları güçlendirmeye yardımcı olur
Enflamasyonu önlemeye yardımcı olur
Düşük nabızı ve düşük tansiyonu önlemeye yardımcı olur
Anti-mikrobiyal aktivite göstermektedir
Çürük önlemeye yardımcı olur
Diş eti iltihabını önlemeye yardımcı olur
Obezitenin önlenmesinde sakkaroz yerine kullanılabilir ve yüksek tansiyonun önlenmesinde yardımcı olur
İnsan rota virüsüne karşı etkili olabilmektedir
Diüretik etki gösterebilmektedir
Damar genişletici özellik gösterebilmektedir

3. MATERİYAL VE METOT

3.1. Materyal

Denemelerde kullanılmak üzere *Stevia rebaudiana* Bertoni'ye ait üç (sırasıyla BRT1, BRT2 ve BRT3 olarak kodlanmıştır) ve *Stevia morita* II'ye ait bir (MRTII olarak kodlanmıştır) *Stevia* çeşidi temin edilmiştir. BRT1 *Stevia* çeşidi Antalya'da Grow Fide A.Ş.'den, BRT2 *Stevia* çeşidi Samsun/Bafra'da üretici Yusuf DEMİR ve Cihan DEMİR'den ve BRT3 *Stevia* çeşidi ise Burhaniye/Balıkesir'de üretici Selahattin GÜVENÇ'den alınmıştır. MRTII *Stevia* çeşidi ise Çin'den getirilen tohumların üretici Selahattin GÜVENÇ tarafından çimlendirilip fide üretimiyle elde edilmiştir.

En uygun olan *Stevia* çeşidinin belirlenmesi ve en uygun bölge/bölgelerin tespiti amacıyla alınan fidelerin daha sonra Akdeniz Bölgesi (Adana), Karadeniz Bölgesi (Samsun) ve Marmara Bölgesi (Balıkesir)'de olmak üzere 3 farklı bölgede ekimi yapılmıştır.

Steviol glikozit içeriğinin belirlenmesinde kullanılan standart maddeler; Rebaudioside A (01432) Sigma-Aldrich'den, Rebaudioside B (49747), Rebaudioside C (30987), Rebaudioside D (19189), Stevioside (50956), Steviol (19345), Steviolbioside (59754), Dulcoside A (90378) ve Rubusoside (62933) Supelco'dan, Rebaudioside E (CDX-00018235) ve Rebaudioside F (CDX-00018305) ise LGC firmalarından temin edilmiştir.

Steviol glikozit içeriğinin belirlenmesinde Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) olarak, Agilent marka 1260 model DAD-RID-FLD dedektörü bulunan HPLC cihazı kullanılmıştır.

3.2. Metot

Ülkemizde Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi'nde olmak üzere 3 farklı bölgede ekimi yapılan *Stevia rebaudiana* Bertoni'ye ait 3 çeşit (BRT1, BRT2, BRT3) ve *Stevia morita* II'ye ait 1 çeşit (MRTII) olmak üzere toplam 4 farklı *Stevia* çeşidinden en uygun olan *Stevia* çeşidinin belirlenmesi ve en uygun bölge/bölgelerin tespiti amacıyla yapılan araştırmalarda *Stevia*'nın yetiştirilmesi süresince 15'er gün aralıklarla/bitkilerinin hasadını takiben hemen aşağıdaki ölçümler ve analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.1 Stevia Çeşitlerinin Yetiştirilmesi ve Hasadı

Stevia rebaudiana Bertoni'ye ait üç (BRT1, BRT2 ve BRT3) ve *Stevia morita* II'ye ait bir (MRTII) stevia çeşitlerine ait fideler Materyal kısmında belirtilen bölgelerde Mayıs ayı ortası ile Haziran ayı başı arasında ekimleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).

Yetiştirilen Stevia'larda onbeş (15) gün aralıklarla Steviol Glikozit içerikleri takip edilmiş ve Toplam Steviol Glikozit (TSG) içeriğindeki yükseliş takip edilerek TSG içeriğinin azalmaya başladığı (I. Hasat) ya da çiçeklenme öncesi (II. Hasat) hasat işlemi gerçekleştirilmiştir.

Hasat işlemi, Stevia çeşitlerine ait bitkilerin dallarının toprak yüzeyinden 10 cm üzerinden budama makası yardımıyla kesilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Kesilen dallar daha sonra temiz bir yüzey üzerine serilerek belli bir süre yaprakların solması sağlanmıştır. Takiben Stevia yaprakları elle dallar üzerinde sıyrılmış ve naylon üzerinde sera içerisinde ya da bu amaçla hazırlanmış tezgahlar üzerinde yaprakların kuruması sağlanmıştır.

Yapılacak çalışmalar ve analizler için alınan kuru yaprak numuneleri 35x43 cm ebadındaki ağzı kilitli poşetler içerisine koyulmuştur. İç içe iki poşet içerisine geçirilerek nem ve toz vb. yabancı maddelerin bulaşması engellenmiştir. Alınan örnekler analiz edilinceye kadar oda koşullarında (~25 °C) serin ve ışık almayan bir ortamda muhafaza edilmiştir.

Stevia bitkilerinin yetiştirilmesi sırasında 0. (sıfırıncı) günden başlamak üzere her 15 (on beş) günde bir olmak üzere 10 (on) farklı dönemde aşağıdaki ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bazı çeşitlerde hasat işlemi gerçekleştirilse de bir kısım bitki hasat edilmeyerek bu on (10) ölçüm dönemi boyunca ölçüm işlemleri tamamlanmıştır. :

- Bitki boyu (cm)
- Yaprak Eni (cm)
- Yaprak Uzunluğu (cm)
- Yaprak Eni/Yaprak Uzunluğu (En/Boy Oranı)
- Kuru Yaprak Verimi (kg/da)

Steviol Glikozit İçeriği'ni belirlemeye yönelik analizler ise hasat işlemi ile tamamlanmıştır.



Şekil 3.1. Stevia Bitkisinin Yetiştirme ve Kurutma Aşamaları (Bafra/Samsun-Cihan ve Yusuf DEMİR)

3.2.2. Stevia Çeşitlerine Ait Yapraklarda Gerçekleştirilen Ölçümler ve Analizler

Stevia çeşitlerine ait yapraklarda aşağıdaki gerçekleştirilen ölçümler ve analizler gerçekleştirilmiş ve kısaca açıklanmıştır.

3.2.2.1. Bitki boyu (cm)

Stevia çeşitlerine ait bitkilerin boylarının ölçülmesinde, ekimi yapılan alanda aynı çeşide ait fidelerden ya da bitkilerden rastgele seçilen 20 (yirmi) adedinde Stevia bitkilerinin boyları metre yardımıyla ölçülmüş ve ortalama bitki boyu cm olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.2. Yaprak Eni (cm)

Stevia çeşitlerine ait bitkilerin yaprak enlerinin ölçülmesinde, ekimi yapılan alanda aynı çeşide ait fidelerden ya da bitkilerden rastgele seçilen 20 (yirmi) adedinde dallardan ayrılan bir kısım yaprağın enleri cetvel kullanılarak ölçülmüş ve ortalama yaprak eni cm olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.3. Yaprak Uzunluğu (cm)

Stevia çeşitlerine ait bitkilerin yaprak uzunluklarının (boyunun) ölçülmesinde, ekimi yapılan alanda aynı çeşide ait fidelerden ya da bitkilerden rastgele seçilen 20 (yirmi) adedinde dallardan ayrılan bir kısım yaprağın boyları cetvel kullanılarak ölçülmüş ve ortalama yaprak boyu cm olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.4. Yaprak Eni/Yaprak Uzunluğu (En/Boy Oranı)

Stevia çeşitlerine ait bitkilerin En/Boy Oranı, yaprak enlerinin yaprak boyuna bölünmesi ile belirlenmiş ve oransal olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.5. Kuru Yaprak Verimi (kg/da)

Birim alandan elde edilen (da) kuru yaprak verimi; hasadı gerçekleştirilen *Stevia rebaudiana* Bertoni (BRT1, BRT2 ve BRT3) ve *Stevia morita* II (MRTII) Stevia çeşitlerine ait yaprakların kurutulması ile elde edilen kuru yaprak miktarının tartılması ile belirlenmiş ve kg/da olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.6. Steviol Glikozit İçeriği

Stevia yapraklarının Steviol Glikozit İçeriği ve Dağılımı FAO JECFA tarafından yayınlanan ve JECFA'nın 73. toplantısında kabul edilen Steviol Glikozit Analizi (JECFA, 2010)'ne göre aşağıdaki koşullarda gerçekleştirilmiştir.

Steviol glikozitlere ait standart maddeler (Rebaudioside A, Rebaudioside B, Rebaudioside C, Rebaudioside D, Rebaudioside E, Rebaudioside F, Stevioside, Steviol, Steviolbioside, Dulcoside A ve Rubusoside) 7:3 Su:Asetonitril ile seyreltilerek hazırlanmış ve alıkonma süreleri bu standart maddeler kullanılarak belirlenmiştir.

Steviol glikozitlerin miktarlarının belirlenmesi amacıyla Stevioside ve Rebaudioside A'ya ait standart çözeltilerin analizi sonucu belirlenen alanların yardımıyla diğer glikozitlerin miktarları hesaplanmıştır. Standart zeltilerin hazırlanmasında; 50'şer mg Stevioside ve Rebaudioside A tartılmış ve 7:3 Su:Asetonitril zeltisi kullanılarak 50 mL'lik bir ölçü silindirinde zlmştir.

Stevia örneklerine ait numunelerin ekstraksiyon işlemi de benzer şekilde gerçekleştirilmiş ve standart madde yerine 50 mL'lik bir beher içerisine 50 mg öğütülmüş kuru Stevia yaprağı tartılmış ve 7:3 Su:Asetonitril zeltisi kullanılarak 50 mL'ye seyreltilmiştir. Takiben manyetik karıştırıcı üzerinde 10 dakika karıştırıldıktan sonra 6000 g kuvvetinde 10 dk süreyle santrifüjlenmiştir. Berrak kısımdan alınarak 0.45 naylon filtreden geirilmış ve 2 mL'lik viallere aktarılmıştır. Daha sonra gerek standart maddeler ve satandard çözeltiler gerekse Stevia çeşitlerine ait numuneler aşağıdaki koşullar altında HPLC'de analiz edilmiştir:

Enjeksiyon hacmi	: 5 μ L
Kolon	: Capcell pak C18 MG II (Shiseido Ltd.şti) (uzunluk: 250 mm; iç çap: 4.6 mm, partikül büyüklüğü: 5 μ m)
Mobil faz	: 32:68'lik asetonitril ve 10 mmol/L sodyum fosfat tamponu karışımı (pH 2.6)
Akış hızı	: 1.0 mL/dk
Dedektör	: UV dedektör
Dalga boyu	: 210 nm
Kolon sıcaklığı	: 40 $^{\circ}$ C
Analiz Sresi	: 30 dakika

HPLC analizi sonucu standart maddelerin alıkonma süreleri belirlenmiş ve tanımlanmaları gerçekleştirilmiştir. Standart çözeltilerden de Stevioside ve Rebaudioside A'nın pik alanları ölçülmüştür. Daha sonra aşağıdaki formüller yardımıyla Steviol Glikozitlerin miktarları tayin edilmiştir (Şekil 3.2 ve 3.3).

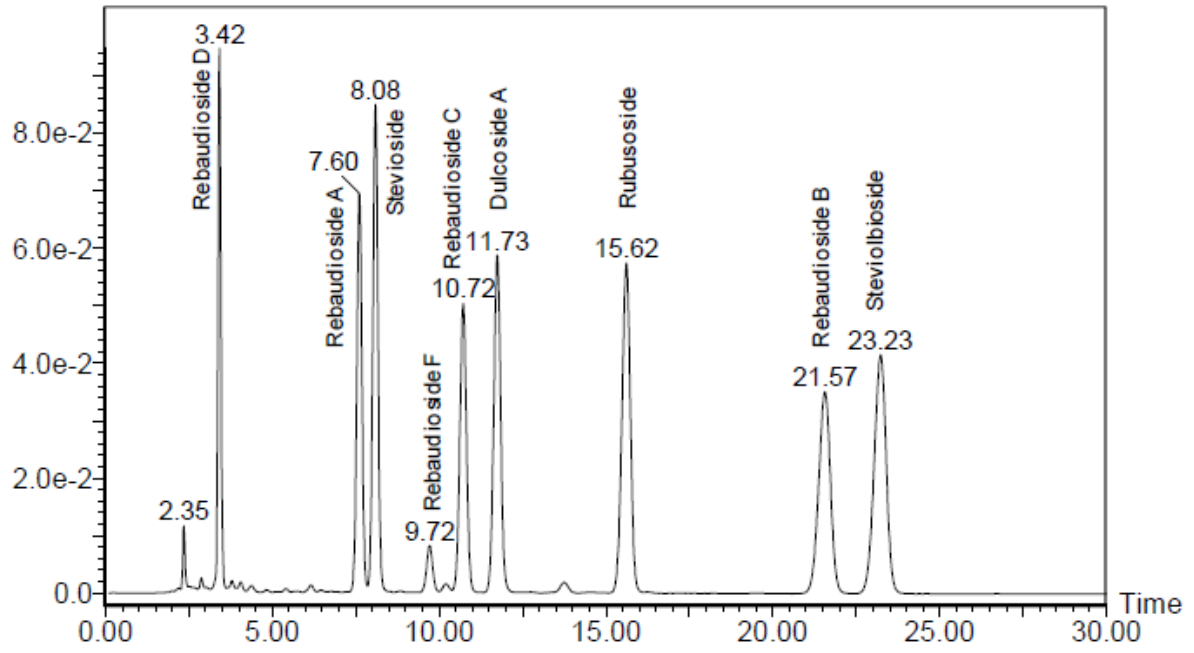
Rebaudioside A dışındaki diğer Steviol Glikozitlerin miktarı (%) aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

$$\% X = [W_S / W] \cdot [f_X A_X / A_S] \cdot 100$$

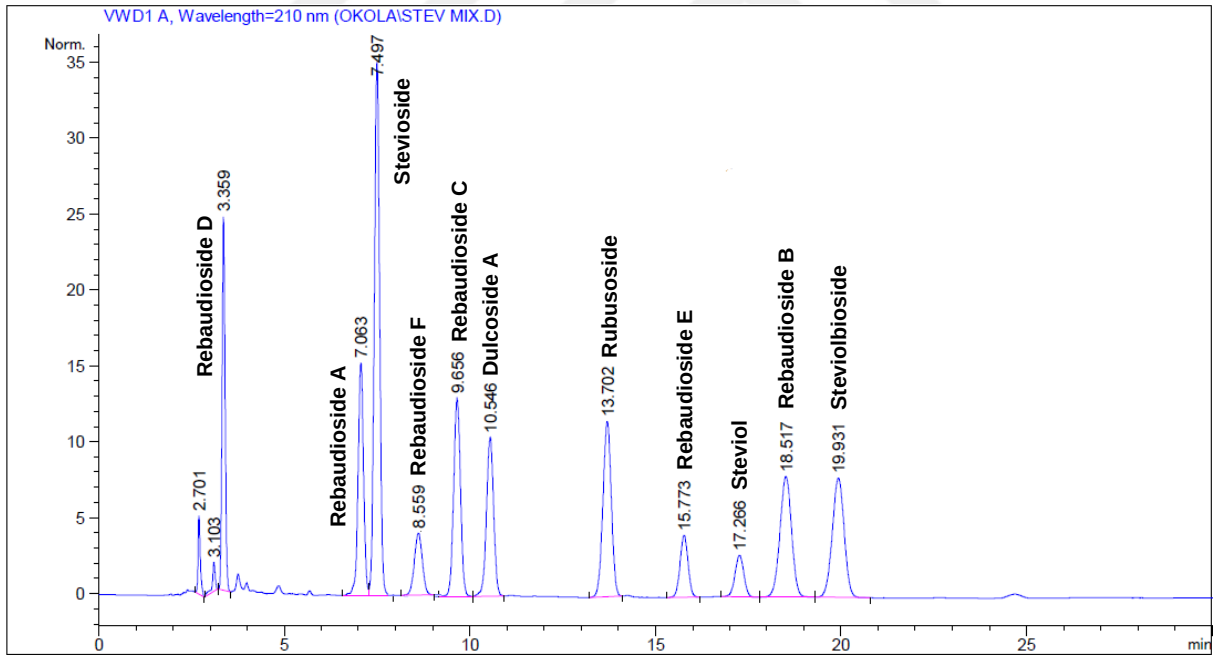
Numune içindeki Rebaudioside A'nın yüzdesi de aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Rebaudioside A} = [W_R / W] \cdot [A_X / A_R] \cdot 100$$

- X : Steviol Glikozit
- W_S : Standart çözeltideki Stevioside miktarı (mg) (m/m)
- W_R : Standart çözeltideki Rebaudioside A miktarı (mg) (m/m)
- W : Çözeltideki Stevia yaprağı miktarı (mg) (m/m)
- A_S : Standart çözeltideki Stevioside'nin pik alanı
- A_R : Standart çözeltideki Rebaudioside A'nın pik alanı
- A_X : Çözeltideki Steviol glikozitin pik alanı
- f_X : Stevioside'nin molekül ağırlığının diğer Steviol glikozitlerin molekül ağırlığına oranı



Şekil 3.2. Steviol Glikozitlere ait HPLC Kromatogramı ve Alıkonma Süreleri (JECFA, 2010)



Şekil 3.3. Yapılan Çalışmalarda Kullanılan Steviol Glikozitlere ait HPLC Kromatogramı ve Alıkonma Süreleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Ülkemizde Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi'nde olmak üzere 3 farklı alanda ekimi yapılan *Stevia rebaudiana* Bertoni'ye ait 3 çeşit (BRT1, BRT2, BRT3) ve *Stevia morita* II'ye ait 1 çeşit (MRTII) olmak üzere toplam 4 farklı *Stevia* çeşidinden en uygun olan *Stevia* çeşidinin belirlenmesi ve en uygun bölge/bölgelerin tespiti amacıyla yapılan çalışmada elde edilen bulgular bu kısımda incelenmiştir.

Bu amaçla; *Stevia* bitkilerinin boyları (cm), *Stevia* yapraklarının en-boy uzunlukları (cm) ve *Stevia* yapraklarının en/boy oranları, hasat dönemleri, yaş ve kuru yaprak verimi, toplam Steviol Glikozit (TSG) miktarı, Steviol Glikozit içeriği ve oranları ve bunlar üzerinde ekolojik koşulların (sıcaklık, nisbi nem vb.) etkisi belirlenmiştir.

4.1. Farklı Bölgelerde Yetiştirilen *Stevia* Çeşitlerinin Bitki Boyu Gelişimi

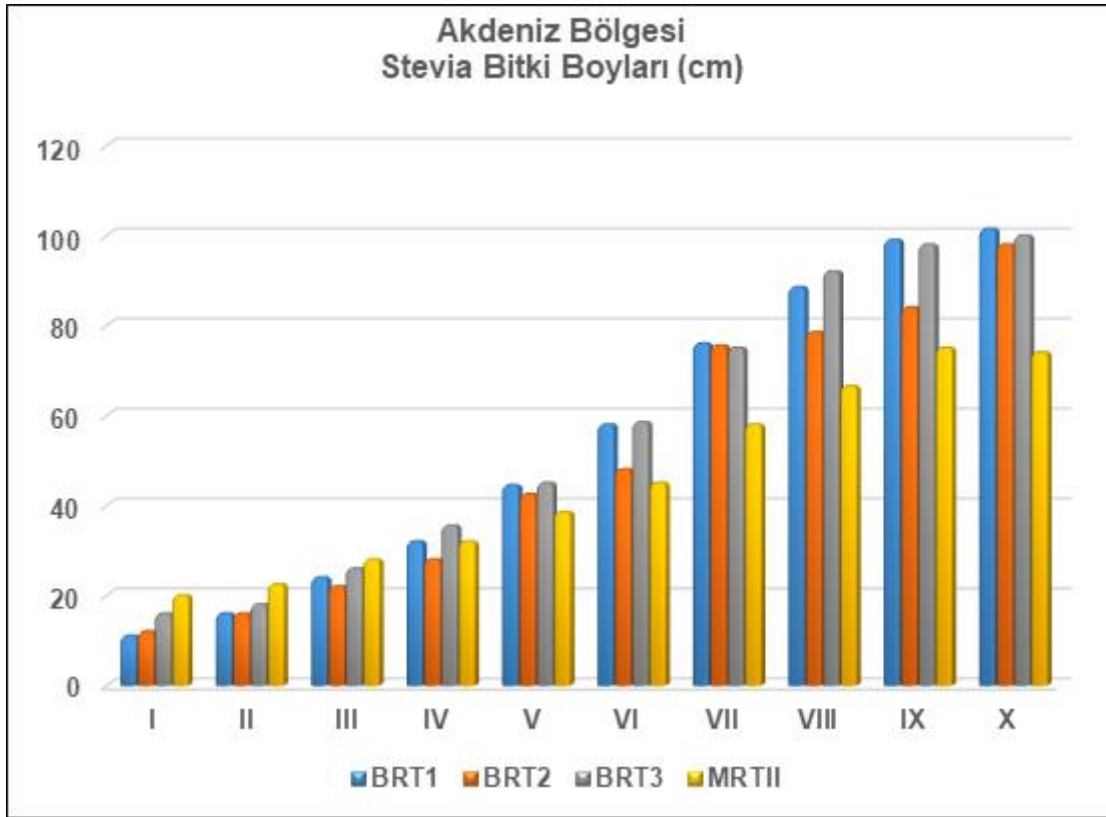
Stevia çeşitlerinin fide dikim işlemleri tamamlandıktan sonra büyüme ve gelişime evresi boyunca her 15 günde bir yapılan ölçümlerle elde edilen *Stevia* bitki boylarında meydana gelen değişimler Tablo 4.1. ile Şekil 4.1., 4.2. ve 4.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. ve Şekil 4.1.-4.3'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi; dikimi yapılan *Stevia* fidelerinin boylarının başlangıçta 9.00-22.00 cm arasında değiştiği görülmektedir. *Stevia*ların büyüme ve gelişme evresi sonunda bitki boylarının 74.00-101.50 cm'ye ulaştığı belirlenmiştir. Dikim işlemlerinin yapıldığı bölgeler içerisinde genel olarak BRT1 çeşidine ait *Stevia rebaudiana* Bertoni bitki boylarının (89.00-101.50 cm) en uzun boya sahip olduğu, büyük farklılıklar bulunmamakla birlikte bunu sırasıyla BRT3 (78.00-100.00 cm) ve BRT2 (92.00-98.50 cm) çeşitlerinin izlediği saptanmıştır. MRTII çeşidine ait bitki boyarının ise diğer *Stevia* çeşitlere göre çok daha kısa (74.00-75.00 cm) olduğu tespit edilmiştir.

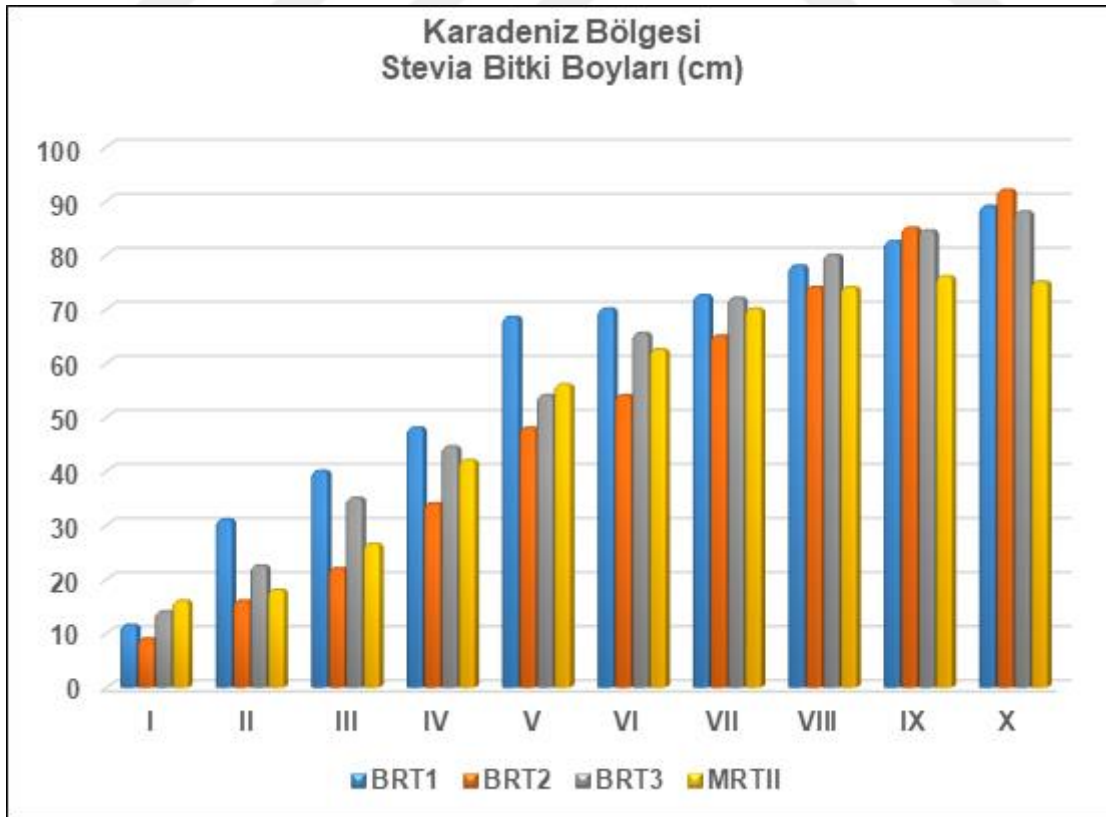
Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi'nde olmak üzere 3 farklı alanda ekimi yapılan *Stevia* çeşitleri birarada değerlendirildiğinde; bitki boyları açısından en uzun bitki boylarının Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen *Stevia* çeşitleri açısından en uzun bitki boyunun da yine Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen BRT1 çeşidi *Stevia* bitkilerine (101.50 cm) ait olduğu görülmektedir (Tablo 4.1. ve Şekil 4.1. 4.3).

Tablo 4.1. Büyüme ve Gelişime Süresince Stevia Çeşitlerinin Bitki Boyundaki Değişimler

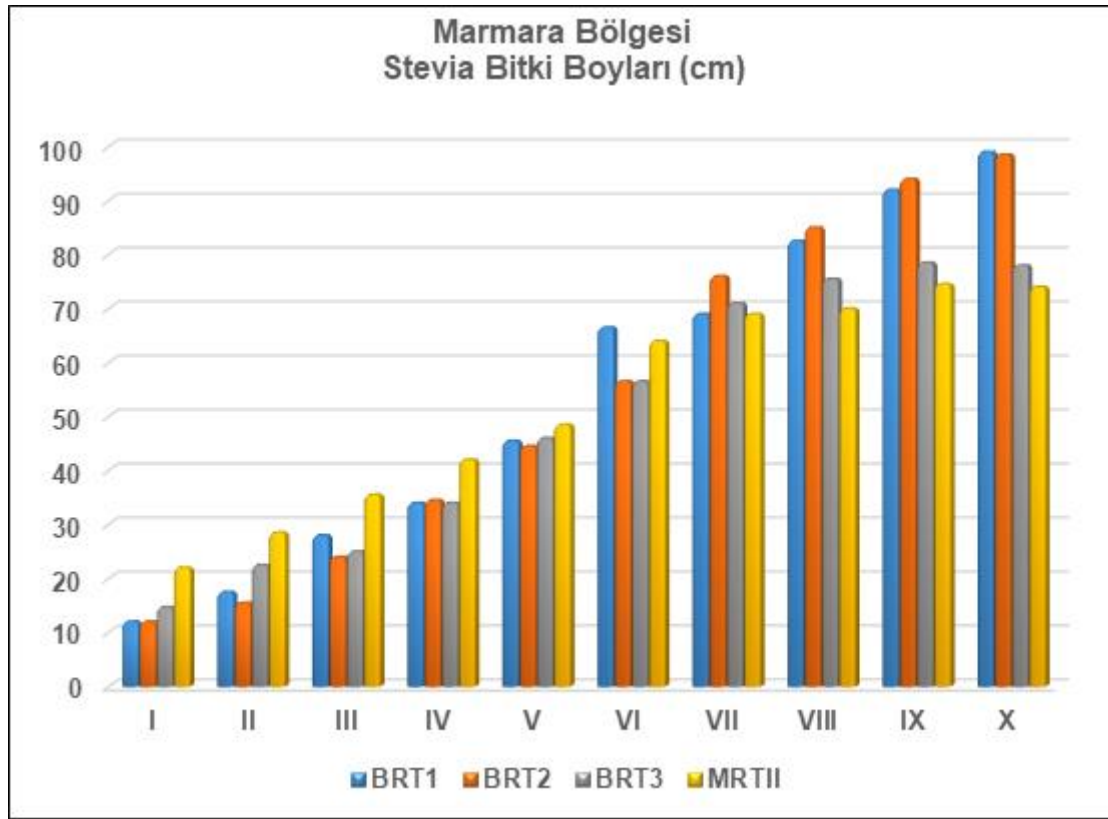
BÖLGE	ÇEŞİT	ÖLÇÜM DÖNEMLERİ VE BİTKİ BOYLARI (cm)									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Akdeniz Bölgesi	BRT1	11,00	16,00	24,00	32,00	44,50	58,00	76,00	88,50	99,00	101,50
	BRT2	12,00	16,00	22,00	28,00	42,50	48,00	75,50	78,50	84,00	98,00
	BRT3	16,00	18,00	26,00	35,50	45,00	58,50	75,00	92,00	98,00	100,00
	MRTII	20,00	22,50	28,00	32,00	38,50	45,00	58,00	66,50	75,00	74,00
Karadeniz Bölgesi	BRT1	11,50	31,00	40,00	48,00	68,50	70,00	72,50	78,00	82,50	89,00
	BRT2	9,00	16,00	22,00	34,00	48,00	54,00	65,00	74,00	85,00	92,00
	BRT3	14,00	22,50	35,00	44,50	54,00	65,50	72,00	80,00	84,50	88,00
	MRTII	16,00	18,00	26,50	42,00	56,00	62,50	70,00	74,00	76,00	75,00
Marmara Bölgesi	BRT1	12,00	17,50	28,00	34,00	45,50	66,50	69,00	82,50	92,00	99,00
	BRT2	12,00	15,50	24,00	34,50	44,50	56,50	76,00	85,00	94,00	98,50
	BRT3	14,70	22,50	25,00	34,00	46,00	56,50	71,00	75,50	78,50	78,00
	MRTII	22,00	28,50	35,50	42,00	48,50	64,00	69,00	70,00	74,50	74,00



Şekil 4.1. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Bitki Boyları



Şekil 4.2. Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Bitki Boyları



Şekil 4.3. Marmara Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Bitki Boyları

Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi'nde ekimi yapılan Stevia çeşitlerinde en kısa bitki boylarının ise Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen Stevialarda en kısa bitki boyunun da yine Akdeniz ve Marmara Bölgesi'nde yetiştirilen MRTII çeşidi Stevia bitkilerine (74.00 cm) ait olduğu görülmektedir (Tablo 4.1. ve Şekil 4.1.-4.3).

4.2. Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Yaprak En-Boy Uzunlukları ve En/Boy Oranları

Farklı 3 bölgede yetiştirilen (Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi) *Stevia rebaudiana* Bertoni ve *Stevia morita* II Stevia çeşitlerinin büyüme ve gelişime evresi boyunca her 15 günde bir yapılan ölçümlerle elde edilen Stevia yapraklarının eni (Tablo 4.2.), boyu (Tablo 4.3.) ve en/boy oranlarında (Tablo 4.4.) meydana gelen değişimler Tablo 4.2.-4.5. ve Şekil 4.4.-4.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.2. Büyüme ve Gelişime Süresince Stevia Çeşitlerinin Yaprak Eni Değerlerindeki Değişim

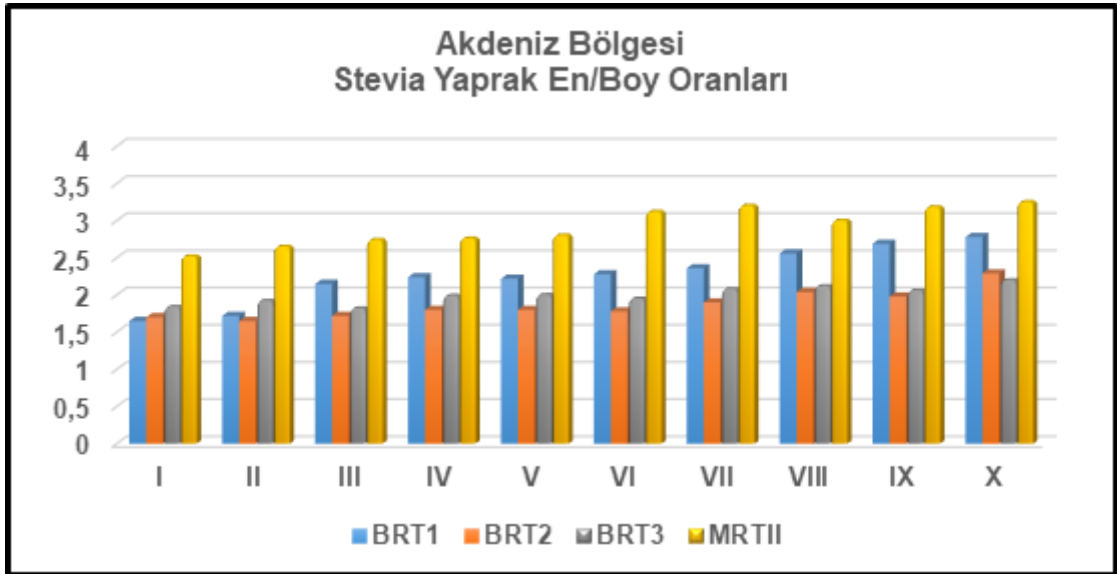
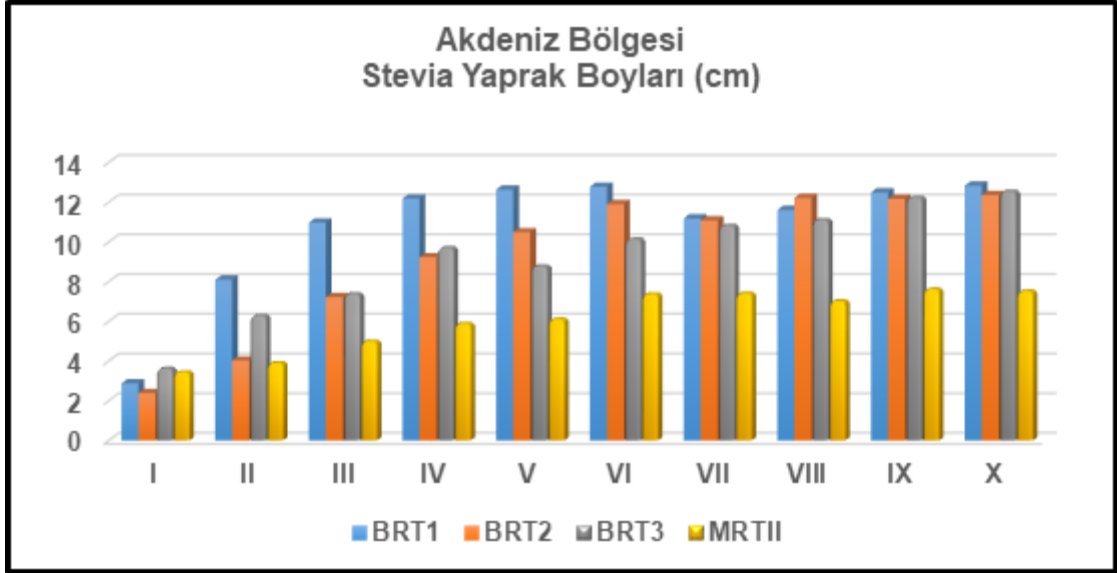
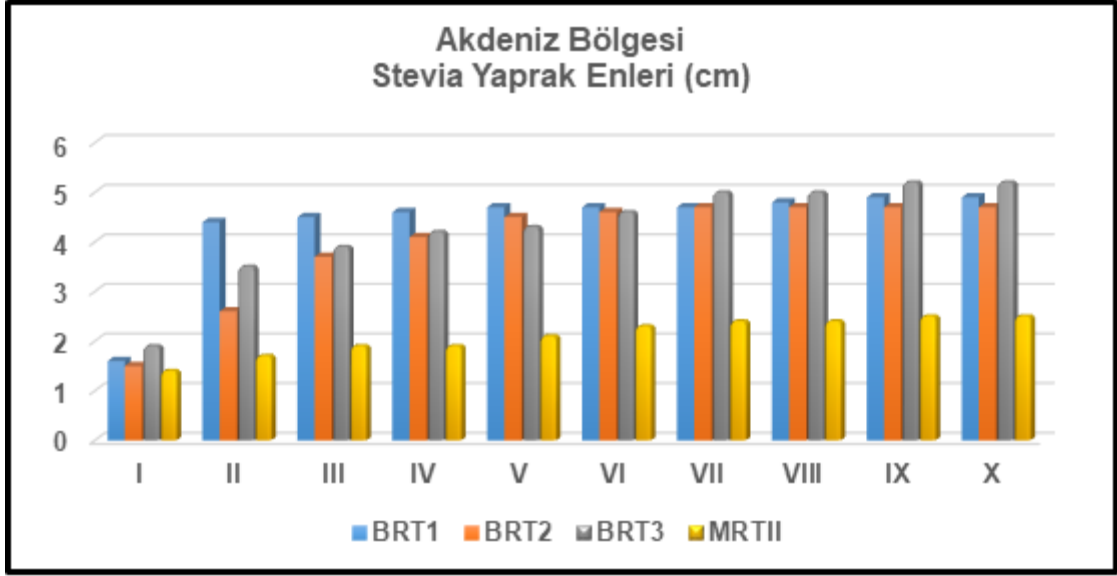
BÖLGE	ÇEŞİT	ÖLÇÜM DÖNEMLERİ VE YAPRAK ENİ (CM)										MIN	MAX
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Akdeniz Bölgesi	BRT1	1,80	4,20	4,30	4,80	5,10	5,10	5,20	5,20	5,10	5,10	1,80	5,20
	BRT2	1,50	2,70	3,60	4,30	4,40	4,40	4,60	4,80	4,80	4,90	1,50	4,90
	BRT3	1,80	3,60	3,90	4,00	4,20	4,70	5,10	5,10	5,00	5,10	1,80	5,10
	MRTII	1,50	1,80	1,90	1,90	2,00	2,20	2,40	2,40	2,40	2,30	1,50	2,40
Karadeniz Bölgesi	BRT1	1,60	4,40	4,50	4,60	4,70	4,70	4,70	4,80	4,90	4,90	1,60	4,90
	BRT2	1,50	2,60	3,70	4,10	4,50	4,60	4,70	4,70	4,70	4,70	1,50	4,70
	BRT3	1,90	3,50	3,90	4,20	4,30	4,60	5,00	5,00	5,20	5,20	1,90	5,20
	MRTII	1,40	1,70	1,90	1,90	2,10	2,30	2,40	2,40	2,50	2,50	1,40	2,50
Marmara Bölgesi	BRT1	2,00	4,70	5,20	5,20	5,50	6,00	5,50	5,60	5,60	5,70	2,00	6,00
	BRT2	1,70	2,80	3,80	4,20	4,30	4,50	4,70	4,80	4,70	4,80	1,70	4,80
	BRT3	2,00	3,50	4,10	4,20	4,50	5,00	5,20	5,30	5,30	5,30	2,00	5,30
	MRTII	1,60	1,60	1,80	2,00	2,10	2,30	2,30	2,40	2,30	2,30	1,60	2,40

Tablo 4.3. Büyüme ve Gelişime Süresince Stevia Çeşitlerinin Yaprak Boyu Değerlerindeki Değişim

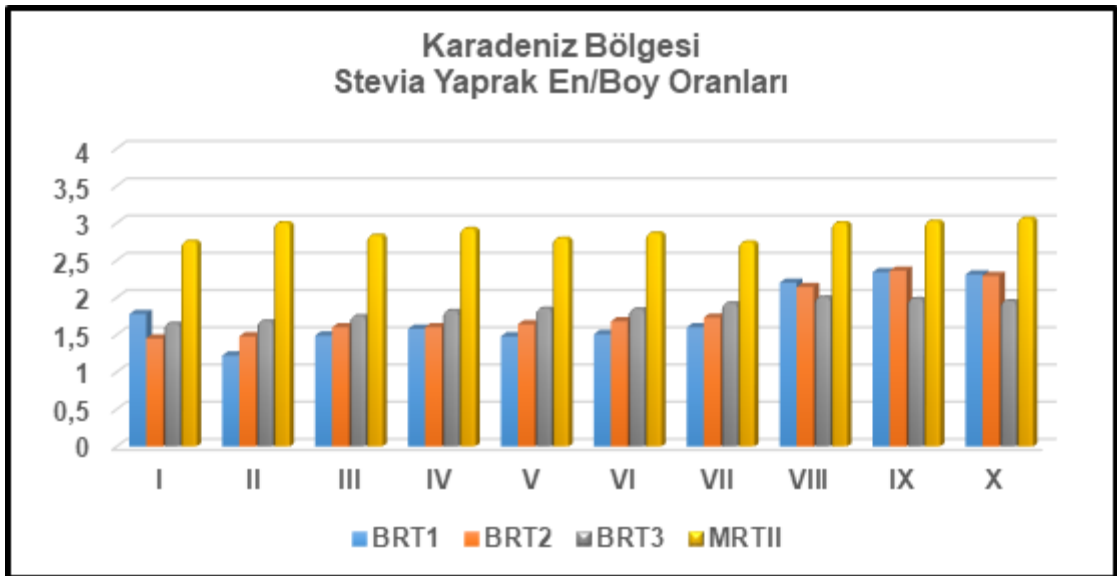
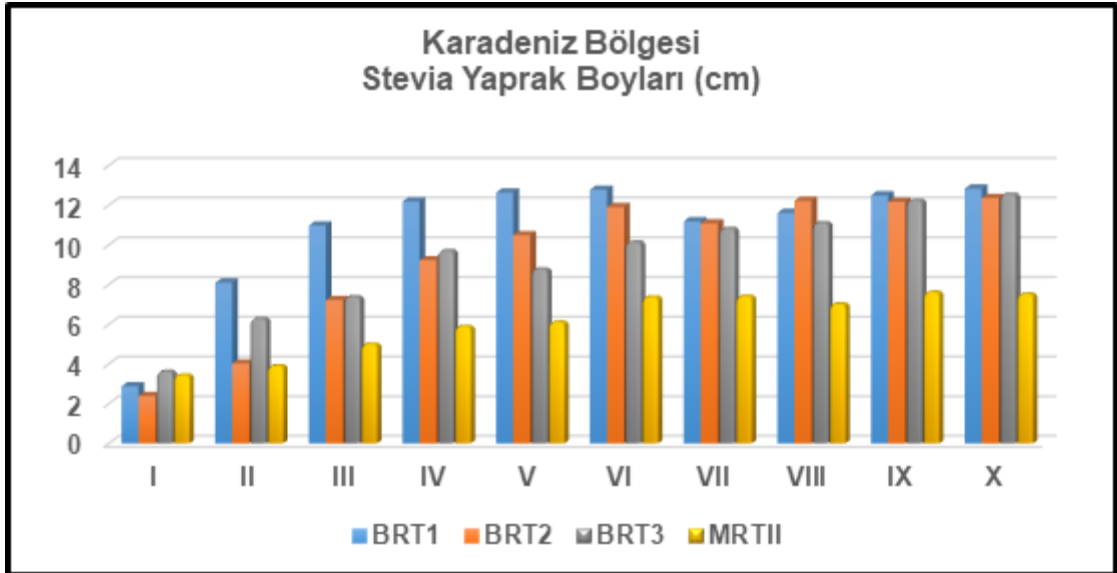
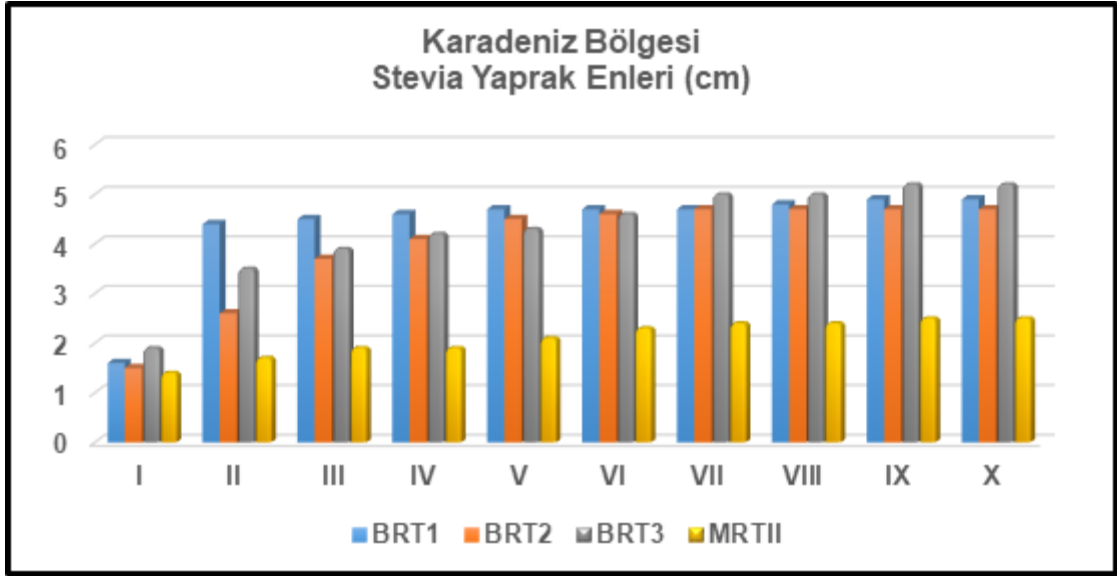
BÖLGE	ÇEŞİT	ÖLÇÜM DÖNEMLERİ VE YAPRAK BOYU (CM)										MIN	MAX
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Akdeniz Bölgesi	BRT1	2,97	7,22	9,25	10,75	11,32	11,63	12,27	13,31	13,72	14,18	2,97	14,18
	BRT2	2,55	4,46	6,19	7,74	7,92	7,83	8,74	9,79	9,50	11,22	2,55	11,22
	BRT3	3,31	6,91	7,10	7,96	8,40	9,17	10,61	10,81	10,30	11,22	3,31	11,22
	MRTII	3,78	4,77	5,21	5,24	5,60	6,86	7,68	7,20	7,63	7,48	3,78	7,68
Karadeniz Bölgesi	BRT1	2,88	8,10	10,98	12,19	12,64	12,78	11,19	11,62	12,50	12,84	2,88	12,84
	BRT2	2,39	4,03	7,22	9,23	10,49	11,91	11,09	12,22	12,17	12,36	2,39	12,36
	BRT3	3,61	6,27	7,37	9,70	8,77	10,12	10,80	11,10	12,22	12,53	3,61	12,53
	MRTII	3,43	3,89	4,98	5,87	6,09	7,36	7,39	7,01	7,60	7,50	3,43	7,60
Marmara Bölgesi	BRT1	3,56	5,73	7,75	8,22	8,14	9,06	8,80	12,32	13,10	13,17	3,56	13,17
	BRT2	2,47	4,14	6,08	6,72	7,05	7,56	8,13	10,27	11,09	10,99	2,47	11,09
	BRT3	3,30	5,88	7,18	7,64	8,33	9,20	9,98	10,60	10,49	10,34	3,30	10,60
	MRTII	4,40	4,80	5,09	5,84	5,86	6,58	6,30	7,20	6,95	7,04	4,40	7,20

Tablo 4.4. Büyüme ve Gelişime Süresince Stevia Çeşitlerinin Yaprak En/Boy Oranlarındaki Değişim

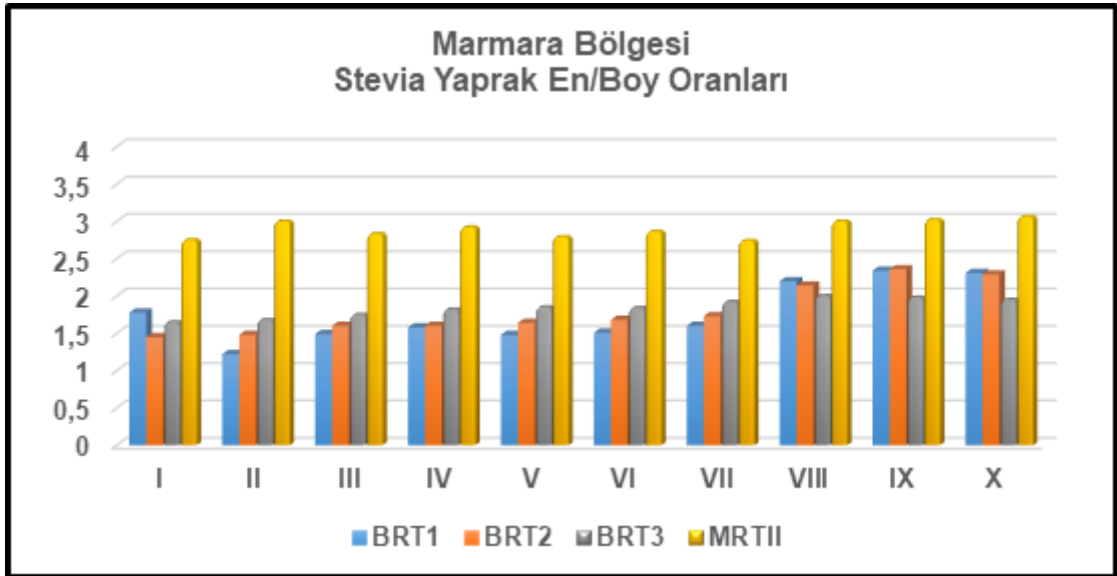
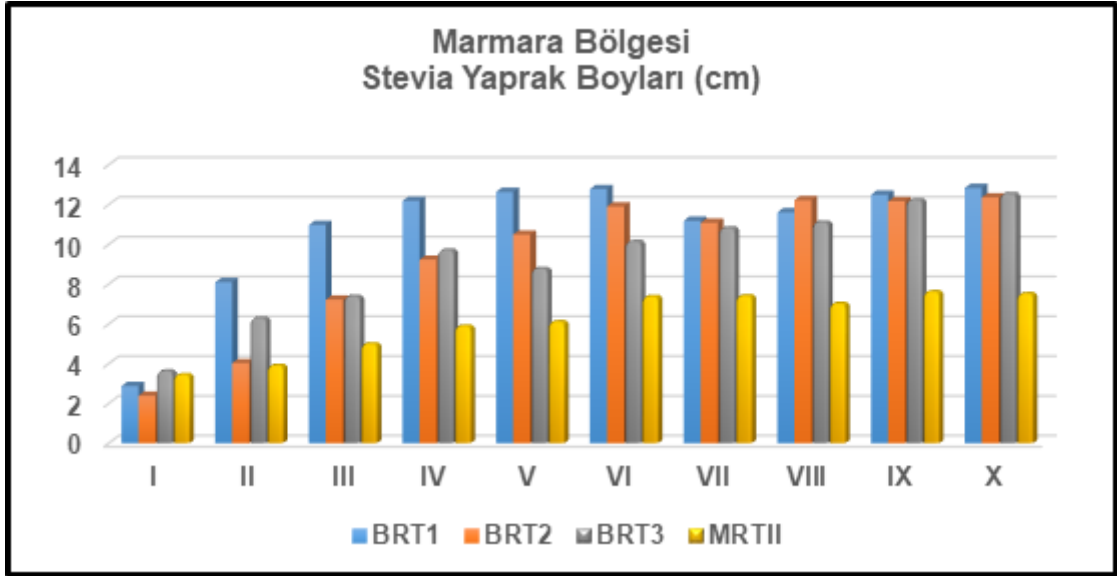
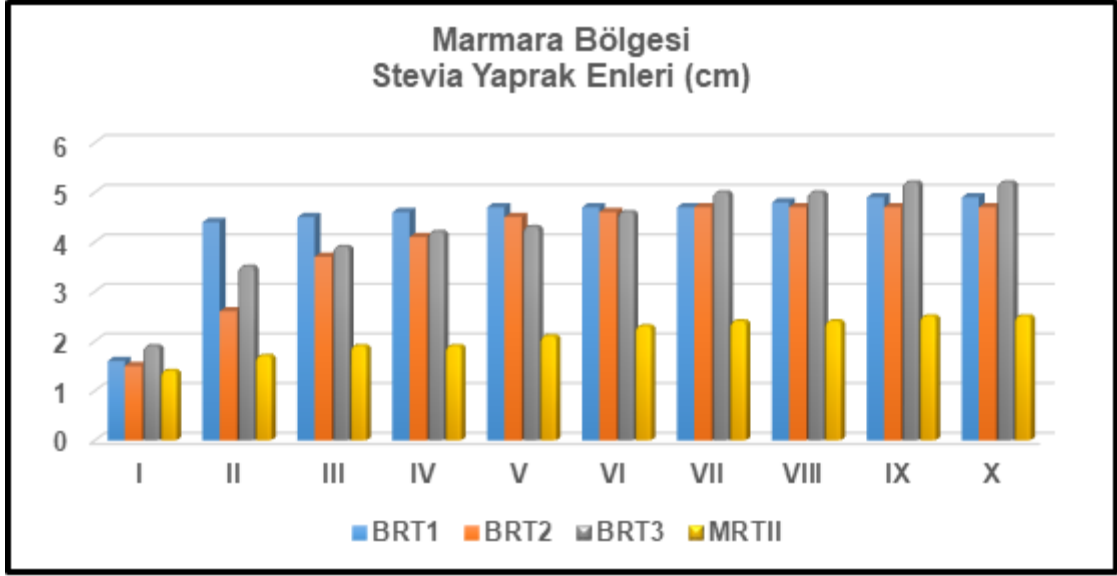
BÖLGE	ÇEŞİT	ÖLÇÜM DÖNEMLERİ VE EN/BOY ORANLARI										MIN	MAX
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Akdeniz Bölgesi	BRT1	1,65	1,72	2,15	2,24	2,22	2,28	2,36	2,56	2,69	2,78	1,65	2,78
	BRT2	1,70	1,65	1,72	1,80	1,80	1,78	1,90	2,04	1,98	2,29	1,65	2,29
	BRT3	1,84	1,92	1,82	1,99	2,00	1,95	2,08	2,12	2,06	2,20	1,82	2,20
	MRTII	2,52	2,65	2,74	2,76	2,80	3,12	3,20	3,00	3,18	3,25	2,52	3,25
Karadeniz Bölgesi	BRT1	1,80	1,84	2,44	2,65	2,69	2,72	2,38	2,42	2,55	2,62	1,80	2,72
	BRT2	1,59	1,55	1,95	2,25	2,33	2,59	2,36	2,60	2,59	2,63	1,55	2,63
	BRT3	1,90	1,79	1,89	2,31	2,04	2,20	2,16	2,22	2,35	2,41	1,79	2,41
	MRTII	2,45	2,29	2,62	3,09	2,90	3,20	3,08	2,92	3,04	3,00	2,29	3,20
Marmara Bölgesi	BRT1	1,78	1,22	1,49	1,58	1,48	1,51	1,60	2,20	2,34	2,31	1,22	2,34
	BRT2	1,45	1,48	1,60	1,60	1,64	1,68	1,73	2,14	2,36	2,29	1,45	2,36
	BRT3	1,65	1,68	1,75	1,82	1,85	1,84	1,92	2,00	1,98	1,95	1,65	2,00
	MRTII	2,75	3,00	2,83	2,92	2,79	2,86	2,74	3,00	3,02	3,06	2,74	3,06



Şekil 4.4. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait Yaprakların En, Boy ve En/Boy Oranları



Şekil 4.5. Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait Yaprakların En, Boy ve En/Boy Oranları



Şekil 4.6. Marmara Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait Yaprakların En, Boy ve En/Boy Oranları

Tablo 4.2.'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi; büyüme ve gelişime evresince *Stevia* çeşitlerinin yaprak enlerinin minimum 1.40-2.00 cm, maksimum da ise 2.40-6.00 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yaprak enleri açısından *Stevia morita* II çeşidine (MRTII) ait yaprakların eninin diğer *Stevia* çeşitlerine göre (*Stevia rebaudiana* Bertoni) daha dar yapılı olduğu, diğer çeşitlerin yapraklarının (BRT1, BRT2, BRT3) eninin ise hemen hemen aynı olduğu görülmüştür.

Yetiştirilen *Stevia* çeşitlerinin yaprak boylarının ise minimum 2.39-4.40 cm, maksimum ise 7.20-14.18 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3.). Yaprak boyları açısından *Stevia morita* II çeşidine (MRTII) ait yaprakların boyunun diğer *Stevia* çeşitlerine göre (BRT1, BRT2, BRT3) daha kısa olduğu ve 7.20-7.68 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Diğer *Stevia* çeşitlerine ait yapraklar (BRT1, BRT2, BRT3) arasında en uzun yaprakların Antalya'dan temin edilen *Stevia* çeşidi (BRT1) olduğu görülmüştür.

Tablo 4.4.'de de görülebileceği gibi; büyüme ve gelişime evresince *Stevia* çeşitlerinin yaprak en/boy oranlarının minimum 1.22-2.74, maksimum ise 2.00-3.20 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yaprak en/boy oranları açısından *Stevia morita* II çeşidine (MRTII) ait yaprakların en/boy oranlarının (3.06-3.25) diğer *Stevia* çeşitlerine göre (*Stevia rebaudiana* Bertoni) daha fazla olduğu, diğer çeşitlere ait yaprakların en/boy oranlarının ise yetiştirildiği bölgelere göre azda olsa farklılık göstermekle birlikte, hemen hemen aynı olduğu ve sırasıyla BRT1, BRT2 ve BRT3 çeşitlerine ait yaprakların en/boy oranlarının 2.34-2.78, 2.29-2.63 ve 2.00-2.41 arasında olduğu görülmüştür.

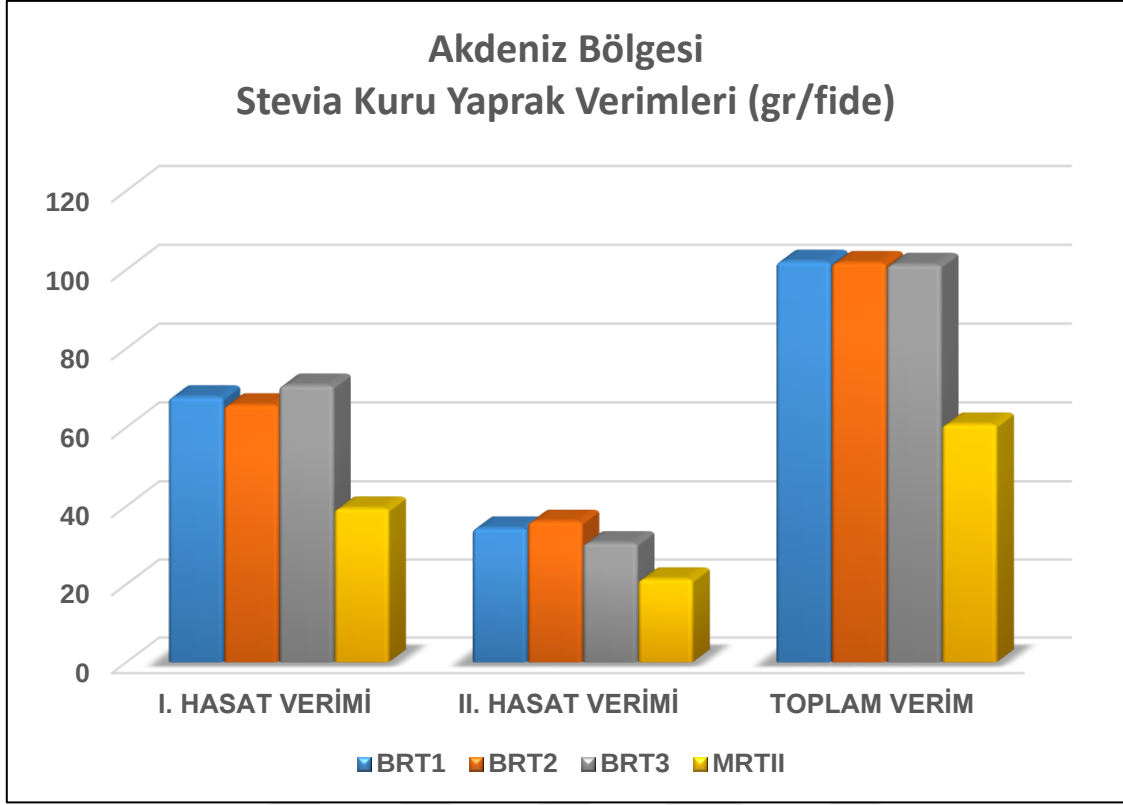
MRTII çeşidine ait yaprakların en yönünden daha dar ve boy yönünden daha kısa olmasına karşın yaprak En/Boy oranlarının daha fazla olması ile diğer çeşitlerden farklılık göstermektedir.

4.3. Farklı Bölgelerde Yetiştirilen *Stevia* Çeşitlerinden Elde Edilen Yaş ve Kuru Yaprak Verimleri

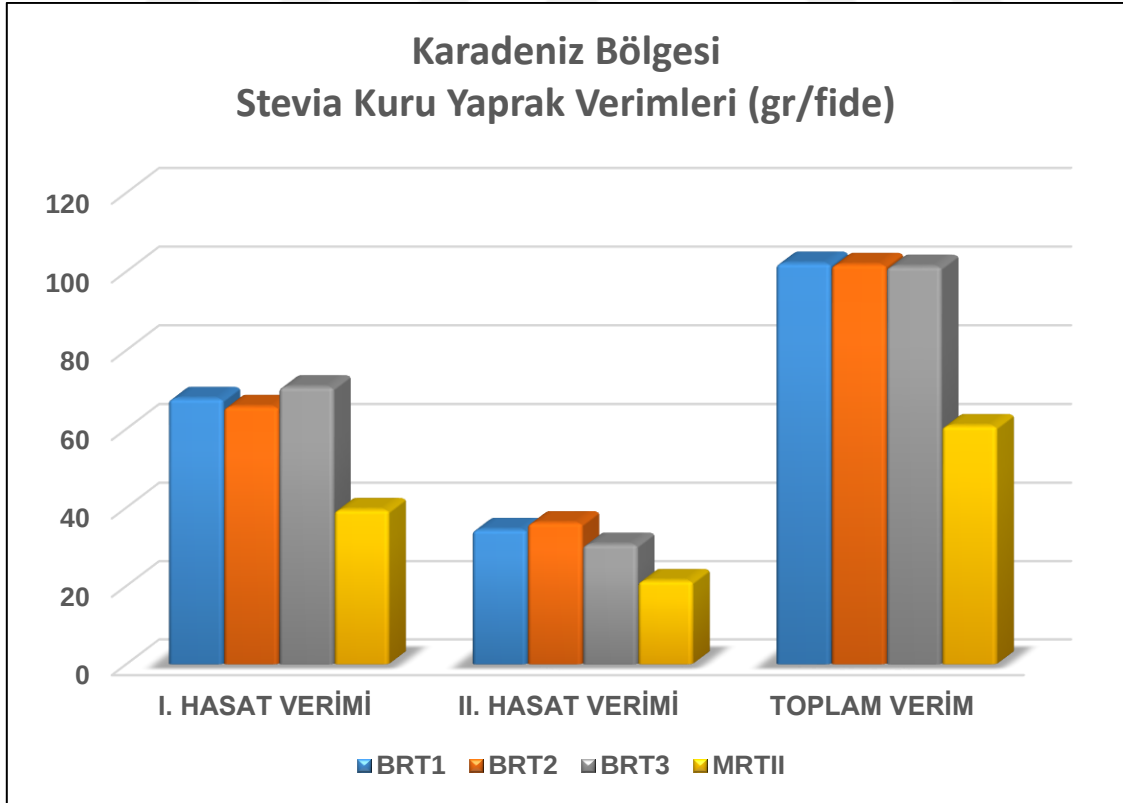
Farklı 3 bölgede yetiştirilen (Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi) *Stevia rebaudiana* Bertoni ve *Stevia morita* II *Stevia* çeşitlerinin I. hasat dönemleri Steviol glikozit ölçümleri sonucu belirlenmiştir. II. hasat dönemi ise bitkide çiçeklenme başlangıcından hemen önce gerçekleştirilmiştir. Belirlenen hasat zamanlarında hasat edilen *Stevia* yapraklarına ait I. ve II. hasat dönemine ait kuru yaprak verimleri Tablo 4.5. ve Şekil 4.7-4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.5. Bölgelere Göre I. ve II. Hasat Döneminde Stevia Çeşitlerinden Elde Edilen Kuru Yaprak Verimleri (kg/da)

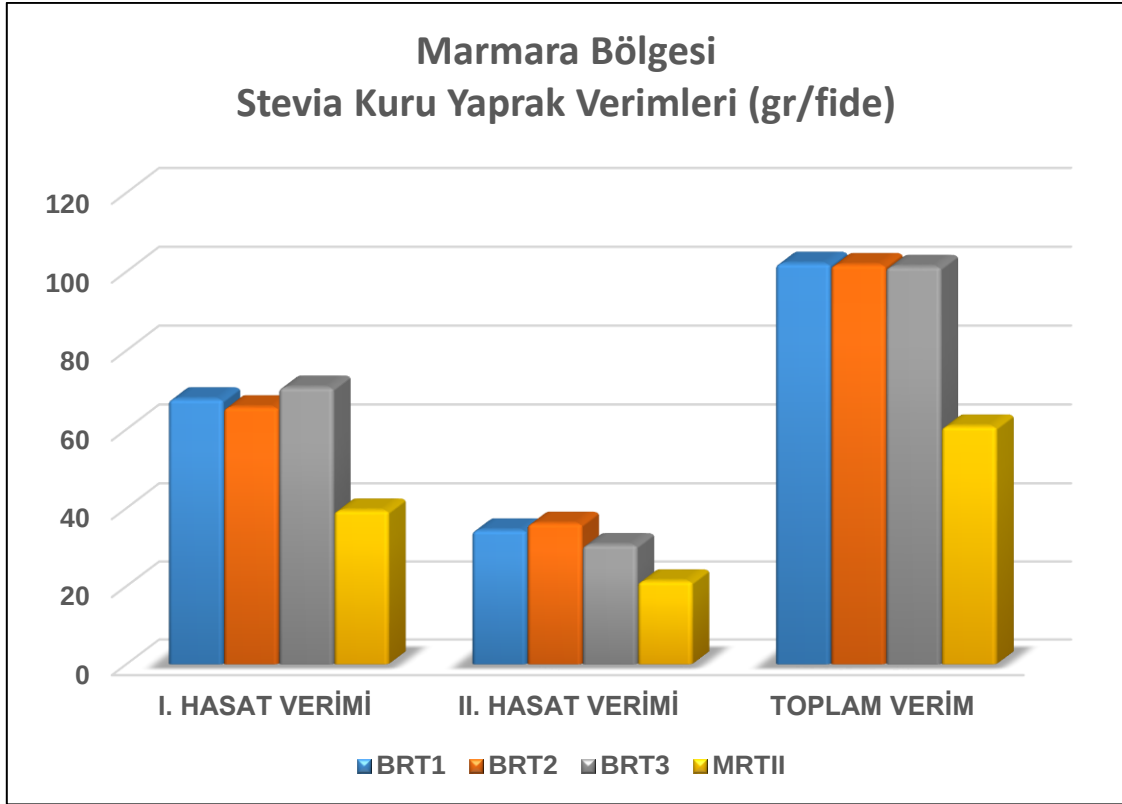
BÖLGE	ÇEŞİT	HASAT SÜRESİ (I+II) (gün)	FİDE SAYISI (adet)	EKİM ALANI (m ²)	YAŞ YAPRAK (g/fide)			KURU YAPRAK (g/fide)			KURU YAPRAK (kg/da)
					I. Hasat	II. Hasat	Toplam	I. Hasat	II. Hasat	Toplam	
Akdeniz Bölgesi	BRT1	88+62	1274	182	462,23	243,69	705,92	63,27	32,56	95,83	526,54
	BRT2	90+66	1246	178	428,45	218,80	647,25	60,98	31,35	92,33	518,71
	BRT3	92+60	1176	180	596,28	271,83	868,10	76,45	35,87	112,32	624,00
	MRTII	65+54	1316	188	349,26	219,44	568,70	41,10	25,86	66,96	356,17
Karadeniz Bölgesi	BRT1	93+62	1162	180	492,55	254,87	747,42	70,34	36,41	106,75	593,06
	BRT2	92+72	1190	170	410,46	290,66	701,12	56,26	36,20	92,46	543,88
	BRT3	95+62	1288	184	478,24	232,70	710,94	65,68	30,69	96,37	523,75
	MRTII	65+50	1260	180	361,29	229,91	591,20	47,45	21,55	69,00	383,33
Marmara Bölgesi	BRT1	99+67	1176	168	495,32	226,97	722,29	67,68	34,38	102,06	607,50
	BRT2	105+71	1120	170	428,89	266,76	695,65	65,64	36,10	101,73	598,41
	BRT3	102+68	1274	182	542,45	250,41	792,85	70,65	30,61	101,26	556,37
	MRTII	72+58	1274	182	308,46	174,49	482,95	39,46	21,32	60,78	333,96



Şekil 4.7. Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait Kuru Yaprak Verimleri (g/fide)



Şekil 4.8. Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait Kuru Yaprak Verimleri (g/fide)



Şekil 4.9. Marmara Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerine Ait Kuru Yaprak Verimleri (g/fide)

Tablo 4.5. ve Şekil 4.7-4.9’un incelenmesiyle de görülebileceği gibi; I. hasat döneminde genel olarak bir Stevia fidesinden 308.46-596.28 g arasında yaş yaprak ve 39.46-76.45 g arasında kuru yaprak elde edildiği görülmektedir. Buradan da anlaşılabileceği gibi, yaklaşık 7-8 kg yaş Stevia yaprağından yaklaşık 1 kg kuru Stevia yaprağı üretimi gerçekleştirilmiştir.

I. ve II. hasat döneminde, bir (1) dönüm alandan elde edilen toplam kuru yaprak veriminin bölgelere ve çeşitlere göre farklılık gösterdiği ve toplam kuru yaprak veriminin 333.96-624.00 kg/da arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek toplam kuru yaprak verimine (kg/da), çeşitler arasında farklılık göstermekle birlikte bölgelerde belirgin bir farklılığın bulunmadığı ve en yüksek toplam kuru yaprak verimine Akdeniz Bölgesi’nde 624.00 kg/da ile Burhaniye’den temin edilen Stevia çeşidinde (BRT3) ulaşıldığı ve bunu sırasıyla BRT1 ve BRT2 Stevia çeşitlerinin izlediği tespit edilmiştir. En düşük toplam kuru yaprak veriminin (kg/da) ise, Marmara Bölgesinde 333.96 kg/da ile MRTII Stevia çeşidinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5'in incelenmesi ile görülebileceği gibi; Stevia çeşitlerine ait kuru yaprak numunelerinde yapılan Steviol glikozit analiz sonucu belirlenen I. hasat zamanının, Stevia çeşitlerine ve yetiştirildiği bölgeye göre değişiklik göstermekle birlikte 65-105 gün arasında değiştiği belirlenmiştir. I. hasat süresinin; BRT1, BRT2, BRT3 ve MRTII Stevia çeşitlerinde sırasıyla 88-99 gün, 90-105 gün, 92-102 gün ve 65-72 gün arasında değiştiği saptanmıştır.

II. hasat süresinin ise yine Stevia çeşitlerine ve yetiştirildiği bölgeye göre değişiklik göstermekle birlikte 54-72 gün arasında değiştiği belirlenmiştir. II. hasat süresinin I. hasat süresine göre daha düşük olmasının nedeninin, toprak seviyesinin 10 cm üzerinden kesilerek hasat edilen Stevia bitkisine ait dalların daha hızla gelişmesinin yanısıra iklim koşulları sebebiyle bitkinin strese girerek daha erken çiçeklenmeye başlaması sebebiyle olduğu kanısına varılmıştır. II. hasat süresinin; BRT1, BRT2, BRT3 ve MRTII Stevia çeşitlerinde sırasıyla 62-67 gün, 66-72 gün, 60-68 gün ve 50-58 gün arasında değiştiği saptanmıştır.

Tablo 4.5. ve Şekil 4.7-4.9'un incelenmesiyle de görülebileceği gibi; MRTII Stevia çeşidinin çok daha kısa sürede hasadının gerçekleştirildiği görülmektedir. MRTII Stevia çeşidinin daha erken dönemlerde ekilmesi ile 3 yaprak hasadı yapılabileceği ve böylelikle daha fazla kuru yaprak elde edilebileceği kanısına varılmıştır.

4.4. Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı

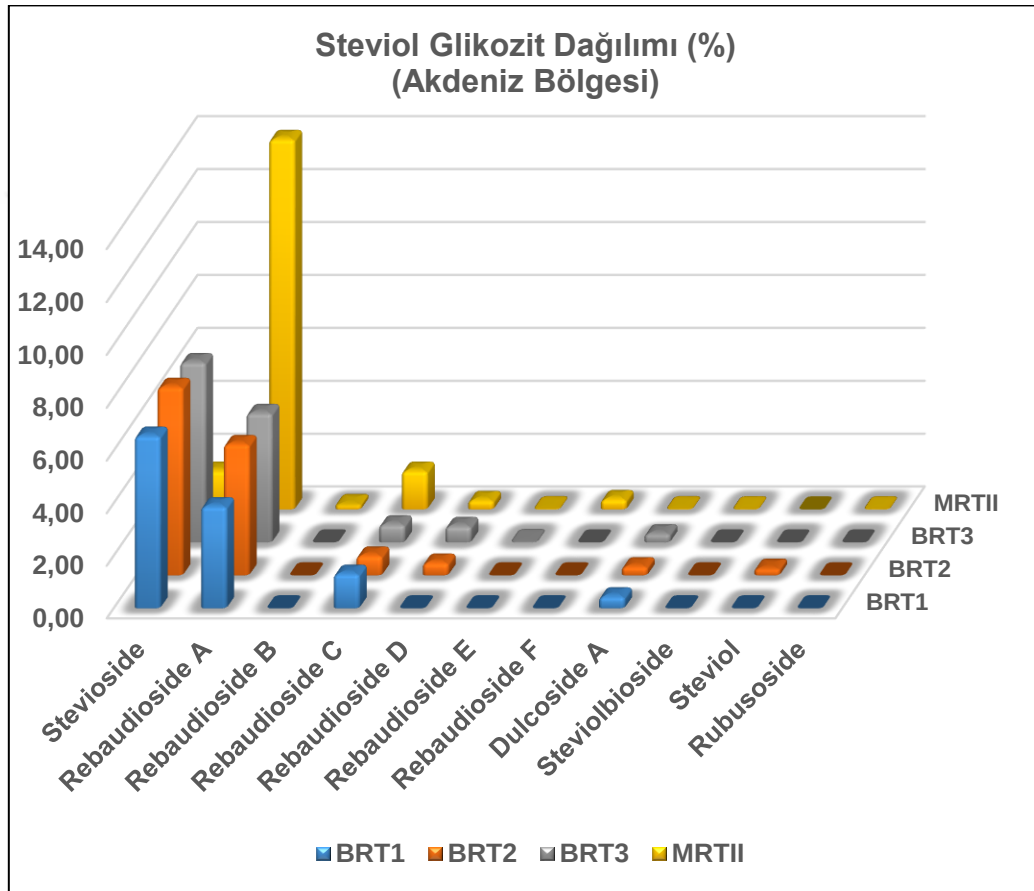
Ülkemizde 3 farklı bölgede yetiştirilen (Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi) ve hasat edilen (I. hasat) *Stevia rebaudiana* Bertoni ile *Stevia morita* II Stevia çeşitlerine (BRT1, BRT2, BRT3 ve MRTII) ait kuru yaprakların Steviol Glikozit İçerikleri Dağılımı ve Toplam Steviol Glikozit (TSG) içerikleri Tablo 4.6. ve Ek-2'de verilmiştir.

Tablo 4.6.'nın incelenmesiyle de görülebileceği gibi; farklı bölgelerde yetiştirilen Stevia çeşitlerinin TSG oranının %11.90-17.76, Stevioside ve Rebaudioside A oranının ise sırasıyla %1.44-8.45 ve %3.42-13.98 arasında değiştiği belirlenmiştir. TSG oranları incelendiğinde; Akdeniz bölgesinde yetiştirilen MRTII çeşidine ait kuru yaprakların TSG oranının en yüksek olduğu (%17.76) ve Karadeniz bölgesinde yetiştirilen BRT2 Stevia çeşidine ait kuru yaprakların TSG oranının ise en düşük olduğu (%11.90) tespit edilmiştir (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı(%)

BÖLGE	ÇEŞİT	STEVİOL GLİKOZİTLER (%)											TSG	Reb-A/TSG (%)	Reb-D/TSG (%)
		Stv	Reb A	Reb B	Reb C	Reb D	Reb E	Reb F	Dul A	Sbio	Steviol	Rub			
Akdeniz Bölgesi	BRT1	6,53	3,85	0,00	1,28	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	12,08	31,87	0,00
	BRT2	7,12	4,96	0,00	0,72	0,45	0,00	0,00	0,30	0,00	0,22	0,00	13,77	36,02	3,27
	BRT3	6,80	4,88	0,00	0,65	0,59	0,02	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	13,24	36,86	4,46
	MRTII	1,44	13,98	0,16	1,44	0,32	0,02	0,36	0,02	0,01	0,00	0,01	17,76	78,72	1,80
Karadeniz Bölgesi	BRT1	7,68	3,60	0,45	0,86	0,22	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	12,82	28,08	1,72
	BRT2	5,68	4,28	0,40	0,86	0,26	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	11,90	35,97	2,19
	BRT3	6,12	5,12	0,46	0,68	0,35	0,01	0,00	0,28	0,00	0,20	0,00	13,22	38,73	2,65
	MRTII	1,98	12,95	0,01	1,12	0,58	0,01	0,00	0,25	0,00	0,24	0,00	17,14	75,55	3,38
Marmara Bölgesi	BRT1	8,45	3,42	0,00	0,20	0,26	0,00	0,00	0,25	0,00	0,54	0,00	13,12	26,07	1,98
	BRT2	6,12	4,80	0,00	0,68	0,96	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	12,70	37,80	7,56
	BRT3	5,68	5,30	0,00	0,66	0,82	0,00	0,01	0,10	0,00	0,00	0,00	12,57	42,16	6,52
	MRTII	3,12	11,56	0,00	1,56	0,55	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	16,97	68,12	3,24

Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen Stevia çeşitlerinden MRTII çeşidinin Steviol Glikozit içeriği dağılımı incelendiğinde (Şekil 4.10; Tablo 4.7.); Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside B, Rebaudioside C, Rebaudioside D, Rebaudioside E, Rebaudioside F, Dulcoside A, Steviolbioside, Steviol ve Rubusoside değerlerinin sırasıyla %1.44, %13.98, %0.16, %1.44, %0.32, %0.02, %0.36, %0.02, %0.01, %0.00 ve %0.01 olduğu ve toplam Steviol Glikozit (TSG) içeriğinin de %17.76 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Akdeniz Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Steviol Glikozit İçerikleri (%)

Akdeniz Bölgesi bölgesinde yetiştirilen BRT1 çeşidinin Steviol Glikozit içeriği dağılımına bakıldığında ise; Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside C ve Dulcoside A değerlerinin sırasıyla %6.53, %3.85, %1.28, %0.42 olduğu ve toplam Steviol Glikozit içeriğinin de %12.08 olduğu saptanmıştır. BRT2 çeşidinde ise; Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside C, Rebaudioside D, Dulcoside A ve Steviol içeriklerinin sırasıyla %7.12, %4.96, %0.72, %0.45, %0.30 ve %0.22 ve toplam Steviol Glikozit içeriklerinin de %13.77 olduğu tespit edilmiştir. BRT3 çeşidinin ise Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside C, Rebaudioside D,

Rebaudioside E ve Dulcoside A içeriklerinin ise sırasıyla %6.80, %4.88, %0.65, %0.59, %0.02 ve %0.30, toplam Steviol Glikozit içeriklerinin de %13.24 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Akdeniz Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Stevioside, Rebaudioside A ve Toplam Steviol Glikozit (TSG) İçerikleri (%)

AKDENİZ BÖLGESİ				
STEVİOL GLIKOZİTLER	BRT1	BRT2	BRT3	MRTII
Stevioside	6,53	7,12	6,80	1,44
Rebaudioside A	3,85	4,96	4,88	13,98
Rebaudioside B	0,00	0,00	0,00	0,16
Rebaudioside C	1,28	0,72	0,65	1,44
Rebaudioside D	0,00	0,45	0,59	0,32
Rebaudioside E	0,00	0,00	0,02	0,02
Rebaudioside F	0,00	0,00	0,00	0,36
Dulcoside A	0,42	0,30	0,30	0,02
Steviolbioside	0,00	0,00	0,00	0,01
Steviol	0,00	0,22	0,00	0,00
Rubusoside	0,00	0,00	0,00	0,01
TOTAL STEVIOL GLYCOSIDE (TSG, %)	12,08	13,77	13,24	17,76
Reb-A/TSG (%)	31,87	36,02	36,86	78,72
Reb-D/TSG (%)	0,00	3,27	4,46	1,80

Stevia yapraklarında bir kalite ölçütü olan TSG oranlarının yanısıra Reb-A/TSG (%) ve Reb-D/TSG (%) oranlarının da önemli olduğu bilinmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde; Akdeniz Bölgesi bölgesinde yetiştirilen BRT1, BRT2, BRT3 ve MRTII Stevia çeşitlerindeki Reb-A/TSG (%) oranının sırasıyla %31.87, 36.02, 36.86 ve %78.72 ve Reb-D/TSG (%) oranının ise sırasıyla %0.00, %3.27, %4.46 ve %1.80 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.7.). Elde edilen bulgulardan görülebileceği gibi; MRTII stevia çeşidine ait kuru yaprakların Reb A içeriği ve oranının tüm bölgelerde yetiştirilen diğer çeşitlere göre çok daha fazla olduğu saptanmıştır. Buna göre; yaklaşık 9-12 kg kuru yaprak kullanılarak %90 saflıkta 1 kg TSG üretilebileceği ve yaklaşık 3 kg TSG’den de %99 saflıkta 1 kg Reb A ve %85 saflıkta 1.2 kg TSG üretilebileceği kanısına varılmıştır.

Akdeniz Bölgesi bölgesinde yetiştirilen Stevia çeşitlerinin TSG oranları incelendiğinde; en yüksek değerin %17.76 ile MRTII çeşidinde gözlemlendiği ve bunu sırasıyla BRT2, BRT3

ve BRT1 Stevia çeşitlerinin takip ettiği (sırasıyla %13.77, %13.24 ve %12.08) tespit edilmiştir (Tablo 4.7).

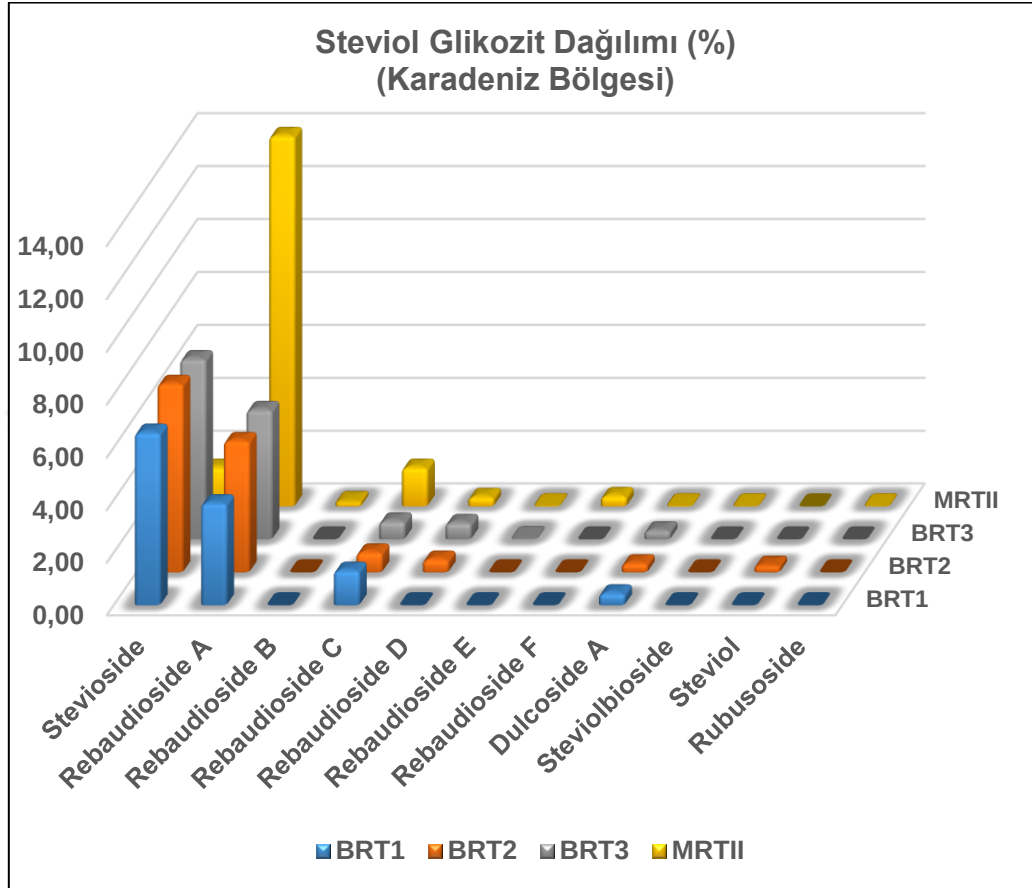
Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen Stevia çeşitleri Rebaudioside A ve Stevioside içerikleri yönünden incelendiğinde ise; Rebaudioside A içeriğinin en yüksek MRTII çeşidinde (%13.98) olduğu ve bunu BRT2 (%4.96), BRT3 (%4.88) ve BRT1 (%3.85) çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir. Stevioside içeriklerinin ise sırasıyla BRT2 (%7.12), BRT1 (%6.53), BRT3 (%6.80) ve MRTII (%1.44) çeşidinde olduğu saptanmıştır.

Elde edile bulgular bir arada değerlendirildiğinde; TSG ve Rebaudioside A değerleri açısından Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen MRTII Stevia çeşidinin zengin bir içeriğe sahip olduğu, buna karşın Stevioside değerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir. BRT2, BRT3 ve BRT1 çeşitlerinin ise gerek TSG oranlarının gerekse Rebaudioside A ve Stevioside içeriklerinin hemen hemen benzer olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.11 ve Tablo 4.8.'den de görülebileceği gibi; Karadeniz Bölgesinde yetiştirilen Stevia çeşitlerinden MRTII çeşidinin Steviol Glikozit içeriği dağılımı incelendiğinde; Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside C, Rebaudioside D, Dulcoside A ve Steviol değerlerinin sırasıyla %1.98, %12.95, %1.12, %0.58, %0.25 ve %0.24 olduğu ve toplam Steviol Glikozit (TSG) içeriğinin de %17.14 olduğu belirlenmiştir.

Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen BRT1 çeşidinin Steviol Glikozit içeriği dağılımı incelendiğinde ise; Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside C ve Dulcoside A değerlerinin sırasıyla %6.53, %3.85, %1.28, %0.42 olduğu ve toplam Steviol Glikozit içeriğinin de %12.08 olduğu saptanmıştır. BRT2 çeşidinde ise; Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside B, Rebaudioside C ve Rebaudioside D değerlerinin sırasıyla %7.68, %3.60, %0.45, %0.86 ve %0.22 olduğu ve toplam Steviol Glikozit içeriğinin de %12.82 olduğu saptanmıştır. BRT2 çeşidinde ise; Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside B, Rebaudioside C, Rebaudioside D ve Dulcoside A içeriklerinin sırasıyla %5.68, %4.28, %0.40, %0.86, %0.26 ve %0.42 ve toplam Steviol Glikozit içeriklerinin de %11.90 olduğu tespit edilmiştir. BRT3 çeşidinin de Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside B, Rebaudioside C, Rebaudioside D, Rebaudioside E, Dulcoside

A ve Steviol içeriklerinin ise sırasıyla %6.12, %5.12, %0.46, %0.68, %0.35, %0.01, %0.28 ve %0.20, toplam Steviol Glikozit içeriklerinin de %13.22 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.8.).



Şekil 4.11. Karadeniz Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Steviol Glikozit İçerikleri (%)

Reb-A/TSG (%) ve Reb-D/TSG (%) oranları yönünden değerlendirildiğinde ise; Karadeniz Bölgesi’nde yetiştirilen BRT1, BRT2, BRT3 ve MRTII Stevia çeşitlerindeki Reb-A/TSG (%) oranının sırasıyla %28.08, %35.97, %38.73 ve %75.55 ve Reb-D/TSG (%) oranının ise sırasıyla %1.72, %2.19, %2.65 ve %3.38 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.8.). Elde edilen bulgulardan görülebileceği gibi; MRTII stevia çeşidine ait kuru yaprakların Reb A içeriği ve oranının tüm bölgelerde yetiştirilen diğer çeşitlere göre çok daha fazla olduğu saptanmıştır.

Karadeniz Bölgesi’nde yetiştirilen Stevia çeşitlerinin TSG oranları incelendiğinde ise; en yüksek değerin MRTII çeşidinde (%17.14) olduğu ve bunu sırasıyla BRT3 (%13.22), BRT1 (%12.82) ve BRT2 (%11.90) çeşitlerinin izlediği görülmüştür (Tablo 4.8.).

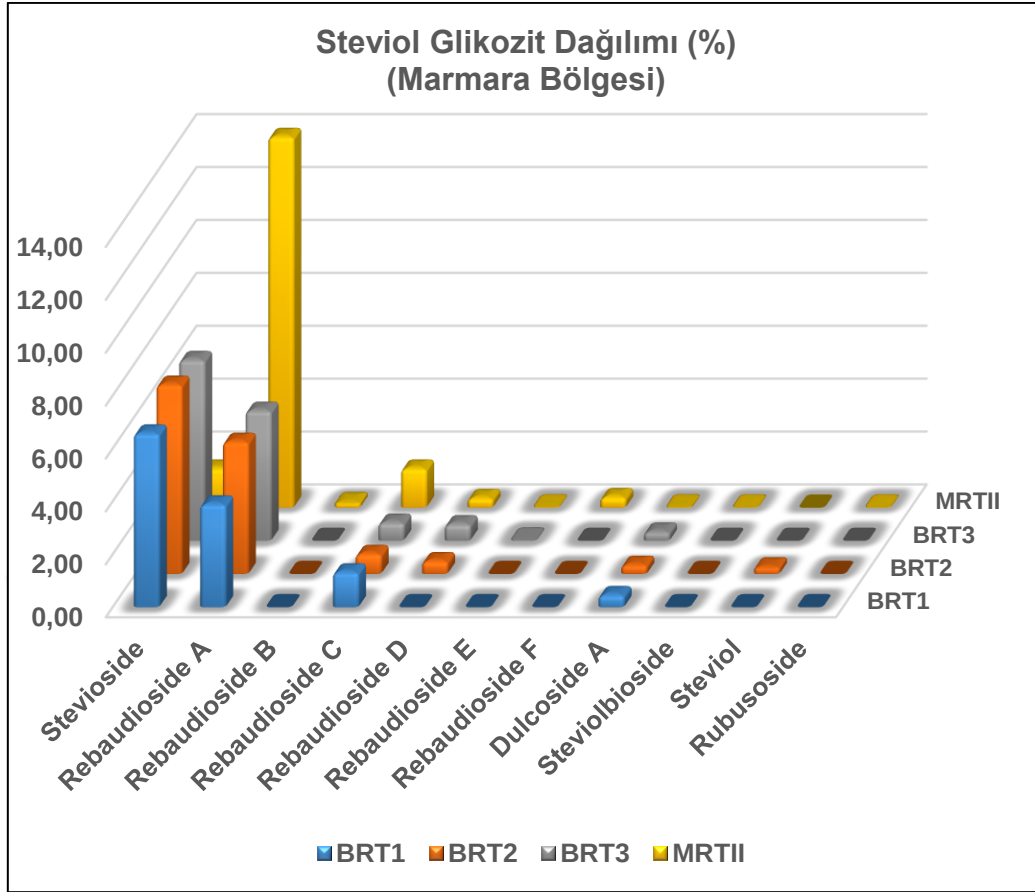
Tablo 4.8. Karadeniz Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Stevioside, Rebaudioside A ve Toplam Steviol Glikozit (TSG) İçerikleri (%)

KARADENİZ BÖLGESİ				
STEVİOL GLIKOZİTLER	BRT1	BRT2	BRT3	MRTII
Stevioside	7,68	5,68	6,12	1,98
Rebaudioside A	3,60	4,28	5,12	12,95
Rebaudioside B	0,45	0,40	0,46	0,01
Rebaudioside C	0,86	0,86	0,68	1,12
Rebaudioside D	0,22	0,26	0,35	0,58
Rebaudioside E	0,00	0,00	0,01	0,01
Rebaudioside F	0,00	0,00	0,00	0,00
Dulcoside A	0,00	0,42	0,28	0,25
Steviolbioside	0,01	0,00	0,00	0,00
Steviol	0,00	0,00	0,20	0,24
Rubusoside	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL STEVIOL GLYCOSIDE (TSG, %)	12,82	11,90	13,22	17,14
Reb-A/TSG (%)	28,08	35,97	38,73	75,55
Reb-D/TSG (%)	1,72	2,19	2,65	3,38

Karadeniz Bölgesi’nde yetiştirilen Stevia çeşitleri Rebaudioside A ve Stevioside içerikleri yönünden incelendiğinde ise; Rebaudioside A içeriğinin en yüksek MRTII çeşidinde (%12.95) olduğu ve bunu BRT3 (%5.12), BRT2 (%4.28) ve BRT1 (%3.60) çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir. Stevioside içeriklerinin ise sırasıyla BRT1 (%7.68), BRT3 (%6.12), BRT2 (%5.68) ve MRTII (%1.98) çeşidinde olduğu saptanmıştır (Tablo 4.8.).

Elde edile bulgular bir arada değerlendirildiğinde; Karadeniz Bölgesi bölgesinde yetiştirilen Stevia çeşitlerinden MRTII çeşidinin TSG ve Rebaudioside A değerleri açısından zengin bir içeriğe sahip olduğu, buna karşın Stevioside değerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir.

Marmara Bölgesi’nde yetiştirilen MRTII, BRT1, BRT2 ve BRT3 çeşidinin Steviol Glikozit içeriği dağılımı incelendiğinde ise (Şekil 26, Tablo 10); MRTII çeşidinin Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside C, Rebaudioside D ve Dulcoside A değerlerinin sırasıyla %3.12, %11.56, %1.56, %0.55 ve %0.18 olduğu ve toplam Steviol Glikozit (TSG) içeriğinin de %16.97 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12. ve Tablo 4.9.).



Şekil 4.12. Marmara Bölgesi’nde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Steviol Glikozit İçerikleri (%)

Marmara Bölgesi bölgesinde yetiştirilen BRT1 çeşidinin Steviol Glikozit içeriği dağılımı incelendiğinde ise; Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside C, Rebaudioside D, Dulcoside A ve Steviol değerlerinin sırasıyla %8.45, %3.42, %0.20, %0.26, %0.25 ve %0.54 olduğu ve toplam Steviol Glikozit içeriğinin de %13.12 olduğu saptanmıştır. BRT2 çeşidin de ise; Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside C, Rebaudioside D ve Dulcoside A içeriklerinin sırasıyla %6.12, %4.80, %0.68, %0.96 ve %0.14, toplam Steviol Glikozit içeriklerinin de %12.70 olduğu tespit edilmiştir. BRT3 çeşidinin Stevioside, Rebaudioside A, Rebaudioside C, Rebaudioside D ve Dulcoside A içeriklerinin ise sırasıyla %5.68, %5.30, %0.66 %0.82 ve %0.10, toplam Steviol Glikozit içeriklerinin de %12.57 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12. ve Tablo 4.9.).

Şekil 4.12. ve Tablo 4.9.’un incelenmesiyle de görülebileceği gibi; Marmara Bölgesi’nde yetiştirilen Stevia çeşitlerinin TSG oranları incelendiğinde; en yüksek değerin

MRTII çeşidinde (%16.97) olduğu ve bunu sırasıyla BRT1 (%13.12), BRT2 (%12.70) ve BRT3 (%12.57) çeşitlerinin izlediği görülmüştür.

Tablo 4.9. Marmara Bölgesi’de Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin Stevioside, Rebaudioside A ve Toplam Steviol Glikozit (TSG) İçerikleri (%)

MARMARA BÖLGESİ				
STEVİOL GLIKOZİTLER	MRTII	BRT1	BRT2	BRT3
Stevioside	3,12	8,45	6,12	5,68
Rebaudioside A	11,56	3,42	4,80	5,30
Rebaudioside B	0,00	0,00	0,00	0,00
Rebaudioside C	1,56	0,20	0,68	0,66
Rebaudioside D	0,55	0,26	0,96	0,82
Rebaudioside E	0,00	0,00	0,00	0,00
Rebaudioside F	0,00	0,00	0,00	0,01
Dulcoside A	0,18	0,25	0,14	0,10
Steviolbioside	0,00	0,00	0,00	0,00
Steviol	0,00	0,54	0,00	0,00
Rubusoside	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL STEVIOL GLYCOSIDE (TSG, %)	16,97	13,12	12,70	12,57
Reb-A/TSG (%)	68,12	26,07	37,80	42,16
Reb-D/TSG (%)	3,24	1,98	7,56	6,52

Marmara Bölgesi’nde yetiştirilen Stevia çeşitleri Rebaudioside A ve Stevioside içerikleri yönünden incelendiğinde ise; Rebaudioside A içeriğinin en yüksek değerin MRTII çeşidinde (%11.56) olduğu ve bunu BRT3 (%5.30), BRT2 (%4.80) ve BRT1 (%3.42) çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir. Stevioside içeriklerinin ise sırasıyla BRT1 (%8.45), BRT2 (%6.12), BRT3 (%5.68) ve MRTII (%3.12) çeşidinde olduğu saptanmıştır.

Elde edile bulgular bir arada değerlendirildiğinde; Marmara Bölgesi bölgesinde yetiştirilen Stevia çeşitlerinden MRTII çeşidinin TSG ve Rebaudioside A değerleri açısından zengin bir içeriğe sahip olduğu, buna karşın Stevioside değerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir.

Farklı 3 bölgede yetiştirilen (Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi) *Stevia rebaudiana* Bertoni (BRT1,BRT2, BRT3) ve *Stevia morita* II (MRTII) Stevia çeşitlerinin

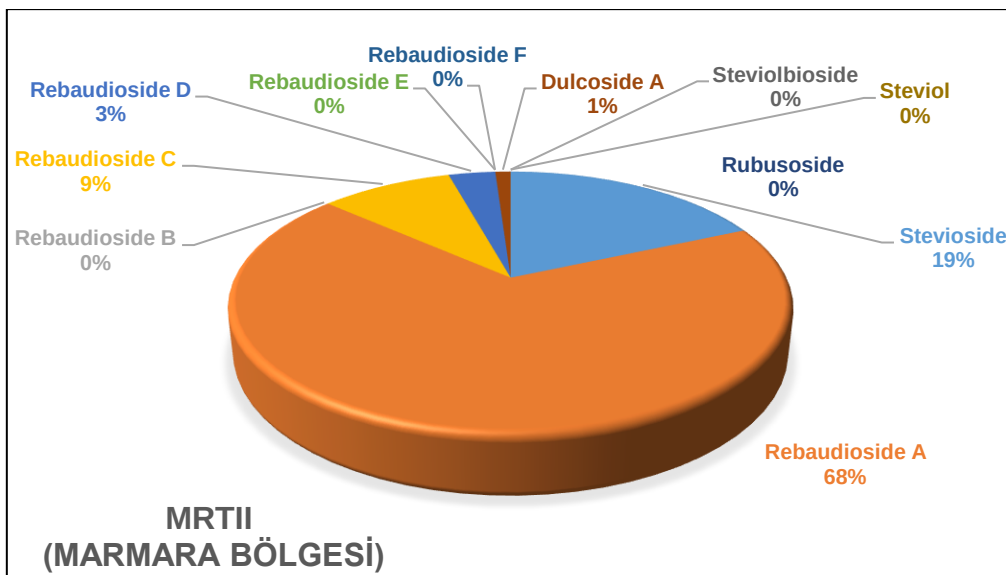
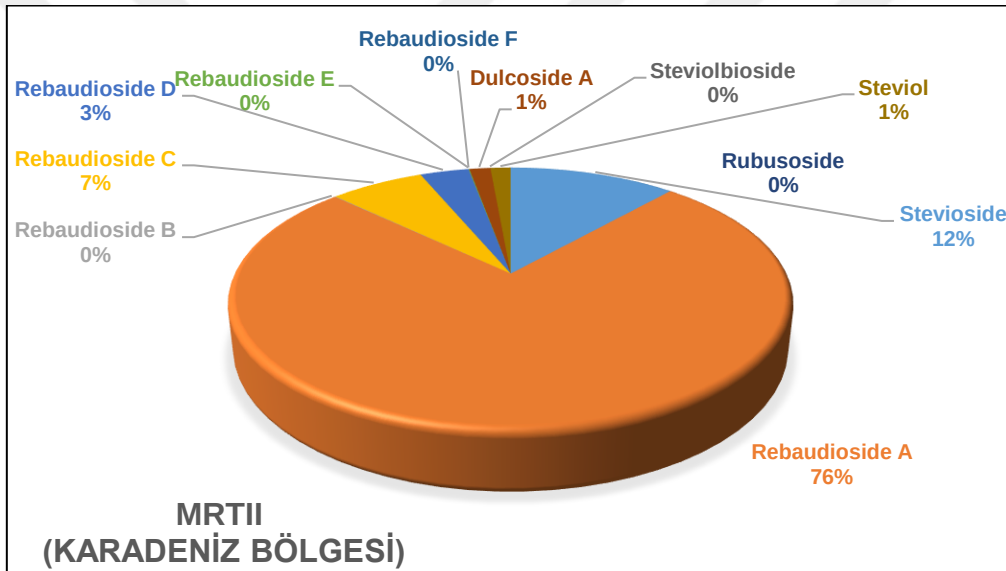
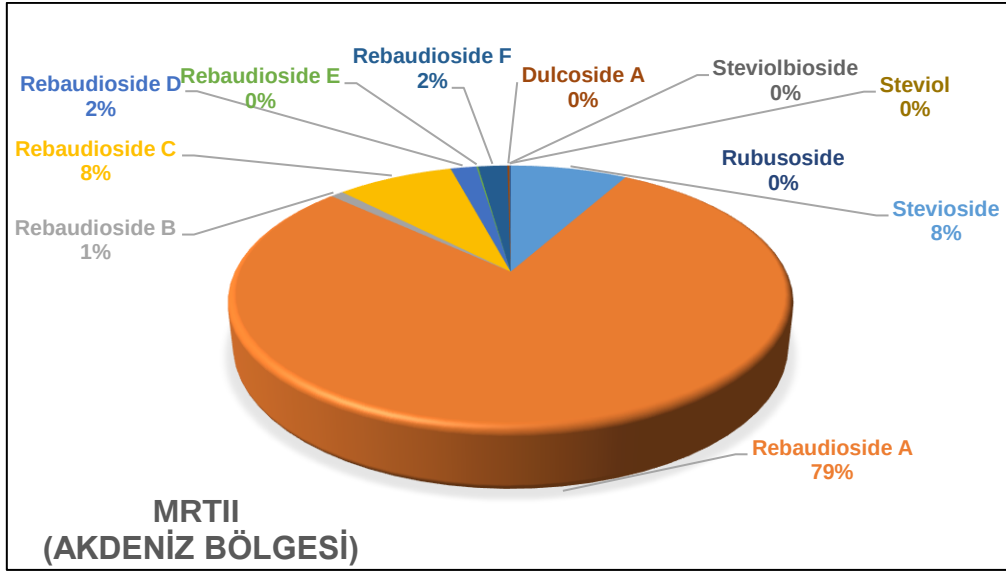
hasat sonrası yapılan Steviol glikozit içeriklerine ait oransal dağılımlar Şekil 4.13.-4.16'da verilmiştir.

Şekil 4.13'dende görülebileceği gibi; farklı üç (3) bölgede yetiştirilen *Stevia morita* II (MRTII) çeşidi *Stevia* bitkisinin Steviol Glikozit içeriği incelendiğinde, hakim olan glikozitin Rebaudioside A olduğu (%68-79) görülmektedir. Bölgeler açısından da değerlendirildiğinde ise en yüksek Rebaudioside A oranının Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen MRTII çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Rebaudioside A'dan sonra en yaygın olarak bulunan Steviol glikozitin ise Stevioside (%8-19) ve en yüksek Stevioside oranının da Marmara Bölgesi'nde yetiştirilen MRTII çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

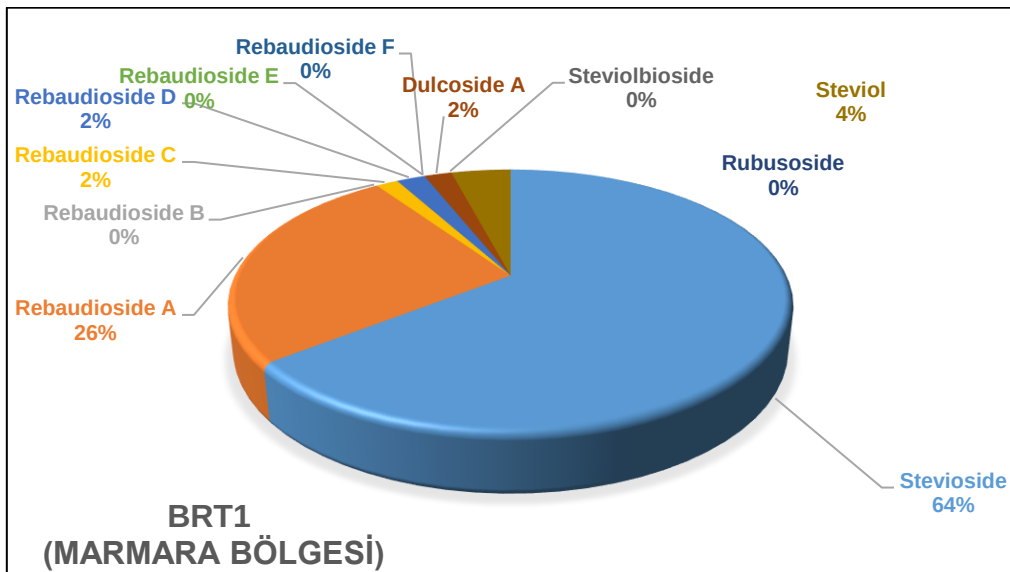
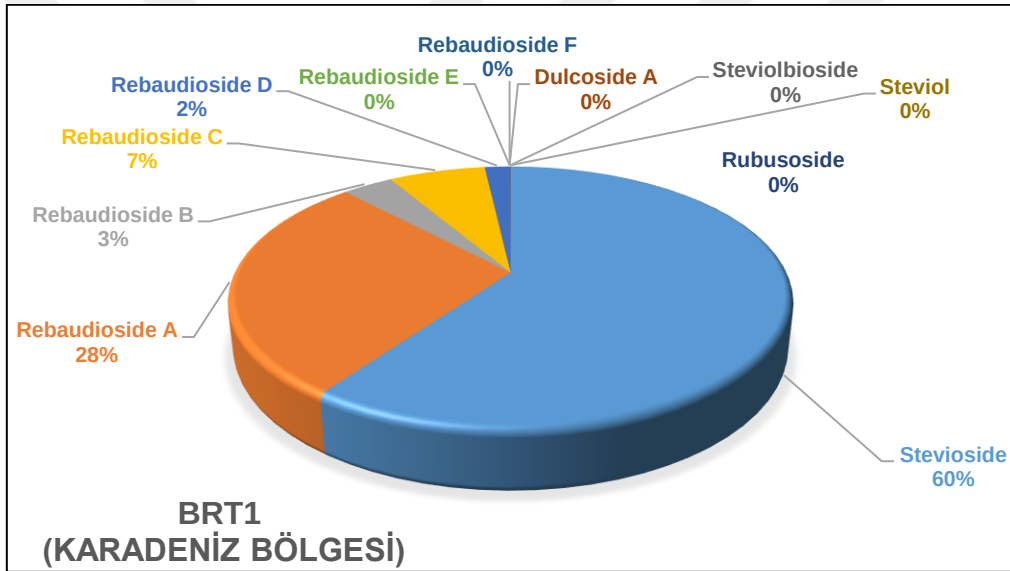
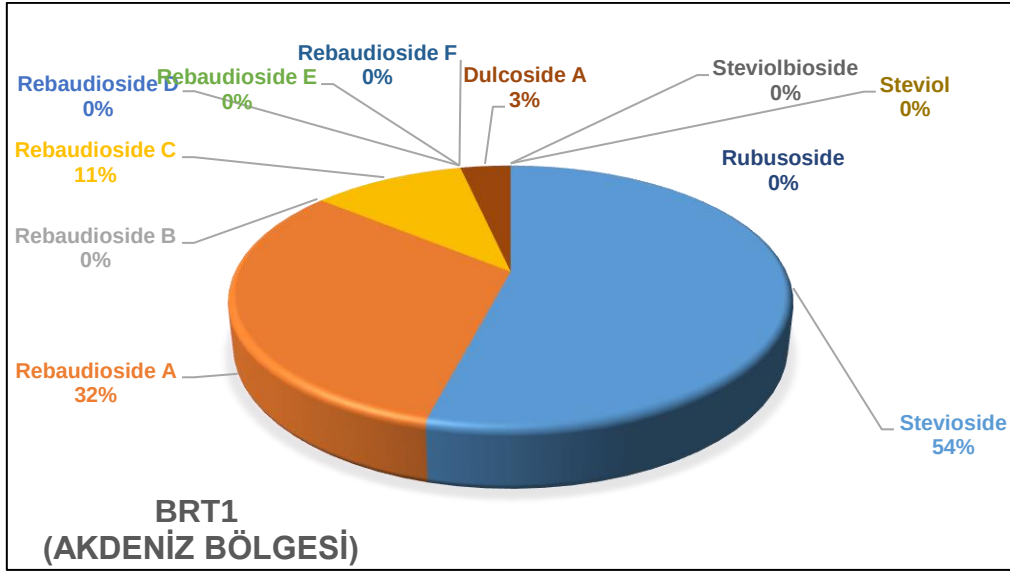
Şekil 4.14'deki; farklı üç (3) bölgede yetiştirilen *Stevia rebaudiana* Bertoni (BRT1) çeşidi *Stevia* bitkisinin Steviol Glikozit içeriği incelendiğinde, hakim olan glikozitin Stevioside olduğu (%54-64) görülmektedir. Bölgeler açısından da değerlendirildiğinde ise en yüksek Stevioside oranının Marmara Bölgesi'nde yetiştirilen BRT1 çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Stevioside'den sonra en yaygın olarak bulunan Steviol glikozitin ise Rebaudioside A (%26-32) ve en yüksek Rebaudioside A oranının da Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen BRT1 çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Farklı üç (3) bölgede yetiştirilen *Stevia rebaudiana* Bertoni (BRT2) çeşidi *Stevia* bitkisinin Steviol Glikozit içeriği incelendiğinde (Şekil 4.15.), hakim olan glikozitin Stevioside olduğu (%48-52) görülmektedir. Bölgeler açısından da değerlendirildiğinde ise en yüksek Stevioside oranının Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen BRT2 çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Stevioside'den sonra en yaygın olarak bulunan Steviol glikozitin ise Rebaudioside A (%36-38) ve en yüksek Rebaudioside A oranının da Marmara Bölgesi'nde yetiştirilen BRT2 çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

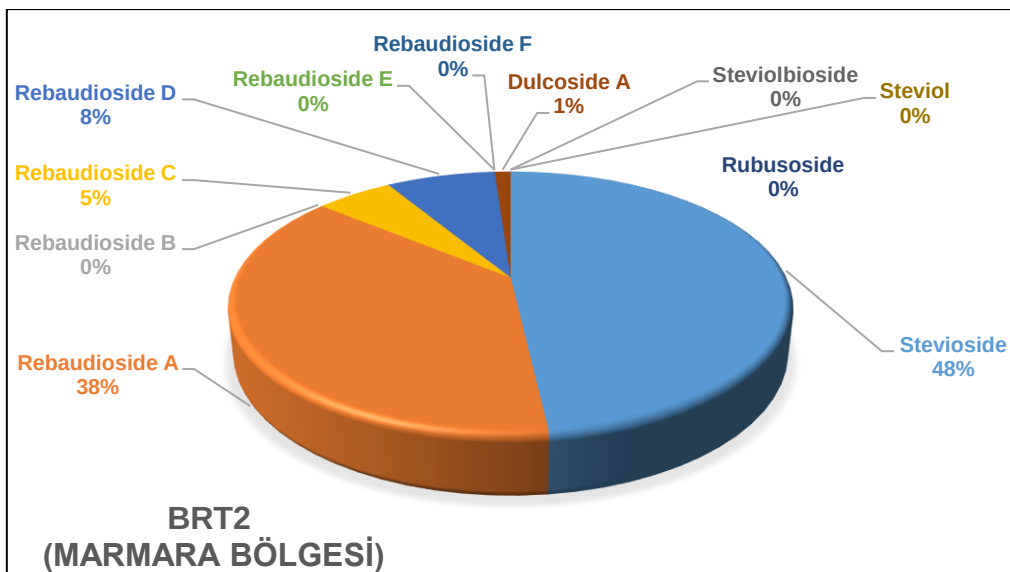
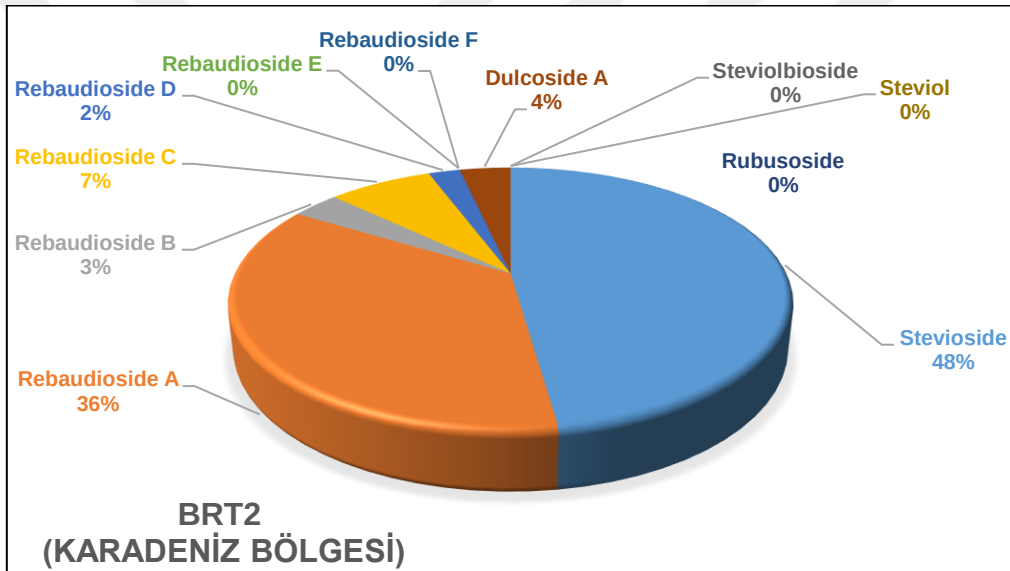
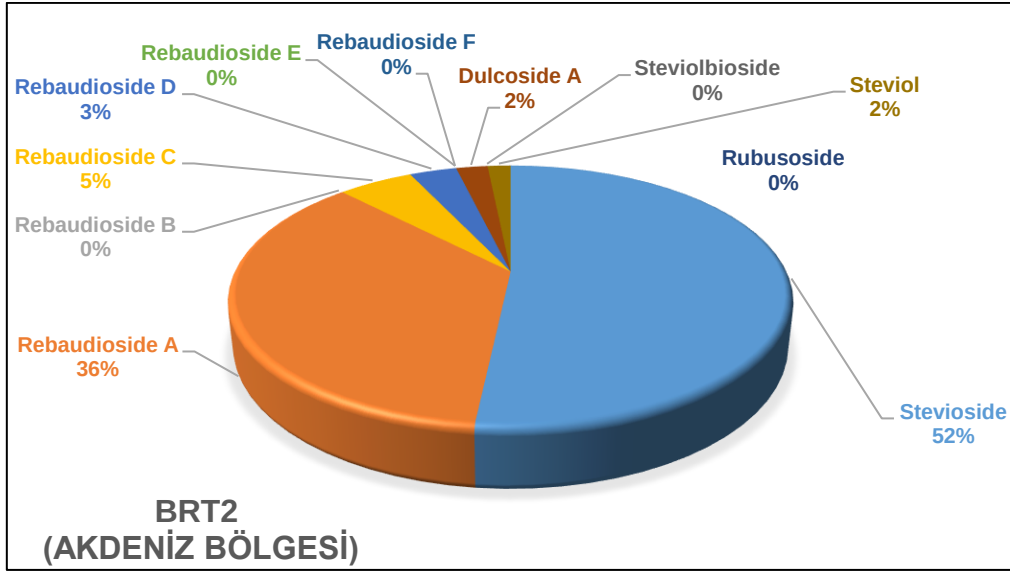
Benzer şekilde; (3) bölgede yetiştirilen *Stevia rebaudiana* Bertoni (BRT3) çeşidi *Stevia* bitkisinin Steviol Glikozit içeriği incelendiğinde (Şekil 4.16), hakim olan glikozitin Stevioside (%45-51) ve en yüksek Stevioside oranının da Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen BRT3 çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Stevioside'den sonra en yaygın olarak bulunan Steviol glikozitin ise Rebaudioside A (%37-42) ve en yüksek Rebaudioside A oranının da Marmara Bölgesi'nde yetiştirilen BRT3 çeşidinde olduğu belirlenmiştir.



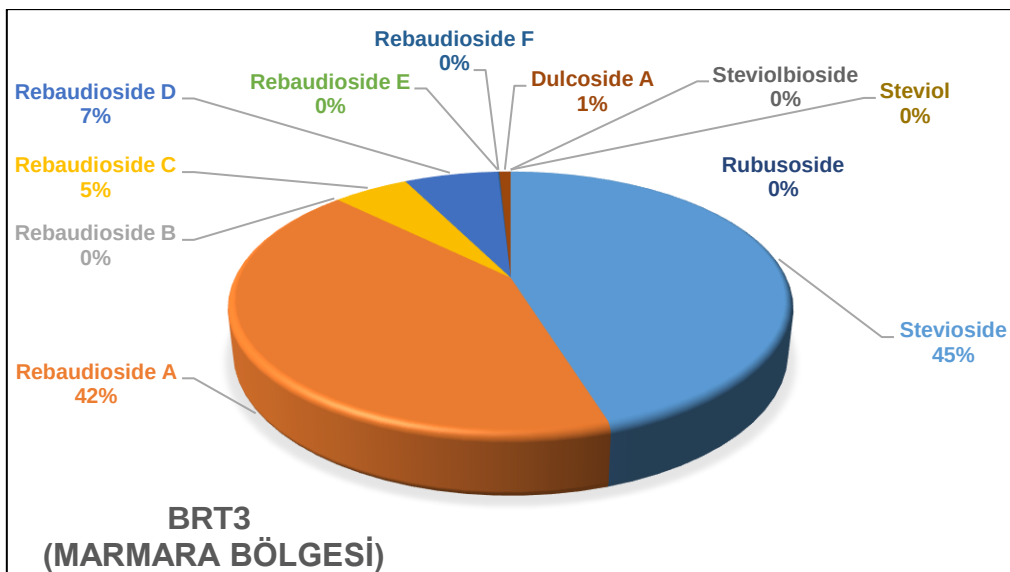
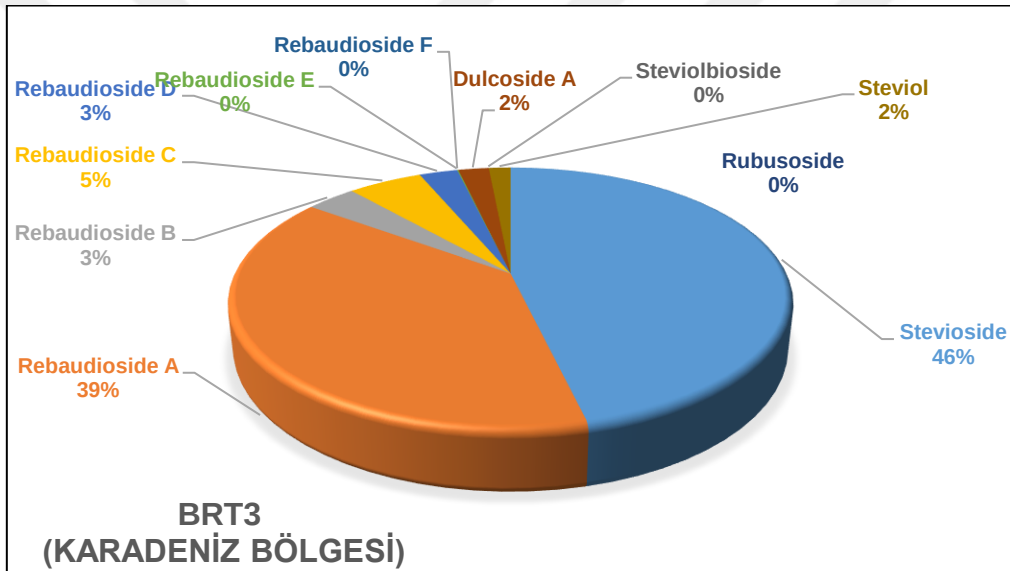
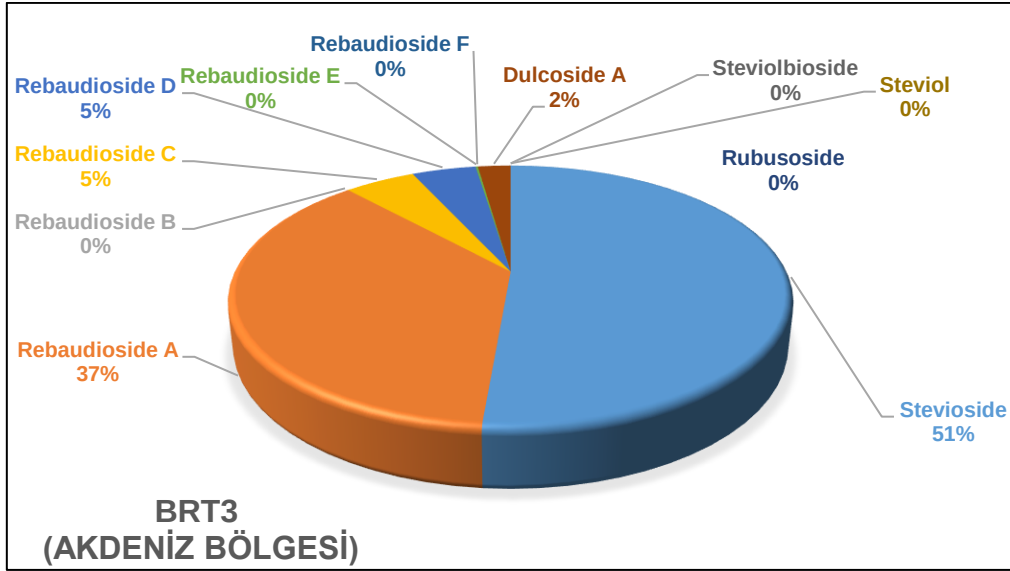
Şekil 4.13. MRTII Çeşidinin Bölgelere Göre Steviol Glikozit İçeriği Dağılımı (%)



Şekil 4.14. BRT1 Çeşidinin Bölgelere Göre Steviol Glikozit İçeriği Dağılımı (%)



Şekil 4.15. BRT2 Çeşidinin Bölgelere Göre Steviol Glikozit İçeriği Dağılımı (%)



Şekil 4.16. BRT3 Çeşidinin Bölgelere Göre Steviol Glikozit İçeriği Dağılımı (%)

Tüm bölgeler (Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Marmara Bölgesi) Steviol glikozit içerikleri bakımından bir arada değerlendirildiğinde; en iyi Stevia çeşidinin Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen MRTII ile belirtilen *Stevia morita* II çeşidi olduğu belirlenmiştir. Bu çeşidin Toplam Steviol Glikozit (TSG) içeriğinin %17.76, Rebaudioside A ve Stevioside içeriklerinin ise sırasıyla %13.98 ve %1.98 olduğu tespit edilmiştir. Steviol glikozit içeriği oransal olarak değerlendirildiğinde yaklaşık 4/5'inin (%79) Rebaudioside A olduğu görülmektedir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemizde Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi'nde olmak üzere 3 farklı bölgede ekimi yapılan *Stevia rebaudiana* Bertoni'ye ait 3 çeşit (BRT1, BRT2, BRT3) ve *Stevia morita* II'ye ait 1 çeşit (MRTII) olmak üzere toplam 4 farklı *Stevia* çeşidinden en uygun olan *Stevia* çeşidinin belirlenmesi ve en uygun bölge/bölgelerin tespiti amacıyla yapılan çalışmada elde edilen bulgular birarada değerlendirildiğinde;

- *Stevia* fidelerinin boylarının başlangıçta 9.00-22.00 cm ve büyüme-gelişme evresi sonunda ise 74.00-101.50 cm'ye ulaştığı belirlenmiştir. *Stevia rebaudiana* Bertoni bitki boylarının (101.50 cm) *Stevia morita* II çeşidine ait bitki boylarına göre (75.00 cm) çok daha uzun olduğu,
- *Stevia* çeşitlerinin yaprak en/boy oranlarının minimum 1.22-2.74, maksimum ise 2.00-3.20 arasında değiştiği ve *Stevia morita* II çeşidine ait yaprakların en/boy oranlarının (3.06-3.25) *Stevia rebaudiana* Bertoni daha fazla olduğu,
- *Stevia* çeşitlerinde toplam kuru yaprak veriminin 333.96-624.00 kg/da arasında değiştiği ve en yüksek toplam kuru yaprak veriminin Akdeniz Bölgesi'nde 624.00 kg/da ile Burhaniye'den temin edilen *Stevia rebaudiana* Bertoni'de, en düşük toplam kuru yaprak veriminin (kg/da) ise, Marmara Bölgesinde 333.96 kg/da ile *Stevia morita* II'de olduğu,
- Hasat zamanının, *Stevia* çeşitlerine ve yetiştirildiği bölgeye göre değişiklik göstermekle birlikte 65-105 gün arasında değiştiği ve *Stevia morita* II *Stevia* çeşidinin çok daha kısa sürede hasadının gerçekleştirilebildiği,
- *Stevia* çeşitlerinin Toplam Steviol Glikozit (TSG oranının %11.90-17.76, Stevioside ve Rebaudioside A oranın ise sırasıyla %1.44-8.45 ve %3.42-13.98 arasında değiştiği,
- Steviol glikozit içerikleri bakımından bir arada değerlendirildiğinde; tüm bölgeler (Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Marmara Bölgesi) içerisinde en iyi *Stevia*

çeşidinin Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen *Stevia morita* II çeşidinde olduğu (TSG %17.76, Rebaudioside A %13.98 ve Stevioside %1.98), belirlenmiştir.

Elde edilen bu bulguların ışığında;

- Morita II stevia çeşidinin hasat süresinin kısa olması nedeniyle bir hasat sezonunda daha erken zamanlarda ekim yapılarak (Nisan ortası-Mayıs başı) üç (3) yaprak hasadı yapılabilir ve daha fazla kuru yaprak verimi sağlanabilir.
- Morita II stevia çeşidinden yaklaşık 9-12 kg kuru yaprak kullanılarak %90 saflıkta 1 kg TSG ve yaklaşık 3 kg TSG’den de %99 saflıkta 1 kg Reb A ve %85 saflıkta 1.2 kg TSG üretilebilir.

Ülkemiz Stevia yetiştiriciliği açısından gerek toprak yapısı ve gerekse iklim-ekolojik koşullar açısından uygun bir bölgedir. En nemli faktör ise en uygun Stevia çeşidinin (TSG içeriği en az %12 ancak Reb A içeriği en az %60-65 olmalı) belirlenmesi ve bu amaçla daha kaliteli Stevia tohumlarının temin edilmesi gereklidir.

Bunun dışında, Stevia yetiştiriciliği kadar elde edilen Stevia yapraklarından Reb A, Reb D, Reb M gibi diğer bazı stevialı tatlandırıcıların ve ürünlerin üretilebileceği Ekstraksiyon ve Saflaştırma Tesislerinin Ülkemizde biran önce kurulabilmesi gereklidir. Bu amaçla, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü (ÇAYKUR) tarafından Rize’de Cumhuriyet Çay Fabrikası içerisinde kurulumu tamamlanan yıllık 50 ton kapasiteli bir Stevia Ekstraksiyon Tesisi bulunmaktadır. Bu tesis yıllık 15 ton Reb A, 15 ton Stevioside ve yaklaşık 100 ton Stevialı karışım ürünleri üretilebilecek kapasitedir. Üretim kapasitesi çok küçük ölçeklerdeki bu tesis yanında çok daha büyük kapasiteli ekstraksiyon tesislerinin kurulması Ülkemiz ekonomisi açısından önemli katkılar sağlayacak ve gerek çiftçimiz gerekse sanayicimizin açısından önemli kazanımlar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abelyan, L. A. ve Sembilan, N. (2010). United States Patent Extraction, Separation And Modification Of Sweet Glycosides From The *Stevia Rebaudiana* plant.
- Abou-Arab, A. E., Abou-Arab, A. A. ve Abu-Salem, M. F. (2010). Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviol glycosides produced from *Stevia rebaudiana* bertonii plant. *African Journal of Food Science*, 4(5), 269–281.
- Ahmed, B., Hossain, M., Islam, R., Saha, A.K., Mandal, A. (2011). A review on natural sweetener plant - stevia having medicinal and commercial importance. *Agronomski Glanski*, 1(2), 75–92.
- Balkır, P. (2016). *Stevia*; Fonksiyone Özellikleri Ve Gıdalarda Kullanım Olanakları. *Gıda / the Journal of Food*, 41, 435–442. doi:10.15237/gida.gd16045
- Brandle, J. E. ve Rosa, N. (1992). Heritability for yield, leaf : stem ratio and steviol glycoside content estimated from a landrace cultivar of *Stevia rebaudiana*. *Canadian Journal of Plant Science*, 72(Kinghorn 1987), 1263–1266.
- Brandle, J. E. ve Telmer, P. G. (2007). Steviol glycoside biosynthesis. *Phytochemistry*, 68(14), 1855–1863. doi:10.1016/j.phytochem.2007.02.010
- Bureau, I. (2014). Methods for Improved Production of Rebaudioside D and Rebaudioside M. Patent, WO 2014/122227, PCT/EP2014/052363.
- Cardoso, J. M. P. ve Bolini, H. M. A. (2007). Different sweeteners in peach nectar: Ideal and equivalent sweetness. *Food Research International*, 40(10), 1249–1253. doi:10.1016/j.foodres.2007.08.004
- Cariño-Cortés, R., Hernández-Ceruelos, A., Torres-Valencia, J. M., González-Avila, M., Arriaga-Alba, M. ve Madrigal-Bujaidar, E. (2007). Antimutagenicity of *Stevia pilosa* and *Stevia eupatoria* evaluated with the Ames test. *Toxicology in Vitro*, 21(4), 691–697. doi:10.1016/j.tiv.2006.12.001
- Çetin, E., Kola, O., Kelebek, H. ve Sertaç, Ö. (2019). *Stevia Rebaudiana* Bertoni bitkisinden elde edilen ve doğal tatlandırıcı özelliğine sahip steviol glikozitlerinden Rebaudioside A'nın çözünürlük değerlerinin belirlenmesi. *T.c. Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Proje No:*
- Ceunen, S. ve Geuns, J. M. C. (2013). Steviol glycosides: Chemical diversity, metabolism, and function. *Journal of Natural Products*. doi:10.1021/np400203b
- Chatsudthipong, V. ve Muanprasat, C. (2009). Steviol glycosides and related compounds: Therapeutic

- benefits beyond sweetness. *Pharmacology and Therapeutics*, 121(1), 41–54. doi:10.1016/j.pharmthera.2008.09.007
- Chaturvedula, V. S. P., Upreti, M. ve Prakash, I. (2011). Structures of the novel α -glucosyl linked diterpene glycosides from *Stevia rebaudiana*. *Carbohydrate Research*, 346(13), 2034–2038. doi:10.1016/j.carres.2011.06.023
- Dacome, A. S., Da Silva, C. C., Da Costa, C. E. M., Fontana, J. D., Adelmann, J. ve Da Costa, S. C. (2005). Sweet diterpenic glycosides balance of a new cultivar of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni: Isolation and quantitative distribution by chromatographic, spectroscopic, and electrophoretic methods. *Process Biochemistry*, 40(11), 3587–3594. doi:10.1016/j.procbio.2005.03.035
- Dinçel, E., Alçay, A. Ü. ve Badayman, M. (2018). Bir Biyo-Tatlandırıcı Olarak Steavia. *Aydın Gastronomy*, 2(2), 1–8.
- EFSA. (2010). Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides. *EFSA Journal*, 8(4), 1537. doi:10.2903/j.efsa.2010.1537.Available
- EFSA. (2015). Scientific opinion on the safety of the extension of use of steviol glycosides (E 960) as a food additive. *EFSA Journal*, 13(6), 4146. doi:10.2903/j.efsa.2015.4146
- Erkücü, A. (2009). *Glikozitlerin Süperkritik Co2 Ekstraksiyonu İle S. Rebaudiana Yapraklarından Eldesi Ve Optimizasyonu*. Ege Üniversitesi.
- FAO/WHO. (2007). Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization. Assuring Food Safety and Quality. *Guidelines for Strengthening National Food Control Systems*, 1–18. Retrieved from http://www.who.int/foodsafety/publications/capacity/en/Englsih_Guidelines_Food_control.pdf.
- Gardana, C. ve Simonetti, P. (2018). Determination of steviol glycosides in commercial extracts of *Stevia rebaudiana* and sweeteners by ultra-high performance liquid chromatography Orbitrap mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1578, 8–14. doi:10.1016/j.chroma.2018.09.057
- Gasmalla, M. A. A., Yang, R. ve Hua, X. (2014). *Stevia rebaudiana* Bertoni: An Alternative Sugar Replacer and Its Application in Food Industry. *Food Engineering Reviews*, 6(4), 150–162. doi:10.1007/s12393-014-9080-0
- Gerwig, G. J., te Poele, E. M., Dijkhuizen, L. ve Kamerling, J. P. (2016). *Stevia Glycosides: Chemical and Enzymatic Modifications of Their Carbohydrate Moieties to Improve the Sweet-Tasting Quality*. *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*, 73, 1–72. doi:10.1016/bs.accb.2016.05.001

- Geuns, J. M. C. (2003). Stevioside. *Phytochemistry*, 64(5), 913–921. doi:10.1016/S0031-9422(03)00426-6
- Ghanta, S., Banerjee, A., Poddar, A. ve Chattopadhyay, S. (2007). Oxidative DNA damage preventive activity and antioxidant potential of *Stevia rebaudiana* (bertoni) bertonii, a natural sweetener. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(26), 10962–10967. doi:10.1021/jf071892q
- Goyal, S. K., Samsher ve Goyal, R. K. (2010). *Stevia* (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(1), 1–10. doi:10.3109/09637480903193049
- Gregersen, S., Jeppesen, P. B., Holst, J. J. ve Hermansen, K. (2004). Antihyperglycemic effects of stevioside in type 2 diabetic subjects. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 53(1), 73–76. doi:10.1016/j.metabol.2003.07.013
- Hale, A. D. (2001). Una Tarea de Investigación bajo el Proyecto de Acceso a Mercados y Alivio a la Pobreza USAID / Bolivia, (806).
- Hattori, J. C. (1997). Embryogenic Callus Formation and Histological Studies From *Stevia rebaudiana*. *Education*, 9(3), 185–188.
- İnanç, A. L. ve Çınar, İ. (2009). Alternatif Doğal Tatlandırıcı: Stevia, 34(6), 411–415.
- Jaworska, K., Konetzki, J., Becker, E., Kirchhoff, E., (2011). Analysis of steviol glycosides in complex food matrices, (1131), 1.
- JECFA. (2009). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Encyclopedia of Global Health. <https://doi.org/10.4135/9781412963855.n664>
- JECFA. (2017). Glycosides from *Stevia rebaudiana* Bertoni Steviol, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). 0–21.
- JECFA, F. (2010). 73rd Report of JECFA - Chemical and Technical Assessment Steviol Glycosides. *Steviol Glycosides. Evaluation of Certain Food Additives: 73rd Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. FAO/JECFA Monograph*, 71(73), 63–71. doi:10.1016/0165-9936(82)80079-4
- Karagöz, Ş. ve Demirdöven, A. (2018). *Stevia rebaudiana* Bitkisinin Tatlandırıcı, Antioksidan ve Antimikrobiyal Özellikleri. *Akademik Gıda*, (January 2019), 431–438. doi:10.24323/akademik-gida.505522
- Karaka, B. ve Certel, M. (2006). Kapiler Elektforez Tekni ğ i ve Gıda Analizlerinde Kullanım Olanakları - Tahıl Proteinlerinin Analizine Getirdi ğ i Açılımlar, (3), 361–364.
- Karaköse, H., Müller, A. ve Kuhnert, N. (2015). Profiling and Quantification of Phenolics in *Stevia rebaudiana* Leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(41), 9188–

9198. doi:10.1021/acs.jafc.5b01944

- Kinghorn, A. D. (2002). Overview. *Stevia: The Genus Stevia*. London: Taylor ve Francis, 1, 1-17.
- Kohda, H., Kasai, R., Yamasaki, K., Murakami, K., Tanaka, O. (1976). Institute of Pharmaceutical Sciences, Hiroshima University School of Medicine, Kasumi 1-2-3, Hiroshima-shi, Japan. *Phytochemistry*, 15, 981–983.
- Kola, O. (2019). *Stevia ve Özellikleri*. Kahramanmaraş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Çiftçi Bilgilendirme Toplantısı Sunumu, Kahramanmaraş.
- Koubaa, M., Roselló-Soto, E., Šic Žlabur, J., Režek Jambrak, A., Brnčić, M., Grimi, N., ... Barba, F. (2015). Current and New Insights in the Sustainable and Green Recovery of Nutritionally Valuable Compounds from *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(31), 6835–6846. doi:10.1021/acs.jafc.5b01994
- Koyama, E., Sakai, N., Ohori, Y., Kitazawa, K., Izawa, O., Kakegawa, K., Fujino, A. ve Ui, M. (2003). Absorption and metabolism of glycosidic sweeteners of stevia mixture and their aglycone, steviol, in rats and humans. *Food and Chemical Toxicology*, 41(6), 875–883. doi:10.1016/S0278-6915(03)00039-5
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L. ve Kong, A. H. (2012). *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132(3), 1121–1132. doi:10.1016/j.foodchem.2011.11.140
- Madan, S., Ahmad, S., Singh, G. N., Kohli, K., Kumar, Y., Singh, R. ve Garg, M. (2010). *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni - A Review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1(3), 267–286.
- Mathur, S., Bulchandani, N., Parihar, S. ve Shekhawat, G. S. (2017). Critical review on steviol glycosides: Pharmacological, toxicological and therapeutic aspects of high potency zero caloric sweetener. *International Journal of Pharmacology*, 13(7), 916–928. doi:10.3923/ijp.2017.916.928
- Montazi-Borojeni, A. A., Esmaeili, S.-A., Abdollahi, E. ve Sahebkar, A. (2016). A Review on the Pharmacology and Toxicology of Steviol Glycosides Extracted from *Stevia rebaudiana*. *Current Pharmaceutical Design*, 23(11), 1616–1622. doi:10.2174/1381612822666161021142835
- Montoro, P., Molfetta, I., Maldini, M., Ceccarini, L., Piacente, S., Pizza, C. ve Macchia, M. (2013). Determination of six steviol glycosides of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) from different geographical origin by LC-ESI-MS/MS. *Food Chemistry*, 141(2), 745–753.

doi:10.1016/j.foodchem.2013.03.041

- Nunes, A. P. M., Ferreira-Machado, S. C., Nunes, R. M., Dantas, F. J. S., De Mattos, J. C. P. ve Caldeira-de-Araújo, A. (2007). Analysis of genotoxic potentiality of stevioside by comet assay. *Food and Chemical Toxicology*, 45(4), 662–666. doi:10.1016/j.fct.2006.10.015
- Panpatil, V. V ve Polasa, K. (2014). Assessment of stevia (*Stevia rebaudiana*) -natural sweetener : A review ”. Assessment of stevia (*Stevia rebaudiana*) -natural sweetener : A review, (August), 467–471.
- Perrier, J. D., Mihalov, J. J. ve Carlson, S. J. (2018). FDA regulatory approach to steviol glycosides. *Food and Chemical Toxicology*, 122, 132–142. doi:10.1016/j.fct.2018.09.062
- Pól, J., Hohnová, B. ve Hyötyläinen, T. (2007). Characterisation of *Stevia Rebaudiana* by comprehensive two-dimensional liquid chromatography time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1150(1–2), 85–92. doi:10.1016/j.chroma.2006.09.008
- Prakash, I., Markosyan, A. ve Bunders, C. (2014). Development of Next Generation Stevia Sweetener: Rebaudioside M. *Foods*, 3(1), 162–175. doi:10.3390/foods3010162
- Puri, M., Sharma, D., Barrow, C. J. ve Tiwary, A. K. (2012). Optimisation of novel method for the extraction of steviosides from *Stevia rebaudiana* leaves. *Food Chemistry*, 132(3), 1113–1120. doi:10.1016/j.foodchem.2011.11.063
- Puri, M., Sharma, D. ve Tiwari, A. K. (2011). Downstream processing of stevioside and its potential applications. *Biotechnology Advances*, 29(6), 781–791. doi:10.1016/j.biotechadv.2011.06.006
- Purkayastha, S., Markosyan, A., Prakash, I., Bhusari, S., Pugh, G., Lynch, B. ve Roberts, A. (2016). Steviol glycosides in purified stevia leaf extract sharing the same metabolic fate. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 77, 125–133. doi:10.1016/j.yrtph.2016.02.015
- Purkayastha, S., Pugh, G., Lynch, B., Roberts, A., Kwok, D. ve Tarka, S. M. (2013). In vitro metabolism of rebaudioside B, D, and M under anaerobic conditions: Comparison with rebaudioside A. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 68(2), 259–268. doi:10.1016/j.yrtph.2013.12.004
- Renwick, A. G. ve Tarka, S. M. (2008). Microbial hydrolysis of steviol glycosides. *Food and Chemical Toxicology*, 46(7 SUPPL.), 70–74. doi:10.1016/j.fct.2008.05.008
- Richman, A., Swanson, A., Humphrey, T., Chapman, R., McGarvey, B., Pocs, R. ve Brandle, J. (2005). Functional genomics uncovers three glucosyltransferases involved in the synthesis of the major sweet glucosides of *Stevia rebaudiana*. *Plant Journal*, 41(1), 56–67. doi:10.1111/j.1365-313X.2004.02275.x

- Ritu, M. ve Nandini, J. (2016). Nutritional composition of *Stevia rebaudiana*, a sweet herb, and its hypoglycaemic and hypolipidaemic effect on patients with non-insulin dependent diabetes mellitus. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(12), 4231–4234. doi:10.1002/jsfa.7627
- Roberts, A. ve Renwick, A. G. (2008). Comparative toxicokinetics and metabolism of rebaudioside A, stevioside, and steviol in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 46(7 SUPPL.). doi:10.1016/j.fct.2008.05.006
- Ruiz-Ruiz, J. C., Moguel-Ordoñez, Y. B., Matus-Basto, A. J. ve Segura-Campos, M. R. (2015). Antidiabetic and antioxidant activity of *Stevia rebaudiana* extracts (Var. Morita) and their incorporation into a potential functional bread. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 7894–7903. doi:10.1007/s13197-015-1883-3
- Saulo, A. A. (2005). Food Safety and Technology Sugars and Sweeteners in Foods. *Food Safety and Technology*, 16, 1–7. Retrieved from <http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/FST-16.pdf>
- Sezgin, A.C., Koç, F. (2016). Gastronomi Alanında Doğal Tatlandırıcı *Stevia*’nın Kullanımı Özet. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(26), 255–265.
- Sheng, Q., Su, X., Li, X., Ke, Y. ve Liang, X. (2014). A dextran-bonded stationary phase for saccharide separation. *Journal of Chromatography A*, 1345, 57–67. doi:10.1016/j.chroma.2014.03.076
- Shibata, H., Sawa, Y., Oka, T. A., Sonoke, S., Kim, K. K. ve Yoshioka, M. (1995). Steviol and steviol-glycoside: Glucosyltransferase activities in *Stevia rebaudiana* Bertoni - Purification and partial characterization. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. doi:10.1006/abbi.1995.1409
- Simonetti, P., Gardana, C., Canzi, E., Zanchi, R. ve Pietta, P. (2003). Metabolism of Stevioside and Rebaudioside A from *Stevia rebaudiana* Extracts by Human Microflora. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6618–6622. doi:10.1021/jf0303619
- Soejarto, D. D., Kinghorn, A. D. ve Farnsworth, N. R. (1982). Organoleptic evaluation of *Stevia* leaf herbarium samples for sweetness. *Journal of Natural Products*, 45(5), 590–599. doi:10.1021/np50023a013
- Soejarto, D. D. (2002). Botany of *Stevia* and *Stevia rebaudiana*. *Stevia: The Genus Stevia*. London: Taylor ve Francis, 2, 18-39.
- Starratt, A. N., Kirby, C. W., Pocs, R. ve Brandle, J. E. (2002). Rebaudioside F, a diterpene glycoside from *Stevia rebaudiana*. *Phytochemistry*, 59(4), 367–370. doi:10.1016/S0031-9422(01)00416-2

- Tadhani, M. B., Patel, V. H. ve Subhash, R. (2007). In vitro antioxidant activities of *Stevia rebaudiana* leaves and callus. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3–4), 323–329. doi:10.1016/j.jfca.2006.08.004
- Tanaka, O. (1982). Steviol-glycosides: New natural sweeteners. *Trends in Analytical Chemistry*, 1(11), 246–248. doi:10.1016/0165-9936(82)80079-4
- Toskulkao, C. ve Chaturat, L. (1997). Acute toxicity of stevioside, a natural sweetener,. *Drug and Chemical Toxicology*, 20(1ve2), 31–44.
- Toskulkao, C., Hutapea, A. M., Buddhasukh, D., Wilairat, P. ve Glinsukon, T. (1997). Digestion of Stevioside, a Natural Sweetener, by Various Digestive Enzymes. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 23, 177–186. doi:10.3164/jcbl.23.177
- Wallin, H. (2007). Steviol Glycosides Chemical and Technical Assessment Revised by Harriet Wallin for the 69. Steviol Glycosides (CTA) 2007, 1, (7).
- Wölwer-Rieck, U. (2012). The leaves of *Stevia rebaudiana* (Bertoni), their constituents and the analyses thereof: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(4), 886–895. doi:10.1021/jf2044907
- Yıldırım, K. (2017). *Stevia rebaudiana* Bertoni Bitkisinin İ n vitro Üretim Potansiyeli ve Tokat Ş artlar ı na Adaptasyonu In Vitro Production ... *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1), 238–251.
- Yıldız-Ozturk, E., Tag, O. ve Yesil-Celiktas, O. (2014). Subcritical water extraction of steviol glycosides from *Stevia rebaudiana* leaves and characterization of the raffinate phase. *Journal of Supercritical Fluids*, 95, 422–430. doi:10.1016/j.supflu.2014.10.017
- Zhang, S. Q., Kumar, A. ve Kutowy, O. (2000). Membrane-based separation scheme for processing sweeteners from stevia leaves. *Food Research International*, 33(7), 617–620. doi:10.1016/S0963-9969(00)00098-3
- Zhang, S. shan, Chen, H., Xiao, J. yu, Liu, Q., Xiao, R. feng ve Wu, W. (2019). Mutations in the uridine diphosphate glucosyltransferase 76G1 gene result in different contents of the major steviol glycosides in *Stevia rebaudiana*. *Phytochemistry*, 162(December 2018), 141–147. doi:10.1016/j.phytochem.2019.03.008

Common Name	Trivial Name	R ₁	R ₂	Chemical Name	CAS Number	Chemical Formula	Formula Weight
Group 1: Steviol + Glucose (SvGn)							
<u>Steviolmonoside</u>	SvG1	H	Glcβ1-	13-[(β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid	60129-60-4	C ₂₈ H ₄₀ O ₈	481
<u>Steviolmonoside A</u>	SvG1	Glcβ1-	H	13-[(hydroxy)kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	64977-89-5	C ₂₈ H ₄₀ O ₈	481
<u>Rubusoside</u>	SvG2	Glcβ1-	Glcβ1-	13-[(β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	64849-39-4	C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃	643
<u>Steviolbioside</u>	SvG2	H	Glcβ(1-2)Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid	41093-60-1	C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃	643
Stevioside	SvG3	Glcβ1-	Glcβ(1-2)Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	57817-89-7	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	805
Stevioside A Or Rebaudioside KA	SvG3	Glcβ(1-2)Glcβ1-	Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid 4'-O-β-D-glucopyranosyl-deoxy-(1,2)-O-[β-(d-glucopyranosyl) ester	127345-20-4	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	805
Stevioside B	SvG3	Glcβ(1-3)Glcβ1-	Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, O-β-D-glucopyranosyl-deoxy-(1,3)-O-[β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	805
Rebaudioside B	SvG3	H	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)-3-O-β-D-glucopyranosyl]-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid	58543-17-2	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	805

Common Name	Trivial Name	R ₁	R ₂	Chemical Name	CAS Number	Chemical Formula	Formula Weight
Rebaudioside G	SvG3	Glcβ1-	Glcβ(1-3)Glcβ1	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid(4')-O-β-D-glucopyranosyl ester	127345-21-5	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	805
Rebaudioside E	SvG4	Glcβ(1-2)Glcβ1-	Glcβ(1-2)Glcβ1-	13-[(O-β-D-glucopyranosyl-(1,2)-O-[β-D-glucopyranosyl)-oxy]-kaur-16-en-18-oic acid (4')-O-β-D-glucopyranosyl-deoxy-(1,2)-O-[β-D-glucopyranosyl ester	63279-14-1	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₃	967
Rebaudioside A	SvG4	Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	58543-16-1	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₃	967
Rebaudioside A2	SvG4	Glcβ1-	Glcβ(1-6)[Glcβ(1-2)]Glcβ1-	13-[(6-O-β-D-glucopyranosyl-2-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl ester	1326217-29-1	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₃	967
Rebaudioside D	SvG5	Glcβ(1-2)Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	63279-13-0	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1129
Rebaudioside L	SvG5	Glcβ1-	Glcβ(1-6)Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(6-O-β-D-glucopyranosyl-2-O-β-D-glucopyranosyl-3-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl ester	1220616-38-5	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1129

Common Name	Trivial Name	R ₁	R ₂	Chemical Name	CAS Number	Chemical Formula	Formula Weight
<u>Steviolmonoside</u>	SvG1	H	<u>Glcβ1-</u>	13-[(<u>β-D-glucopyranosyl</u>)oxy]kaur-16-en-18-oic acid	60129-60-4	C ₂₈ H ₄₀ O ₈	481
<u>Steviolmonoside A</u>	SvG1	<u>Glcβ1-</u>	H	13-[(<u>hydroxy</u>)kaur-16-en-18-oic acid, <u>β-D-glucopyranosyl</u>] ester	64977-89-5	C ₂₈ H ₄₀ O ₈	481
<u>Rubusoside</u>	SvG2	<u>Glcβ1-</u>	<u>Glcβ1-</u>	13-[(<u>β-D-glucopyranosyl</u>)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, <u>β-D-glucopyranosyl</u>] ester	64849-39-4	C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃	643
<u>Steviolbioside</u>	SvG2	H	<u>Glcβ(1-2)Glcβ1-</u>	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid	41093-60-1	C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃	643
Stevioside	SvG3	<u>Glcβ1-</u>	<u>Glcβ(1-2)Glcβ1-</u>	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, <u>β-D-glucopyranosyl</u>] ester	57817-89-7	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	805
Stevioside A Or Rebaudioside KA	SvG3	<u>Glcβ(1-2)Glcβ1-</u>	<u>Glcβ1-</u>	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid 4'-O-β-D-glucopyranosyl-deoxy-(1,2)-O-[<u>β(-D-glucopyranosyl</u>] ester	127345-20-4	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	805
Stevioside B	SvG3	<u>Glcβ(1-3)Glcβ1-</u>	<u>Glcβ1-</u>	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, O-β-D-glucopyranosyl-deoxy-(1,3)-O-[<u>β-D-glucopyranosyl</u>] ester	-	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	805
Rebaudioside B	SvG3	H	<u>Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-</u>	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid	58543-17-2	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	805

Common Name	Trivial Name	R ₁	R ₂	Chemical Name	CAS Number	Chemical Formula	Formula Weight
Rebaudioside I	SvG5	<u>Glcβ(1-3)</u> <u>Glcβ1-</u>	<u>Glcβ(1-2)</u> <u>[Glcβ(1-3)]Glcβ1-</u>	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1129
Rebaudioside I ₂	SvG5	<u>Glcβ1-</u>	<u>Glcα(1-3)</u> <u>Glcβ(1-2)</u> <u>[Glcβ(1-3)]Glcβ1-</u>	13-[(3-O-β-D-glucopyranosyl-2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1129
Rebaudioside I ₃	SvG5	<u>[Glcβ(1-2)</u> <u>Glcβ(1-6)]Glcβ1-</u>	<u>Glcβ(1-2)</u> <u>Glcβ1-</u>	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl-6-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1129
Rebaudioside Q	SvG5	<u>Glcβ1-</u>	<u>Glcα(1-4)</u> <u>Glcβ(1-2)]Glcβ(1-3)]Glcβ1-</u>	13-[(4-O-β-D-glucopyranosyl-2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1129
Rebaudioside Q ₂	SvG5	<u>[Glcα(1-2)</u> <u>Glcα(1-4)]Glcβ1-</u>	<u>Glcβ(1-2)</u> <u>Glcβ1-</u>	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl-4-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1129
Rebaudioside Q ₃	SvG5	<u>Glcβ1-</u>	<u>Glcα(1-4)</u> <u>Glcβ(1-3)</u> <u>[Glcβ(1-2)]Glcβ1-</u>	13-[(4-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-2-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1129

Common Name	Trivial Name	R ₁	R ₂	Chemical Name	CAS Number	Chemical Formula	Formula Weight
Rebaudioside M	SvG6	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(O-β-D-glucopyranosyl-(1,2)-O-[β-D-glucopyranosyl-(1,3)]-β-D-glucopyranosyl)oxy]-kaur-16-en-18-oic acid (4')-O-β-D-glucopyranosyl-(1,2)-O-[β-D-glucopyranosyl-(1,3)]-β-D-glucopyranosyl ester	1220616-44-3	C ₅₈ H ₈₀ O ₃₃	1291
Related SvGn#1		-	-	-	-	C ₂₁ H ₃₀ O ₁₁	458
Related SvGn#2		-	-	-	-	C ₄₀ H ₇₀ O ₂₄	982
Related SvGn#3		-	-	-	-	C ₃₂ H ₅₂ O ₁₅	676
Related SvGn#4		-	-	-	-	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1129
Related SvGn#5		-	-	-	-	C ₄₀ H ₇₀ O ₂₄	982
Group 2: Steviol + Rhamnose + Glucose (SvR1Gn)							
Dulcoside A	SvR1G2	Glcβ1-	Rhaα(1-2)Glcβ1-	13-[(2-O-α-L-rhamnopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	64432-06-0	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₇	789
Dulcoside C	SvR1G2	H	Rhaα(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-rhamnopyranosyl-3-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl -oxy]kaur-16-en-18-oic acid		C ₃₈ H ₆₀ O ₁₇	789
Rebaudioside C	SvR1G3	Glcβ1-	Rhaα(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-α-L-rhamnopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	63550-99-2	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₂	951

Common Name	Trivial Name	R ₁	R ₂	Chemical Name	CAS Number	Chemical Formula	Formula Weight
Rebaudioside C2	SvR1G3	Rha α (1-2)Glc β 1	Glc β (1-2)Glc β 1-	13-[(2-O- β -D-glucopyranosyl)- β -D-glucopyranosyl]oxy]-kaur-16-en-18-oic acid, 2-O- β -rhamnopyranosyl- β -D-glucopyranosyl ester	-	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₂	951
Rebaudioside N	SvR1G5	Rha α (1-2)[Glc β (1-3)]Glc β 1-	Glc β (1-2)[Glc β (1-3)]Glc β 1-	13-[(2-O- β -D-glucopyranosyl)-(1,2)-O- β -D-glucopyranosyl-(1,3)]- β -D-glucopyranosyl]oxy]-kaur-16-en-18-oic acid (4')-O-2-deoxy-L-rhamnopyranosyl-3-O- β -D-glucopyranosyl- β -D-glucopyranosyl ester	1220616-46-5	C ₅₈ H ₉₀ O ₃₂	1274
Rebaudioside O	SvR1G6	Glc β (1-3)Rha α (1-2)[Glc β (1-3)]Glc β 1-	Glc β (1-2)[Glc β (1-3)]Glc β 1-	13-[(2-O- β -D-glucopyranosyl-3-O- β -D-glucopyranosyl]oxy]-ent-kaur-16-en-19-oic acid-[(2-O-(3-O- β -D-glucopyranosyl)- α -L-rhamnopyranosyl)-3-O- β -D-glucopyranosyl- β -D-glucopyranosyl ester]	1220616-48-7	C ₆₂ H ₁₀₀ O ₃₇	1436
Rebaudioside O2	SvR1G6	Glc β (1-4*)Rha α (1-2)[Glc β (1-3)]Glc β 1-	Glc β (1-2)[Glc β (1-3)]Glc β 1-	13-[(O- β -D-glucopyranosyl-(1,2)-O- β -D-glucopyranosyl-(1,3)]- β -D-glucopyranosyl]oxy]-kaur-16-en-18-oic acid (4')-O- β -D-glucopyranosyl-(1,4)-O-6-deoxy-L-rhamnopyranosyl-(1,2)-O- β -D-glucopyranosyl-(1,3)]- β -D-glucopyranosyl ester	-	C ₆₂ H ₁₀₀ O ₃₇	1436

Common Name	Trivial Name	R ₁	R ₂	Chemical Name	CAS Number	Chemical Formula	Formula Weight
Rebaudioside K	SvR1G4	Glcβ(1-2)Glcβ1-	Rhaα(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-rhamnopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	1220616-40-9	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₇	1112
Rebaudioside S	SvR1G3	Rhaα(1-2)Glcβ1-	Glcα(1-2)Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, O-2-deoxy-L-rhamnopyranosyl β-D-glucopyranosyl ester	1931085-11-8	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₂	951
Rebaudioside K ₂	SvR1G4	Glcβ(1-6)Glcβ1-	Rhaα(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-rhamnopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 6-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₇	1112
Rebaudioside H	SvR1G4	Glcβ1-	Glcβ(1-3)Rhaα(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(3-O-β-D-glucopyranosyl-2-O-β-D-rhamnopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	1220616-36-3	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₇	1112
Rebaudioside J	SvR1G4	Rhaα(1-2)Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-6-deoxy-L-rhamnopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	1313049-59-0	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₇	1112
Group 3: Steviol + Xylose + Glucose (SvX1Gn)							
Stevioside F	SvX1G2	Glcβ1-	Xylβ(1-2)Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-xylopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₇	775

Common Name	Trivial Name	R ₁	R ₂	Chemical Name	CAS Number	Chemical Formula	Formula Weight
Rebaudioside F	SvX1G3	Glcβ1-	Xylβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-xylopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	438045-89-7	C ₄₃ H ₆₈ O ₂₂	937
Rebaudioside F2	SvX1G3	Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Xylβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-xylopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₄₃ H ₆₈ O ₂₂	937
Rebaudioside F3	SvX1G3	Xylβ(1-6)Glcβ1-	Glcβ(1-2)Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 6-O-β-D-xylopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₄₃ H ₆₈ O ₂₂	937
Rebaudioside R	SvX1G3	Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Glcβ1-3]Xylβ1	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-xylopyranosyl-3]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	1931083-53-2	C ₄₃ H ₆₈ O ₂₂	937
Rebaudioside U2	SvX1G4	Xylβ(1-2*)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	Glcβ(1-2)Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-xylopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₂ O ₂₆	1099
Rebaudioside T	SvX1G4	Xylβ(1-2)Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-xylopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₂ O ₂₆	1099
Rebaudioside V2	SvX1G5	Xylβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-xylopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₆ H ₈₂ O ₃₁	1261

Common Name	Trivial Name	R ₁	R ₂	Chemical Name	CAS Number	Chemical Formula	Formula Weight
Rebaudioside V	SvX1G5	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	Xylβ(1-2*)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-xylopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₂ O ₃₁	1261
Group 4: Steviol + Arabinose + Glucose (SvA1Gn)							
Rebaudioside U	SvA1G4	Araα(1-2*)Glcβ1	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₂ O ₂₈	1098
Rebaudioside W	SvA1G4	Glcβ(1-2)[Araβ(1-3*)]Glcβ1	Glcβ(1-2)[Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-arabinopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₂ O ₂₈	1098
Rebaudioside W2	SvA1G4	Araβ(1-2*)Glcβ1	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-arabinopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₂ O ₂₈	1098
Rebaudioside W3	SvA1G4	Araβ(1-6)Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 6-O-β-D-arabinopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₂ O ₂₈	1098
Rebaudioside Y	SvA1G5	Glcβ(1-2)[Araβ(1-3*)]Glcβ1	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-arabinopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₂ O ₃₁	1260

Common Name	Trivial Name	R ₁	R ₂	Chemical Name	CAS Number	Chemical Formula	Formula Weight
Group 5: Steviol + Galactose + Glucose (SvGa1Gn)							
Rebaudioside T1	SvGa1G4	Galβ(1-2*)Glcβ1-3)	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, 2-O-β-D-galactopyranosyl-β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1128
Group 6: Steviol + Fructose + Glucose (SvFruGn)							
Rebaudioside A3	SbF1G3	Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Fruβ(1-3)]Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-fructofuranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₂	951
Group 7: Steviol + -de-oxy glucose + Glucose (SvdG1Gn)							
Stevioside D	SvDg1G2	Glcβ1-	6-deoxy Glcβ(1-2)Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-6-deoxyglucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₇	789
Stevioside E	SvDg1G3	Glcβ1-	6-deoxy Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)] Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-6-deoxyglucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-glucopyranosyl ester	-	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₂	951
Stevioside E2	SvDg1G3	6-deoxy Glcβ1-	Glcβ(1-2)[Glcβ(1-3)] Glcβ1-	13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl)-β-D-glucopyranosyl]oxy]kaur-16-en-18-oic acid, β-D-6-deoxyglucopyranosyl-ester	-	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₂	951

Steviol (R₁ = R₂ = H) is the aglycone of the steviol glycosides. Glc, Rha, Fru, deoxyGlc, Gal, Ara and Xyl represent, respectively, glucose, rhamnose, fructose, deoxyglucose, galactose, arabinose and xylose sugar moieties.

Note: This list is not exhaustive. More steviol glycosides may have been identified in stevia leaf extracts in the literature

Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin I. Döneme Ait Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı(%)

BÖLGE	ÇEŞİT	STEVİOL GLİKOZİTLER (%)											TSG	Reb-A/TSG (%)	Reb-D/TSG (%)
		Stv	Reb A	Reb B	Reb C	Reb D	Reb E	Reb F	Dul A	Sbio	Steviol	Rub			
Akdeniz Bölgesi	BRT1	2,89	1,38	0,00	0,00	1,14	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	5,61	24,60	20,32
	BRT2	1,65	1,88	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	3,56	52,81	0,00
	BRT3	4,12	1,97	0,00	0,44	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	6,63	29,71	0,00
	MRTII	1,50	5,95	0,00	0,44	0,36	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	8,29	71,77	4,34
Karadeniz Bölgesi	BRT1	3,16	1,22	0,00	0,00	0,96	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	5,36	22,76	17,91
	BRT2	1,42	1,32	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77	47,65	0,00
	BRT3	3,38	2,56	0,01	0,52	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	6,48	39,51	0,00
	MRTII	0,85	5,96	0,00	0,32	0,45	0,01	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	7,84	76,02	5,74
Marmara Bölgesi	BRT1	2,94	1,06	0,00	0,00	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,39	19,67	25,79
	BRT2	1,20	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	2,36	48,73	0,00
	BRT3	3,66	2,04	0,00	0,66	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	6,38	31,97	0,16
	MRTII	0,90	4,74	0,00	0,60	0,63	0,42	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	7,66	61,88	8,22

Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin II. Döneme Ait Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı(%)

BÖLGE	ÇEŞİT	STEVİOL GLİKOZİTLER (%)											TSG	Reb-A/TSG (%)	Reb-D/TSG (%)
		Stv	Reb A	Reb B	Reb C	Reb D	Reb E	Reb F	Dul A	Sbio	Steviol	Rub			
Akdeniz Bölgesi	BRT1	3,78	2,40	0,00	0,01	1,26	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	7,65	31,37	16,47
	BRT2	3,85	2,24	0,00	0,10	0,80	0,08	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	7,13	31,42	11,22
	BRT3	4,22	2,02	0,45	1,12	0,01	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	8,02	25,19	0,12
	MRTII	1,85	9,24	0,01	0,68	0,40	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	12,30	75,12	3,25
Karadeniz Bölgesi	BRT1	4,57	1,32	0,00	0,00	1,10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	18,86	15,71
	BRT2	4,15	1,54	0,00	0,22	0,64	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,81	22,61	9,40
	BRT3	3,85	1,24	0,62	0,80	0,12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	6,64	18,67	1,81
	MRTII	1,52	8,64	0,00	0,85	0,30	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,33	76,26	2,65
Marmara Bölgesi	BRT1	4,23	1,28	0,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,61	19,36	16,64
	BRT2	3,47	1,68	0,00	0,30	0,56	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,55	25,65	8,55
	BRT3	3,58	1,38	0,40	0,72	0,55	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	6,93	19,91	7,94
	MRTII	1,40	8,52	0,00	0,94	0,44	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,40	74,74	3,86

Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin III. Döneme Ait Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı(%)

BÖLGE	ÇEŞİT	STEVİOL GLİKOZİTLER (%)											TSG	Reb-A/TSG (%)	Reb-D/TSG (%)
		Stv	Reb A	Reb B	Reb C	Reb D	Reb E	Reb F	Dul A	Sbio	Steviol	Rub			
Akdeniz Bölgesi	BRT1	7,44	1,86	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	11,20	16,61	0,00
	BRT2	4,98	4,12	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	10,42	39,54	0,00
	BRT3	4,92	5,38	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	11,67	46,10	0,00
	MRTII	2,10	11,28	0,00	1,96	0,24	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,59	72,35	1,54
Karadeniz Bölgesi	BRT1	6,93	2,32	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	10,85	21,36	0,00
	BRT2	5,92	3,41	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	11,08	30,77	0,00
	BRT3	5,97	3,53	0,00	1,27	0,00	0,00	0,00	1,57	0,00	0,00	0,00	12,34	28,59	0,00
	MRTII	1,96	11,05	0,00	2,19	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,22	72,60	0,00
Marmara Bölgesi	BRT1	7,10	2,00	0,00	1,44	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	10,55	18,96	0,00
	BRT2	6,56	2,68	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	10,60	25,28	0,00
	BRT3	6,24	2,90	0,20	1,65	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	11,09	26,15	0,00
	MRTII	1,34	12,30	0,00	1,12	0,20	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	15,08	81,56	1,33

Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin IV. Döneme Ait Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı(%)

BÖLGE	ÇEŞİT	STEVİOL GLİKOZİTLER (%)											TSG	Reb-A/TSG (%)	Reb-D/TSG (%)
		Stv	Reb A	Reb B	Reb C	Reb D	Reb E	Reb F	Dul A	Sbio	Steviol	Rub			
Akdeniz Bölgesi	BRT1	8,52	2,12	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,20	0,01	0,00	0,00	11,43	18,55	0,00
	BRT2	5,35	4,85	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	11,46	42,32	0,00
	BRT3	5,60	5,23	0,00	0,56	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	12,04	43,44	0,00
	MRTII	2,26	12,40	0,00	3,11	0,00	0,01	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	17,98	68,97	0,00
Karadeniz Bölgesi	BRT1	7,00	4,30	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	12,55	34,26	0,00
	BRT2	4,44	4,65	0,00	1,88	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	11,35	40,97	0,00
	BRT3	4,84	4,24	0,00	1,90	0,00	0,00	0,01	0,38	0,00	0,00	0,00	11,37	37,29	0,00
	MRTII	2,10	11,68	0,00	3,85	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	17,83	65,51	0,00
Marmara Bölgesi	BRT1	6,12	3,72	0,00	1,56	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	12,19	30,52	0,00
	BRT2	4,17	4,08	0,00	1,47	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	10,23	39,92	0,00
	BRT3	4,57	4,36	0,00	1,61	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	11,12	39,22	0,00
	MRTII	1,04	11,83	0,00	4,98	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,94	65,91	0,00

Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin V. Döneme Ait Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı (%)

BÖLGE	ÇEŞİT	STEVİOL GLİKOZİTLER (%)											TSG	Reb-A/TSG (%)	Reb-D/TSG (%)
		Stv	Reb A	Reb B	Reb C	Reb D	Reb E	Reb F	Dul A	Sbio	Steviol	Rub			
Akdeniz Bölgesi	BRT1	8,60	3,20	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,35	0,01	0,00	0,00	12,48	25,64	0,00
	BRT2	6,95	5,32	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	13,16	40,43	0,00
	BRT3	6,34	6,12	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	13,46	45,47	0,00
	MRTII	1,44	13,98	0,16	1,44	0,32	0,02	0,36	0,02	0,01	0,00	0,01	17,76	78,72	1,80
Karadeniz Bölgesi	BRT1	6,26	5,34	0,00	1,12	0,00	0,01	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	13,15	40,61	0,00
	BRT2	5,56	4,40	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	12,16	36,18	0,00
	BRT3	6,02	5,36	0,00	1,62	0,00	0,00	0,01	0,22	0,00	0,00	0,00	13,23	40,51	0,00
	MRTII	1,98	12,95	0,01	1,12	0,58	0,01	0,00	0,25	0,00	0,24	0,00	17,14	75,55	3,38
Marmara Bölgesi	BRT1	7,10	4,10	0,00	1,05	0,00	0,00	0,01	0,65	0,00	0,00	0,00	12,91	31,76	0,00
	BRT2	5,95	5,10	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	13,07	39,02	0,00
	BRT3	5,86	5,30	0,00	0,98	0,00	0,01	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	12,57	42,16	0,00
	MRTII	3,12	11,56	0,00	1,56	0,55	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	16,97	68,12	3,24

Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin VI. Döneme Ait Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı(%)

BÖLGE	ÇEŞİT	STEVİOL GLİKOZİTLER (%)											TSG	Reb-A/TSG (%)	Reb-D/TSG (%)
		Stv	Reb A	Reb B	Reb C	Reb D	Reb E	Reb F	Dul A	Sbio	Steviol	Rub			
Akdeniz Bölgesi	BRT1	7,12	4,20	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	12,72	33,02	0,00
	BRT2	8,96	4,18	0,00	0,35	0,22	0,00	0,00	0,30	0,00	0,22	0,00	14,23	29,37	1,55
	BRT3	7,30	4,96	0,00	0,70	0,50	0,01	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	13,77	36,02	3,63
	MRTII	Hasadı Yapılmıştır													
Karadeniz Bölgesi	BRT1	9,00	3,20	0,25	0,66	0,20	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	13,32	24,02	1,50
	BRT2	6,45	3,96	0,35	0,90	0,12	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	12,43	31,86	0,97
	BRT3	7,55	4,75	0,40	0,80	0,20	0,01	0,00	0,08	0,00	0,20	0,00	13,99	33,95	1,43
	MRTII	Hasadı Yapılmıştır													
Marmara Bölgesi	BRT1	8,52	4,50	0,00	0,24	0,30	0,00	0,00	0,40	0,00	0,08	0,00	14,04	32,05	2,14
	BRT2	6,98	5,12	0,00	0,45	0,62	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	13,37	38,29	4,64
	BRT3	6,60	5,32	0,00	0,45	0,65	0,00	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	13,12	40,55	4,95
	MRTII	Hasadı Yapılmıştır													

Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Stevia Çeşitlerinin VII. Döneme Ait Steviol Glikozit İçerikleri ve Dağılımı(%)

BÖLGE	ÇEŞİT	STEVİOL GLİKOZİTLER (%)											TSG	Reb-A/TSG (%)	Reb-D/TSG (%)
		Stv	Reb A	Reb B	Reb C	Reb D	Reb E	Reb F	Dul A	Sbio	Steviol	Rub			
Akdeniz Bölgesi	BRT1	6,53	3,85	0,00	1,28	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	12,08	31,87	0,00
	BRT2	7,12	4,96	0,00	0,72	0,45	0,00	0,00	0,30	0,00	0,22	0,00	13,77	36,02	3,27
	BRT3	6,80	4,88	0,00	0,65	0,59	0,02	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	13,24	36,86	4,46
	MRTII	Hasadı Yapılmıştır													
Karadeniz Bölgesi	BRT1	7,68	3,60	0,45	0,86	0,22	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	12,82	28,08	1,72
	BRT2	5,68	4,28	0,40	0,86	0,26	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	11,90	35,97	2,19
	BRT3	6,12	5,12	0,46	0,68	0,35	0,01	0,00	0,28	0,00	0,20	0,00	13,22	38,73	2,65
	MRTII	Hasadı Yapılmıştır													
Marmara Bölgesi	BRT1	8,45	3,42	0,00	0,20	0,26	0,00	0,00	0,25	0,00	0,54	0,00	13,12	26,07	1,98
	BRT2	6,12	4,80	0,00	0,68	0,96	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	12,70	37,80	7,56
	BRT3	5,68	5,30	0,00	0,66	0,82	0,00	0,01	0,10	0,00	0,00	0,00	12,57	42,16	6,52
	MRTII	Hasadı Yapılmıştır													

ÖZGEÇMİŞ

Ziya GEVREK 1992 yılında Adana’da doğdu. Lise öğrenimini Tarsus Mustafa Kemal Anadolu Lisesinde tamamladı. 2010 yılında başladığı Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ndeki lisans eğitimini 2016 yılında tamamladı. Halen 2018 yılından bu yana da Adana’da Kurulu bulunan “Sunar Grup A.Ş.” bünyesinde yeralan “Sunar Mısır Ent. Tes. San. Tic. A.Ş.”de Gıda Mühendisi olarak çalışma hayatına devam etmektedir.

