**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# GIDA BİYOTEKNOLOJİSİNDE BİYOİNFORMATİK UYGULAMALAR

**Zeynep AĞIRBAŞLI**

**Eylül, 2015**
**İZMİR**

# GIDA BİYOTEKNOLOJİSİNDE BİYOİNFORMATİK UYGULAMALAR

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Biyoteknoloji Anabilim Dalı**

**Zeynep AĞIRBAŞLI**

**Eylül, 2015**

**İZMİR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU**

**ZEYNEP AĞIRBAŞLI,** tarafından **PROF.DR.LEVENT ÇAVAŞ** yönetiminde hazırlanan **"GIDA BİYOTEKNOLOJİSİNDE BİYOİNFORMATİK UYGULAMALAR"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr.Levent Çavaş

Yönetici

Doç.Dr. Emel Kurnoğlu
Kadeniz

Jüri Üyesi

Doç.Dr. Senol Alpat

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince gösterdiği destek ve katkıları için danışman hocam Sayın Prof. Dr. Levent Çavaş'a çok teşekkür ederim.

Prof.Dr. Levent Çavaş'ın ekibinde yer alan lisansüstü öğrenci arkadaşlarıma eğitim süresince gösterdikleri yardımlardan ötürü teşekkür ederim.

Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Fakültesi, Bilgisayar Bilimleri Bölümünden Doç.Dr. Çağın Kandemir Çavaş'a örnek bir *in silico* hidroliz programı oluşturmadaki katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Son olarak, her zaman yanımda olan aileme çok teşekkür ederim. Bu tez gösterdikleri destek ve sevgi ile hazırlandı.

Zeynep AĞIRBAŞLI

## GIDA BİYOTEKNOLOJİSİNDE BİYOİNFORMATİK UYGULAMALAR

## ÖZ

Biyoinformatik; biyoloji, moleküler biyoloji ve genetik, biyokimya, istatistik, bilgisayar bilimleri ve elektrik elektronik mühendisliği gibi birçok alanın, DNA ve protein veritabanları üzerine odaklanması sonucu ortaya çıkan çok disiplinli bir araştırma alanıdır. Biyoinformatik, genom projesi ile ortaya çıkan verilerin değerlendirilmesine yönelik birçok yazılımın geliştirilmesini sağlamıştır. Günümüze kadar geliştirilen *in silico* araçların büyük bir kısmı DNA ve protein dizilimleri üzerine olsa da, son yıllarda gıda biyoteknolojisi alanında da biyoinformatik yazılımlar geliştirilmeye başlanmıştır. Sunulan yüksek lisans tez çalışmasında, Akdeniz'de yayılımcı türlerinden dolayı meşhur olan *Caulerpa* genusunda yer alan biyoaktif peptidlerin saptanması hedeflenmiştir. Bu çalışmada 4 değişik *Caulerpa* türünün rubisc/o enzimi biyoaktif peptidler yönünden değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre *C. racemosa* var. *lamourouxii* ve *C. racemosa f. occidentalis* rubisc/o'ları biyoaktif peptidler açısından en iyi potansiyeli göstermişlerdir. Elde edilen veriler literatürdeki benzer çalışmalarla kıyaslandığında *Caulerpa* türlerinde dikkate değer oranda biyoaktif peptidin varlığı saptanmıştır. Ülkemiz kıyılarında biyolojik kirlilik unsuru olarak değerlendirilen *Caulerpa* türlerinin eradikasyonunun araştırılması yerine bu türlerden tıbbi öneme sahip olan biyoaktif peptidlerin izolasyonu ülkemiz ekonomisine katkı sağlayabilecek yeni bir alan olabilir.

**Anahtar kelimeler**: *Caulerpa* türleri, biyoaktif peptidler, biyoinformatik, *in silico* analiz

**BIOINFORMATICS APPLICATIONS IN FOOD BIOTECHNOLOGY**

## ABSTRACT

Bioinformatics; is a multi disciplinary research area emerged as a result of multiple areas such as biology, molecular biology and genetics, biochemistry, statistics, computer sciences an electrical and electronics engineering through focusing on DNA and protein databases. Bioinformatics has up to date provided many *in silico* softwares to evaluate date originated through genome project. Although until today a large part of *in silico* tools focuse on DNA and protein sequences, the development of bioinformatics softwares on food biotechnology area has also started. In this master thesis, it was aimed to identify bioactive peptides present in *Caulerpa* species which have famous due to their spread type in the Mediterranean Sea. In this study, 4 different rubisc/o enzyme of *Caulerpa* species were evaluated for bioactive peptides. According to results, rubisc/o of *C. racemosa* var. *lamourouxii* and *C. racemosa f. occidentalis* showed the best potential in terms of bioactive peptides. When the obtained data were compared to similar reseaches in the literature, the presence of considerable amount of bioactive peptides was determined in *Caulerpa* species. Instead of researching eradication method of *Caulerpa* species which are considered as biological pollution on the shores of our country, the isolation of bioactive peptides from these species that have medical significance can be a novel area that will contribute to our country's economy.

**Keywords**: *Caulerpa* species, bioactive peptides, bioinformatics, *in silico* analysis

**İÇİNDEKİLER**

**Sayfa**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU ..... ii**

**TEŞEKKÜR ..... iii**

**ÖZ ..... iv**

**ABSTRACT ..... v**

**ŞEKİLLER LİSTESİ ..... ix**

TABLOLAR LİSTESİ ..... xiii

**BÖLÜM BİR - GİRİŞ ..... 1**

1.1 Biyoinformatik ve Gelişimi ..... 1
1.1.1 İnsan Genom Projesi ..... 2
1.2 Biyoinformatik ve Uygulama Alanları ..... 3
1.2.1 Omik Teknolojiler ..... 3
1.2.2 Klinik Biyoinformatik ..... 4
1.2.3 Filogenetik Araştırmalar ..... 5
1.2.4 Gıda Bilimi ..... 5
1.3 Biyoinformatik Veritabanları ve *In silico* Araçlar ..... 7
1.3.1 ExPASy ..... 7
1.3.2 Entrez ..... 9
1.3.3 UniProt ..... 9
1.3.4 DDBJ ..... 10
1.3.5 GenBank ..... 11
1.3.6 PDB ..... 12
1.3.7 NCBI Protein Veritabanı ..... 13
1.3.8 EMBL-EMI ..... 13
1.3.9 BLAST ..... 14
1.3.10 FASTA ..... 15

1.3.11 ClustalW2.0 ..... 17
1.4 Protein ve Yapısı ..... 20
1.5 Biyoaktif Peptidler ..... 20
1.5.1 Tez Kapsamında İncelenen Biyoaktif Peptidler ..... 22
1.5.1.1 ACE İnhibitörü Biyoaktif Peptidler ..... 22
1.5.1.2 Antioksidatif Peptidler ..... 23
1.5.1.3 Antitrombotik Peptidler ..... 24
1.5.1.4 Antiamnezik Peptidler ..... 24
1.5.1.5 Dipeptidil Endopeptidaz–IV (DPP–IV) İnhibitörü Peptidler ..... 25
1.5.1.6 Ubikutin Aracılı Proteoliz (UbMP) Aktivatörü Peptidler ..... 25
1.6 *In silico* Proteoliz Programları ve Peptid Veritabanları ..... 25
1.6.1 BIOPEP ..... 27
1.6.2 PeptideCutter ..... 29
1.7 Makro alg *Caulerpa* ..... 30
1.8 Rubisc/o ..... 33
1.9 Tezin Amacı ..... 34

**BÖLÜM İKİ – MATERYAL VE METOT ..... 35**

2.1 Rubisc/o Sekanslarının Elde Edilmesi ..... 35
2.2 Çoklu Sekans Analizleri ..... 36
2.3 *In silico* Program BIOPEP ile Hidroliz ..... 38
2.4 Frekans ve Modifiye Edilmiş Frekans Değerlerinin Hesaplanması ..... 39
2.5 Biyoaktivite Olasılığı Hesaplama ..... 40
2.6 ProtParam Programı ..... 41
2.7 Prototip *In silico* Hidroliz Programı Yazılması ..... 41

**BÖLÜM ÜÇ – SONUÇLAR ..... 43**

3.1 Çoklu Sekans Karşılaştırma Değerleri ..... 43
3.1.1 *Caulerpa* Türlerinin Çoklu Sekans Karşılaştırma Sonuçları ..... 43
3.1.2 *Caulerpa* ve Tahıl Türlernin Çoklu Sekans Karşılaştırma Sonuçları ..... 49

3.1.3 UniProt ile Karşılaştırma ..... 55
3.2 BIOPEP ile Proteoliz Verileri ..... 56
3.3 Peptidlerin Frekans ve Modifiye Edilmiş Frekans Değerleri ..... 60
3.4 Amino Asit Kompozisyonları ..... 64
3.5 BIOPEP ve Visual C# ile Yazılan Prototip *In silico* Proteoliz Programlarının Karşılaştırması ..... 66

**BÖLÜM DÖRT – TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME ..... 69**

**KAYNAKLAR ..... 74**

**EKLER ..... 92**

EK 1: *Caulerpa* Türlerine ait Rubisc/o (ls) Sekansları FASTA formatı ..... 92
EK 2: Tahıl Türlerine ait Rubisc/o (ls) Sekansları FASTA formatı ..... 97
EK 3: *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların ClustalW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları ..... 99
EK 4: *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların ClustalW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları ..... 110
EK 5: Tahıl Türlerine Ait Rubisc/O'ların ClustalW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları ..... 127

## ŞEKİLLER LİSTESİ

**Sayfa**

Şekil 1.1 ExPASy Biyoinformatik Kaynak Portalı ana sayfası ..... 8
Şekil 1.2 ExPASy çapraz kaynak ara yüzü ile veritabanlarında arama ..... 8
Şekil 1.3 NCBI Entrez ana sayfası ..... 9
Şekil 1.4 UniProt veritabanı ana sayfası ..... 10
Şekil 1.5 DDBJ veritabanı ana sayfası ..... 11
Şekil 1.6 GenBank veritabanında veri arama örneği ..... 12
Şekil 1.7 NCBI protein veritabanı ana sayfası ..... 13
Şekil 1.8 EMBL-EBI veritabanı ana sayfası ..... 14
Şekil 1.9 BLAST programı ana sayfası ..... 14
Şekil 1.10 BLASTP kullanılarak gerçekleştirilen lokal karşılaştırma örneği ..... 15
Şekil 1.11 EMBL-EBI sitesinde bulunan FASTA programı ana sayfası ..... 16
Şekil 1.12 FASTA formatı: Q9GHH5 ID numaraları *Caulerpa racemosa* türüne ait rubisc/o büyük alt birim sekansı ..... 17
Şekil 1.13 ClustalW2.0 ana sayfası ..... 18
Şekil 1.14 Protein yapıları a) Anjiyotensin primer yapısı, b) -Kimotripsin (PDB: 1MTN), c) Rubisc/o enzimi (PDB: 1RUS) ..... 20
Şekil 1.15 BIOPEP ana sayfası ..... 28
Şekil 1.16 BIOPEP *in silico* proteoliz sayfa görüntüsü ..... 29
Şekil 1.17 PeptideCutter *in silico* proteoliz sayfa görüntüsü ..... 30
Şekil 1.18 Fotosentetik organizmalarda CO2 asimilasyonunun 3 aşaması. 3 anahtar ara ürünün stokiyometrisi (parantez içindeki numaralar) döngüye giren ve çıkan karbon atomlarını göstermektedir. ..... 33
Şekil 2.1 ClustalW2.0 ile *Caulerpa* ve tahıl rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi. ..... 37
Şekil 2.2 UniProt Align ile *Caulerpa* ve tahıl rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi. ..... 38
Şekil 2.3 BIOPEP programı "bioactive peptide" sekmesi seçenekleri ..... 38
Şekil 2.4 BIOPEP programı ile hidroliz sayfa görüntü. ..... 39
Şekil 2.5 PeptideRanker programı ana sayfa görüntüsü. ..... 40
Şekil 2.6 ProtParam programı ana sayfa görüntüsü ..... 41
Şekil 2.7 Microsoft Visual studio C# ile yazılan prototip *in silico* protein hidroliz program görüntüsü. ..... 42

Şekil 3.1 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 1. Kısım ..... 44
Şekil 3.2 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 2. Kısım ..... 44
Şekil 3.3 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 3. Kısım ..... 45
Şekil 3.4 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 4. Kısım ..... 45
Şekil 3.5 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 5. kısım ..... 46
Şekil 3.6 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 6. Kısım ..... 46
Şekil 3.7 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 7. kısım ..... 47
Şekil 3.8 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 8. Kısım ..... 47
Şekil 3.9 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 9. kısım ..... 48
Şekil 3.10 *Caulerpa* türleri rubisc/o (ls) sekanslarına bağlı olarak bulunan *Caulerpa* türleri arasındaki filogenetik ilişki..... 48
Şekil 3.11 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 1. Kısım ..... 49
Şekil 3.12 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 2. Kısım ..... 50
Şekil 3.13 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 3. Kısım ..... 50
Şekil 3.14 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 4. Kısım ..... 51
Şekil 3.15 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 5. Kısım ..... 51
Şekil 3.16 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 6. Kısım ..... 52

Şekil 3.17 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 7. Kısım ..... 52
Şekil 3.18 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 8. Kısım ..... 53
Şekil 3.19 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 9. Kısım ..... 53
Şekil 3.20 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 10. Kısım ..... 54
Şekil 3.21 *Caulerpa* türleri, tahıl (*Hordeum vulgare*, Triticum aestivum, *Avena sativa*, *Oryza sativa*, *Sorghum bicolor*, *Zea mays*) türleri ve *Caulerpa* ile tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) sekansları arasında gerçekleştirilen çoklu sekans analizi skor değer dağılımları..... 54
Şekil 3.22 *Caulerpa ve tahıl (Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mayss) türleri rubisc/o (ls) sekanslarına bağlı olarak bulunan, Caulerpa ve tahıl türleri arasındaki filogenetik ilişki* ..... 55
Şekil 3.23 *C. taxifolia* rubisc/o (ls) (ID: A9ZLV1) sekansı için BIOPEP aracı ile a) kimotripsin, b) tripsin, c) pepsin, d) termolizin, e) papain ve f) bromelain enzimleri kullanılarak gerçekleştirilen *in silico* hidroliz sonuçları – ekran görüntüsü ..... 56
Şekil 3.24 *C. taxifolia* rubisc/o (ls) (ID: A9ZLV1) sekansı için BIOPEP aracı ile kimotripsin kullanılarak gerçekleştirilen *in silico* hidroliz sonucunda elde edilen biyoaktif peptidler– ekran görüntüsü..... 57
Şekil 3.25 Visual C# ile yazılan prototip *in silico* proteoliz programı kullanılarak *C.racemosa f. occidentalis* rubisc/o (ls) (ID:A9ZLU7) sekansının kimotripsin ile hidrolizi sonucu oluşan peptidler ..... 66
Şekil 3.26 BIOPEP *in silico* proteoliz programında *C. racemosa* f. *occidentalis* rubisc/o (ls) (ID:A9ZLU7) sekansının kimotripsin ile hidrolizi ..... 66
Şekil 3.27 Microsoft Visual studio C# ile yazılan prototip *in silico* protein hidroliz sonucugörüntüsü..... 67
Şekil 3.29 YASARA View programı kullanılarak elde edilen enzimlerin 3 boyulu görüntüsü. 1) Kimotripsin (PDB: 1CHG) 2) Tripsin (PDB:1UTN) 3)

Pepsin (PDB: 5PEP) 4) Termolizin (PDB: 1GXW) 5) Papain (PDB: 9PAP). ..... 67
Şekil 3.29 YASARA View programı kullanılarak elde edilen Ispanak (Spinacia oleracea) rubisc/o (PDB: 1AUS) ..... 68

## TABLOLAR LİSTESİ

**Sayfa**

Tablo 1.1 Amino asit listesi ve kısaltmaları ..... 19
Tablo 1.2 Biyoaktif peptid veritabanları ..... 26
Tablo 2.1 Analiz için seçilen *Caulerpa* türleri ve UniProtKB erişim numaraları ..... 35
Tablo 2.2 Analiz için seçilen tahıl türleri ve UniProtKB erişim numaraları ..... 36
Tablo 2.3 Hazırlanan *in silico* programda kullanılan peptidazların spesifikleri ..... 42
Tablo 3.1 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarının BIOPEP programı ile kimotripsin, tripsin, pepsin kullanarak *in silico* hidrolizi sonucu elde edilen biyoaktif peptidler ve PeptidRanker aktivite skorları ..... 58
Tablo 3.2 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarının BIOPEP programı ile termolizin, papain, bromelain kullanarak *in silico* hidrolizi sonucu elde edilen biyoaktif peptidler ve PeptidRanker aktivite skorları ..... 59
Tablo 3.3 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarında bulunan biyoaktif peptidlerin görülme sıklığını belirten frekans (A) değerleri ..... 60
Tablo 3.4 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarının enzimler ile hidrolizi sonucu görülen biyoaktif peptid sayıları (a) ..... 62
Tablo 3.5 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarının enzimler ile hidrolizi sonunda görülen biyoaktif peptidlerin modifiye edilmiş frekans değerleri (A') ..... 63
Tablo 3.6 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarında bulunan amino asit rezidülerinin sayı ve yüzde değerleri ..... 64

# BÖLÜM BİR
# GİRİŞ

## 1.1 Biyoinformatik ve Gelişimi

Biyoinformatik terimi ilk kez 1970 yılında Paulien Hogeweg ve Ben Hesper tarafından "biyotik sistemlerde informatik prosesleri çalışması" anlamında kullanılmıştır (Hogeweg, 2011). Günümüzde biyoinformatik için çeşitli tanımlar mevcuttur. Oxford İngiliz Sözlüğü şu şekilde tanımlamaktadır:

> Biyo-informatik: biyoinformatik moleküler açıdan (fiziksel kimya anlamında) kavramsal biyolojidir ve büyük ölçekli olarak bu moleküllerle ilişkili bilgileri organize etmek ve anlamak için 'informatik tekniklerin'(uygulamaları matematik, bilgisayar bilimleri ve istatistik gibi disiplinlerden elde edilen) uygulanmasıdır. Kısaca, biyoinformatik moleküler biyoloji için bir enformasyon sistemi yönetimidir ve birçok pratik uygulamaları vardır (Luscombe, Greenbaum ve Gerstein, 2001).

Biyoinformatik biliminin temeli protein sekanslama metodunun geliştirilmesi ile başlamıştır; Frederick Sanger ve ekibi Cambridge Üniversitesi'nde 1945-1955 yılları arasında sığır insülin hormonun amino asit sekansını çıkararak bütün bir proteinin ilk kez sekanslanmasını gerçekleştirmişlerdir (Sanger ve Tuppy, 1951; Hagen, 2000). Sanger'in insülin hormonu sekanslama çalışması ile proteinlerin kendilerine özgü bir primer yapısı olduğu ortaya çıkarılmıştır ve Sanger protein yapısı üzerine gerçekleştirdiği çalışmaları ile 1958'de kimya alanında Nobel ödülünü kazanmıştır (Hagen, 2000). Proteinlerin üç boyutlu yapısını aydınlatan ilk çalışma John Kendrew ve ekibi tarafından miyoglobin proteini ile bilgisayar yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Attwood, Gisel, Bongcam-Rudloff ve Eriksson, 2011Kendrew ve diğer., 1958). Bilgisayarların protein kimyası ile ilgili araştırmalarda kullanımı 1960'larda başlamıştır; üst seviye programlama dili olan FORTRAN, Uluslararası İş Makineleri (International Business Machines, IBM) tarafından geliştirilmiş ve bilgisayarlı biyolojinin ilerlemesini sağlamıştır (Hagen, 2000). Margaret O. Dayhoff yardımcı

yöneticisi olduğu Ulusal Biyomedikal Araştırma Vakfı (National Biomedical Research Foundation, NBRF) desteği ile matematik ve bilgisayar metotlarını biyokimyada amino asit sekans verilerini analizde kullanmıştır; FORTRAN programı ile amino asit sekans dizilimlerini çıkarmak amacıyla algoritmalar yazmıştır, o zamana dek elde edilen 65 protein sekansını 1965 yılında yıllık olarak planlanan "Atlas of Protein Sequence and Structure" adlı yayında derleyerek ilk veritabanını oluşturmuştur; bu yayın daha sonra 1983 yılında kurulan Protein Bilgi Kaynağı (Protein Information Resource, PIR) adlı online veritabanına dönüşmüştür (Attwood ve diğer., 2011; Hagen, 2000).

### *1.1.1 İnsan Genom Projesi*

Rosalind E. Franklin ve Raymond G. Gosling (1953) tarafından kristalize deoksiribonükleik asit (DNA) fiberlerinin yüksek çözünürlüklü görüntüsü x-ray kristalografisi ile elde edilmiştir ve böylece DNA'nın yapısı ile ilgili ilk bilgiler ortaya çıkarılmıştır (Attwood ve diğer., 2011). Ardından DNA'nın yapısı aydınlatılmıştır: ikili sarmal yapıdan oluştuğru ve sarmal yapının dış dallarının şeker ve fosfattan oluştuğunu bulunmuştur (Watson ve Crick, 1953; Attwood ve diğer., 2011). 1961-1966 arasında, Marshall W. Nirenberg ve J. Heinrich Matthaei tarafından protein sentezi için genetik kodlamanın nasıl olduğu aydınlatılmıştır: sadece UUU nükleotid sekansını içeren Mesajcı Rübonükleik asit (RNA) iplikleri tarafından fenilalanin amino asitlerin sentezlendiği keşfedilmiştir ve hangi 64 kodon tarafından 20 amino asitten hangilerinin sentezlendiği bulunmuştur (Trifonov, 2000). Protein sekanslamanın gelişmesi ile Ray Wu 1972'de ilk DNA'nın nükleik asit sekans analizi gerçekleştirilmiştir; bunu takiben 1975 yılında Frederick Sanger Wu'nın metodunu geliştirtmiştir ve Sanger metodu ortaya çıkmıştır, aynı yılWalter Gilbert ve Allan Maxam ise kimyasal degradasyon ile DNA sekanslama metodunu bulmuştur (Lesk, 2005). İnsan Genom Projesi, esas amacı insan gen haritasını oluşturarak kalıtımsal patern içeren fonksiyonu bilinmeyen genlerin yerlerinin tespiti olarak, 1986 yılında ABD Enerji Bakanlığı (DOE) tarafından düzenlenen bilimsel toplantıda ortaya atılmıştır, 1988 yılından Ulusal Araştırma Komisyonu proje için rapor hazırlamıştır ve 1990 yılında ABD Ulusal Sağlık Bakanlığı (NIH) ve DOE ile

beraber İngiltere, Fransa, Almanya, Çin ve Japonya ile John Watson yürütücülüğünde İnsan Genom Projesi hayata geçirilmiştir (Lander ve diğer., 2001). Proje, insan genomundaki gen haritasının çıkartılarak genlerin yerlerinin belirlenmesi ve genetik hastalıklar gibi kalıtımsal özelliklerin takibini sağlamak için gen haritalama aşaması, kromozomlarda dizili bu genlerin yerinin tespit edildiği fiziksek haritalama ve bu genlerdeki nükleotid diziliminin çıkartıldığı dna skanslama aşamasından oluşmuştur. Yaklaşık 20,500 insan geni ve 3 milyar nükleotid ortaya belirlenmiştir. İnsan Genom Projesi biyoinformatik alanın gelişmesini sağlamıştır; elde edilen çok fazla miktardaki genomik haritalama verilerini depolamak amacıyla Genom Veritabanı (The Genome Database, GDB) gibi veritabanlarını ve *in silico* araçları geliştirmiştir (Chial, 2008).

## 1.2 Biyoinformatik ve Uygulama Alanları

### *1.2.1 Omik Teknolojiler*

Genel olarak belirli bir biyomolekül sınıfının tamamını analiz eden teknolojilere omik teknolojiler denir (Derks, Hoeijmakers, ve Pothof, 2014). Omik teknoloji, gen, ligand ve protein gibi ilgili biyomoleküllerin regülasyon mekanizmalarını ve etkileşimlerini aydınlatmayı ve haritalanmasını ve çeşitli ome ve omik alanların birlikte kullanılmasını amaçlamaktadır (Ballereau ve diğer., 2013). İnsan genom projesi sonucu biyoinformatik gelişmeler sayesinde "omik çağ" denilen evre başlamıştır. Birçok dala ayrılmış olsa da genel olarak 4 önemli dalı bulunmaktadır: genomik, proteomik, transkriptomik, metabolomik (Derks, Hoeijmakers ve Pothof, 2014).

**Genom ve Genomik:** Genom, bir hücre ya da organizmadaki tüm DNA'ları ifade eder (Horgan ve Kenny, 2011). Yapısal genomik, genom sekanslama, gen haritalaması yapısının; fonsiyonel genomik ise gen regülasyon ve ekspresyonun, gen fonksiyonların incelenmesidir (Ballereau ve diğer., 2013).

**Proteom ve Proteomik:** Bir hücre ya da organizmadaki kodlanan tüm proteinler proteom olarak tanımlanır (Horgan ve Kenny, 2011). Proteomik ise burada bulunan proteinlerin yapısının incelenmesi ve tahmini, fonksiyonel özelliklerinin modifikasyonlarının, yerleşiminin, protein-protein etkileşiminin araştırılmasıdır (Ballereau ve diğer., 2013).

**Trankriptom ve Transkriptomik**: Transkriptom, bir hücre ya da organizmadaki tüm mRNA'ları ifade ederken transkriptomik ise DNA transkripsiyonu ile oluşan bu mRNA,'ların incelenmesidir (Horgan ve Kenny, 2011).

**Metabolom ve Metabolomik:** Metabolik reaksiyonlarda görev alan, bir hücre, doku ya da organizmadaki düşük molekül ağırlıklı lipid, amino asit, nükleik asit, peptid gibi metabolitler metabolom olarak tanımlanır (Horgan ve Kenny, 2011; Ballereau ve diğer., 2013). Metabolomik ise belirli bir örnekteki metabolit profilini çıkarma, hücre veya dokudaki metabolitlerin paternini belirleme ve bilinen hedef metabolitlerin konsantrasyonlarını, bu hücre ya da dokudaki biyokimyasal değişikliklerini tespit etmeyi ifade etmektedir (Shulaev, 2006).

### *1.2.2 Klinik Biyoinformatik*

Omik teknolojiler, kanser araştırmaları, ilaç keşfi ve geliştirilmesi, biyomarker geliştirilmesi, gen terapisi, kişisel ilaç geliştirilmesi gibi birçok klinik uygulamada kullanılmaktadır (Wang ve Liotto, 2011).

Protein-ligand etkileşimlerine ait *in silico* çalışmalar sentetik ilaç geliştirilmesi için yeni öncü bileşiklerin tanımlanmasını sağlamaktadır. Genom sekansları, protein ekspresyon desen verileri potansiyel ilaç hedeflerinin tanımlanması için kullanılmaktadır (Lesk, 2005). Bunun yanı sıra, proteinin yapısına bağlı olarak homolojik modelleme gibi metotlar sayesinde hedef proteine özgü bağlanacak bileşenin yapısı *in silico* modelleme ile keşfedilmektedir (Chen ve diğer., 2012). Patolojik, normal ya da tedaviye cevap proseslerinin indikatörü olan gen, protein, peptid ya da fizikokimyasal tabanlı biyo-işaretler, deneysel ve klinik olarak analizler

sonucunda veri madenciliği yöntemleri ve omik teknolojiler, özellikle proteomik ve metabolomik, ile ortaya çıkarılmaktadır (Baumgartner, Osl, Netzer, ve Baumgartner, 2011). Onkogenomik tabanlı çalışmalar ile karaciğer kanseri için biyo-işaret olan tümör oluşturucu genlerden birinin belirlenmesi biyo-işaretlerin kanser araştırmaları için de önemini göstermektedir (Sawey ve diğer., 2011). *İn silico* kanser araştırmaları veri madenciliği ile saklı paternlerin tespitine dayanmaktadır (Mokharrak, Al Khalaf, ve Altman, 2012). DNA mutasyonu, gen ekspresyon profili, DNA'daki alterasyonları gösteren kopya sayısı farklılıkları gibi veriler için kurulmuş veritabanları bulunmaktadır (Charoentong ve diğer., 2012). Ayrıca, kanser ihtimali hesaplama amaçlı, hastalardaki genetik ve genetik olmayan faktörleri, hastalık yapıcı bilinen genlerin varlığını dikkate alan, bunlara göre sistemin izleyebileceği yolların ihtimalini çıkaran biyoinformatik araçlar üzerinde çalışmalar yapılmaktadır (Mokharrak ve diğer., 2012).

### *1.2.3 Filogenetik Araştırmalar*

Bir organizma grubu arasındaki evrimsel ilişkiyi analiz eden filogenetik gen ve protein sekanslamanın geliştirilmesiyle bu verilere bağlı olarak gelişmiştir. Sekans karşılaştırma metotları kullanılarak belirlenmektedir (Lesk, 2005).

### *1.2.4 Gıda Bilimleri*

Gıda alanında biyoinformatik uygulamaların temelini genomik ve ilaç geliştirme alanındaki biyoinformatik gelişmeler oluşturmuştur (Holton, Vijayakumar ve Khaldi, 2013). Organizmaların genetiğinin değiştirilmesi tarımsal alanda gıdanın genetik modifikasyonlar ile daha güçlü, hastalıklara ve iklim koşullarına ve haşerelere karşı dirençli olarak üretilmesi için kullanılmaktadır. Genetiği değiştirilmiş organizmaların karakterizasyonu ve olası bilinmeyen etkilerin tespiti ile potansiyel risk analizinde omik teknolojilerden yararlanılmaktadır (Valdés, Simó, Ibáñez ve García-Cañas, 2013). Gıda güvenliği açısından gıda zehirlenmesi salgınlarında patojen mikroorganizmaların genom sekanslarının çıkarılması ile salgınlar arasında bağlantılar incelenmektedir (Cooper ve diğer., 2014a; Cooper ve diğer., 2014b).

Gelecek Nesil Sekanslama metotları ile aynı zamanda tespit metodu bulunmayan yeni veya gelişmekte olan patojenlerin sekans analizini de sağlamaktadır (Bergholz, Switt ve Wiedmann, 2014). Mikroorganizma sterotiplerinin hızlı tespiti için yeni biyo-işaretler araştırılmaktadır, bu amaçla patojenlerin, *Salmonella* gibi, sterotip belirleyici genine ait genetik çeşitlilik tüm-genom sekanslama metoduyla çıkarılmaktadır (Zou, 2014). Omik teknolojiler yeni gıda patojen mikroorganizmaların karakterizasyonunda ve bunlar için terapötik hedeflerin tanımlanmasında, patojenlerin stres ve antimikrobiyal kullanımına karşı dirençlerini tespit etmekte kullanılmaktadır (Bergholz ve diğer., 2014). Biyoinformatik aynı zamanda tat ve aroma ile ilgili çalışmalarda da kullanılmaktadır. Tat ve aroma bileşenlerine ait BitterDB, SupperSweet, gibi veritabanlarında kimyasal özelliklerine ait veriler depolanmaktadır (Ahmed ve diğer., 2010; Wiener, Shudler, Levit ve Niv, 2012); fermente gıdalarda kullanılan bakteri ve aroma arasındaki ilişki bakteri sekanslarının çıkarılmasıyla aydınlatılmaktadır (Holton ve diğer., 2013). Bir diğer uygulama alanı ise yapısal benzerliklere bağlı olarak bileşenin alerjen potansiyelinin SDAP (Ivanciuc, Schein ve Braun, 2003), Allermatch (Fiers, Kleter, Nijland, Peijnenburg, Nap ve Van Ham, 2004) ve AllerTop (Dimitrov, Flower ve Doytchinova, 2013) gibi *in silico* araçlar ile araştırılması ve bu alerjen bileşikler ile ilgili veritabanları oluşturulmasıdır.

*In silico* yaklaşımlar terapötik özellik gösteren yeni biyoaktif peptidlerin keşfinde kullanılmaktadır; böylece oldukça zaman alıcı, masraflı ve çok sayıda deneme gerektiren geleneksel hidroliz etme, saflaştırma ve karakterizasyon yöntemlerinin yerini almaya başlamışlardır (Udenigwe, 2014). Yeni biyoaktif peptidlerin tahmininde biyolojik aktivitenin hidrofobisite gibi moleküler ya da fizikokimyasal değişkenler olarak tanımlanabilen kimyasal yapının bir fonksiyonu olmasına dayanan Kantitatif Yapı Aktivite İlişkileri (Quantitative Structure Activity Relationship, QSAR) kullanılmaktadır (Gu, Majumder ve Wu, 2011; Sagardia, Iloro, Elortza ve Bald, 2013).

Sekans eşleştirme metoduyla *in silico* araçlar ve veritabanları kullanılarak analiz edilecek protein sekansı içinde bulunan fakat aktif halde olmayan kriptik biyoaktif

peptidlerin varlığı *in silico* proteoliz ile ortaya çıkarılmaktadır; böylece proteinin potansiyel biyolojik aktivite profilini belirlemek mümkündür (Lacroix ve Li-Chan, 2012; M. Dziuba, B. Dziuba, ve Iwaniak, 2009; Udenigwe, Gong ve Wu, 2013).

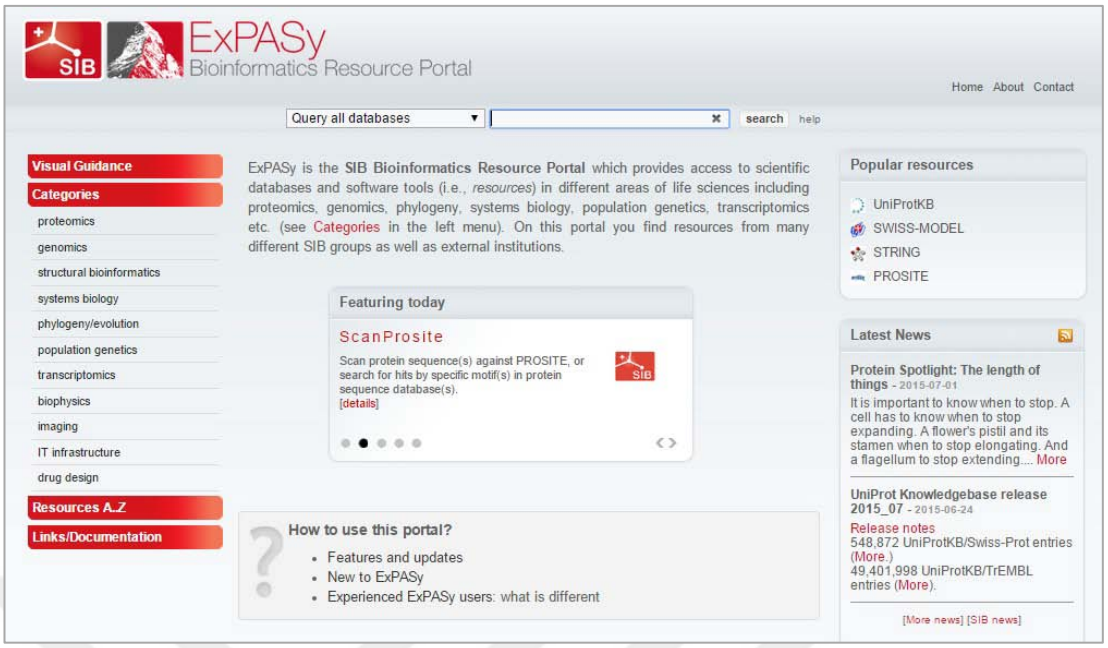
## 1.3 Biyoinformatik Veritabanları ve *In silico* Araçlar

ABD Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi (The National Center for Biotechnology Information, NCBI)'ne göre;

> Biyoinformatik içinde 3 önemli alt disiplin bulunmaktadır: büyük veri setleri arasındaki ilişkileri değerlendirmek için yeni algoritma ve istatistikleri geliştirmek, nükleotid ve amino asit sekansları, protein domainleri ve protein yapılarının dahil olduğu çeşitli veri türlerinin yorumlanması ve analiz edilmesi, farklı tür bilgilerin etkili erişimini ve yönetimini sağlayacak araçların geliştirilmesi ve uygulanılmasıdır. (National Center for Biotechnology Information [NCBI], 2007).

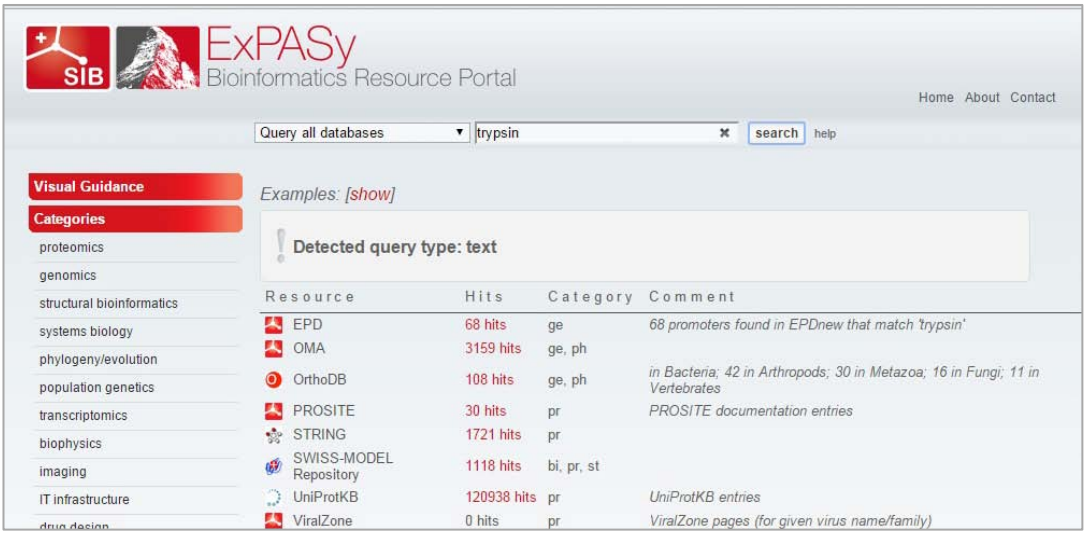
### *1.3.1 ExPASy*

Expert Protein Analysis System olarak bilinen ExPASy biyoinformatik alanındaki ana kaynak portaldır (www.expasy.org/). İsviçre Biyoinformatik Enstitüsü (Swiss Institute of Bioinformatic, SIB) tarafından geliştirilmiştir. Proteomik ile ilgili biyoinformatik alanında olan bu portal günümüzde proteomik, genomik, yapısal biyoinformatik, sistem biyolojisi, filogenetik/evrim, popülasyon genetiği, transkriptomik, görüntüleme ve ilaç tasarımı kategorilerinden oluşmaktadır ve her kategori ilgili *in silico* araçlar ile veritabanlarını içermektedir (Şekil 1.1). Bu kategorilerde 20'den fazla grubunun sağladığı yaklaşık 130 kaynak bulunmaktadır (Artimo ve diğer., 2012).




Şekil 1.1 ExPASy Biyoinformatik Kaynak Portalı ana sayfası (ekran görüntüsü için www.expasy.org'dan izin alınmıştır).

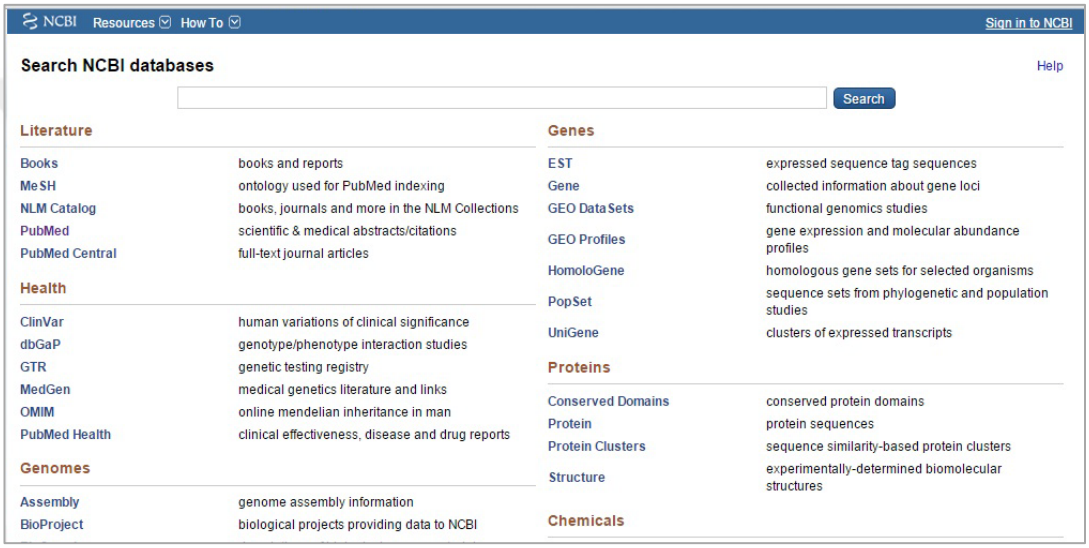
Sahip olduğu çapraz kaynak arama ara yüz sayesinde ana sayfadaki arama butonuna girilen anahtar kelime, kod ya da isim ile bu girdinin bulunduğu ExPASy'deki tüm veritabanlarını sonuç olarak çıkarabilmektedir (Şekil 1.2).




Şekil 1.2 ExPASy çapraz kaynak ara yüzü ile veritabanlarında arama (ekran görüntüsü için www.expasy.org'dan izin alınmıştır).

### *1.3.2 Entrez*

1994 yılında web sitesi olarak NCBI tarafından kurulan sistem nükleotid veritabanı GenBank ile beraber 37 veritabanına ve BLAST gibi *in silico* araçlara erişim sağlayan bir portaldır (Şekil 1.3) (www.ncbi.nlm.nih.gov/gquery/). Literatür, protein, BLAST sekans analizi, gen ve ekspresyon, genom, genetik ve ilaç, kimyasal ve biyolojik tayin, domain ve yapı, taksonomi, DNA ve RNA alt başlıklarından oluşmaktadır (NCBI, 2013).

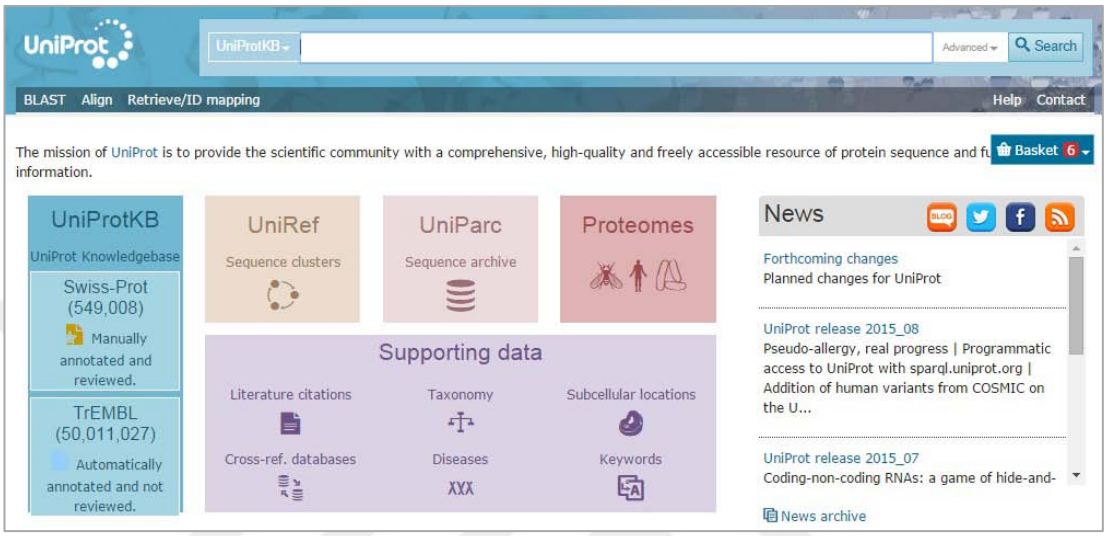



Şekil 1.3 NCBI Entrez ana sayfası (ekran görüntüsü için www.ncbi.nlm.nih.gov'dam izin alınmıştır).

### *1.3.3 UniProt*

Avrupa Moleküler Biyoloji Labarotuvarı - Avrupa Biyoinformatik Enstitüsü (European Molecular Biology Laboratory-European Bioinformatics Institute, EMBL-EBI), Protein Bilgi Kaynağı (Protein Information Resource, PIR) ve İsviçre Biyoinformatik Enstitüsü (Swiss Bioinformatics Institute, SIB) tarafından UniProt Konsorsiyum olarak 2002'de kurulmuş bir protein ve gen sekans veritabanıdır ve yaklaşık 80 milyon sekans içermektedir (Şekil 1.4). UniProt, kontrol edilmiş verilerden oluşan UniProtKB/Swiss-Prot ve kontrol edilmemiş verilerden oluşan UniProtKB/TrEMBL alt kısımlarını içeren UniProtKB, UniParc, UniRef ve UniMes veritabanlarından oluşmaktadır (UniProt Consortium, 2015). Protein ile ilgili olarak

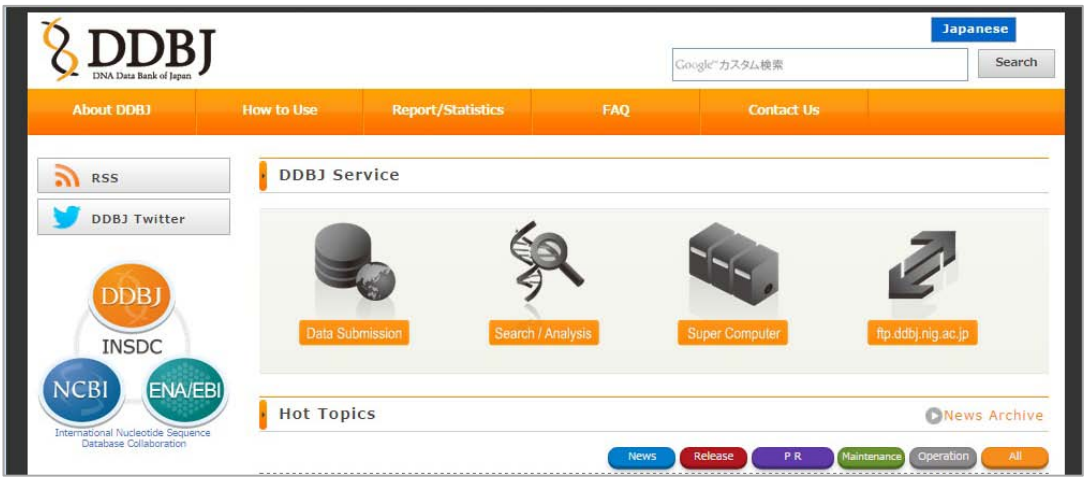
fonksiyon, taksonomi, yapı, çapraz kaynak, ilgili yayın ve benzer protein bilgileri vermektedir, ayrıca primer yapıyı gösteren FASTA formatı bilgilerine erişim sağlamaktadır (www.uniprot.org/). İstenilen sekansların seçilip "basket" ile sepete eklenmesi burada mevcut olan karşılaştırma programlarını kullanma imkanı verir.




Şekil 1.4 UniProt veritabanı ana sayfası (ekran görüntüsü için www.uniprot.org'dan izin alınmıştır).

### *1.3.4 DDJB*

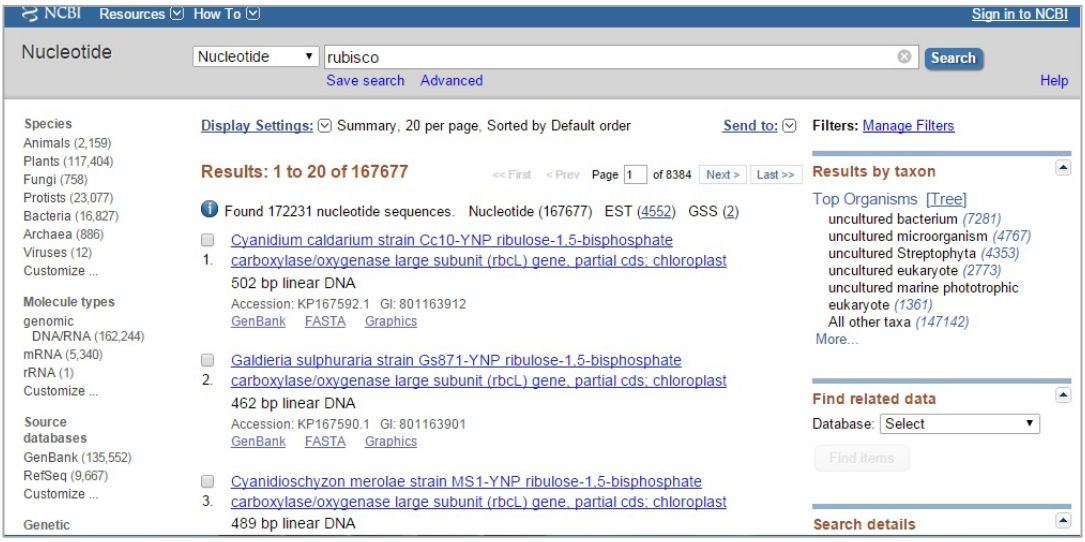
Japon DNA Veri Bankası (DNA Data Bank of Japon, DDBJ) (www.ddbj.nig.ac.jp/), DNA sekans veritabanı olarak 1984 yılında Ulusal Genetik Enstitüsü tarafından kurulmuştur. DDBJ (Şekil 1.5), EMBL Bank ve GenBank ile birlikte her 24 saatte bir bu veritabanlarındaki yenilikleri kaydeden Uluslar arası Nükleotid Sekans Veritabanı Birliği (International Nucleotid Sequence Database, INSDC)'ni oluşturmaktadır (www.insdc.org) (Tateno ve diğer., 2002).




Şekil 1.5 DDBJ veritabanı ana sayfası (ekran görüntüsü için www.ddbj.nig.ac.jp'den izin alınmıştır).

### *1.3.5 GenBank*

GenBank (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/), NCBI tarafından 1982'de kurulmuştur ve Entrez erişim sistemi ile erişilebilen nükleotid veritabanıdır (Şekil 1.6) (Benson ve diğer., 2013). Uluslar arası Nükleotid Veritabanı Birliği'nde yer almaktadır. Her veri kendine özgü erişim numarasına sahiptir ve bu numaralar DDJB ve EMBL veritabanlarında da geçerlidir. Halka açık olup kullanıcılara veri girme ve *in silico* araç kullanma imkanı vermektedir; verilerin büyük çoğunluğu "expressed sequence tag", "genome survey sequence", "whole-genome shotgun" çalışmalarından elde edilen verilerden oluşmaktadır. GenBank veriler için sekans benzerlik araştırmalarına BLAST programı ile imkan vermektedir (Benson ve diğer., 2013).



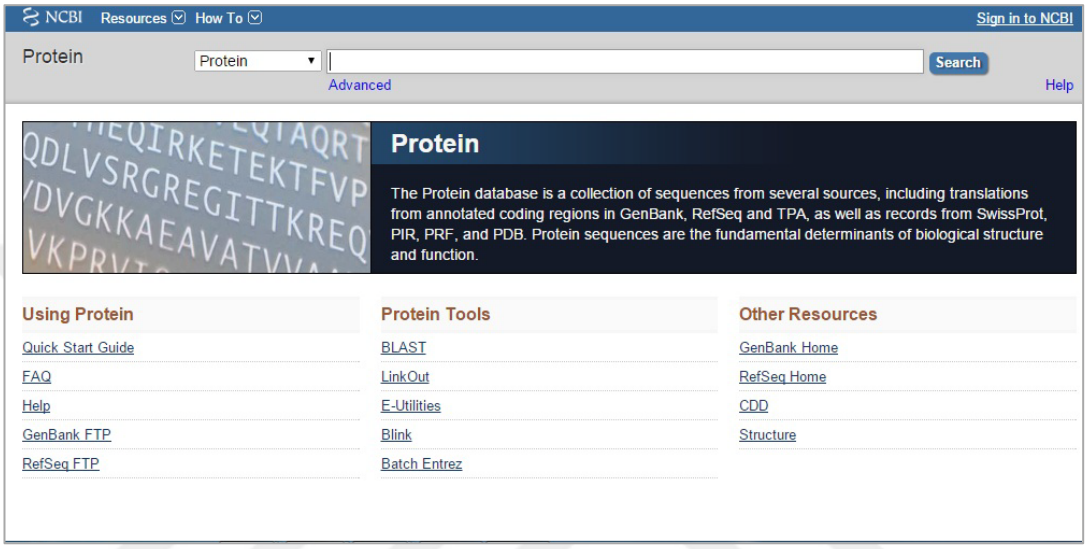

Şekil 1.6 GenBank veritabanında veri arama örneği (ekran görüntüsü için www.ncbi.nlm.nih.gov'dan izin alınmıştır).

### *1.3.6 PDB*

Protein Veri Bankası (Protein Data Bank, PDB) "biyolojik makro moleküllerin kristalize yapılarını" içeren veritabanıdır (http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do) (Berman ve diğer., 2000). İçerdiği veri türleri arasında DNA, RNA, glikopeptid, hormon, enzim, protein gibi makro moleküler yapılarını içermektedir ve JMol.ile moleküler görüntüleme sağlamaktadır. 1971'de kurulan PDB günümüzde Yapısal Biyoinformatik Araştırma Birliği (Research Collaboratory for Structural Bioinformatics, RCSB) tarafından yönetilmektedir. Veritabanı, X-ray kristalografisi ve Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) gibi çalışmalar sonucu elde edilen protein yapılarının depolanmasını sağlar. İncelenen protein ile ilgili 3 boyutlu yapı ile beraber proteinin fonksiyonu ve ilgili kaynak referansı, yapı ile ilgili temel gerekli bilgileri, FASTA sekansı gibi verilere erişim imkânı vermektedir. Ayrıca bu veriler başka *in silico* araçlar vasıtasıyla proteinin 3 boyutlu yapısını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Berman ve diğer., 2000).

### *1.3.7 NCBI Protein Veritabanı*

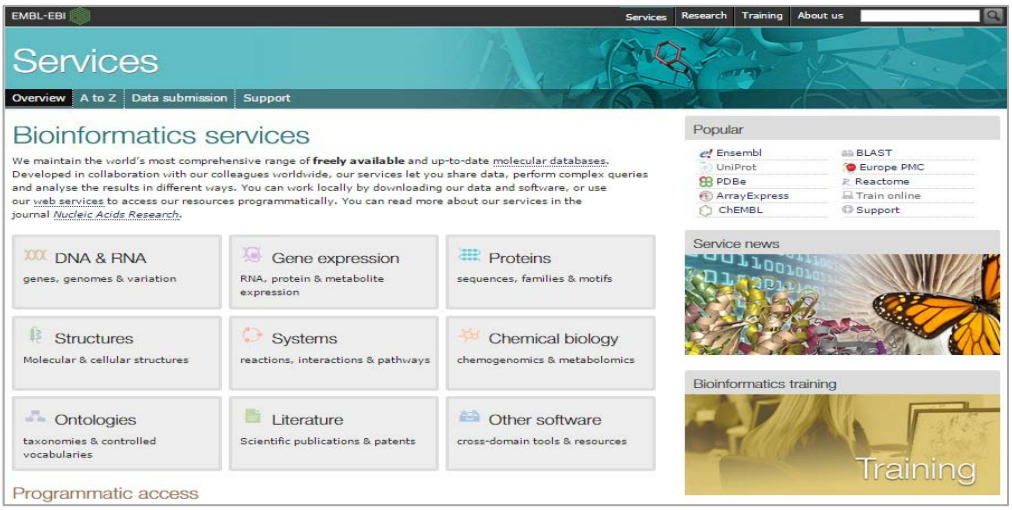
NCBI tarafından kurulmuş ve Entrez erişim sistemi ile ulaşılabilen protein veritabanıdır (www.ncbi.nlm.nih.gov/protein). PDB, PIR, GenBank gibi veritabanlarında bulunan verileri de içermektedir (Şekil 1.7) (NCBI, 2013).




Şekil 1.7 NCBI protein veritabanı ana sayfası (ekran görüntüsü için www.ncbi.nlm.nih.gov'dan izin alınmıştır).

### *1.3.8 EMBL-EBI*

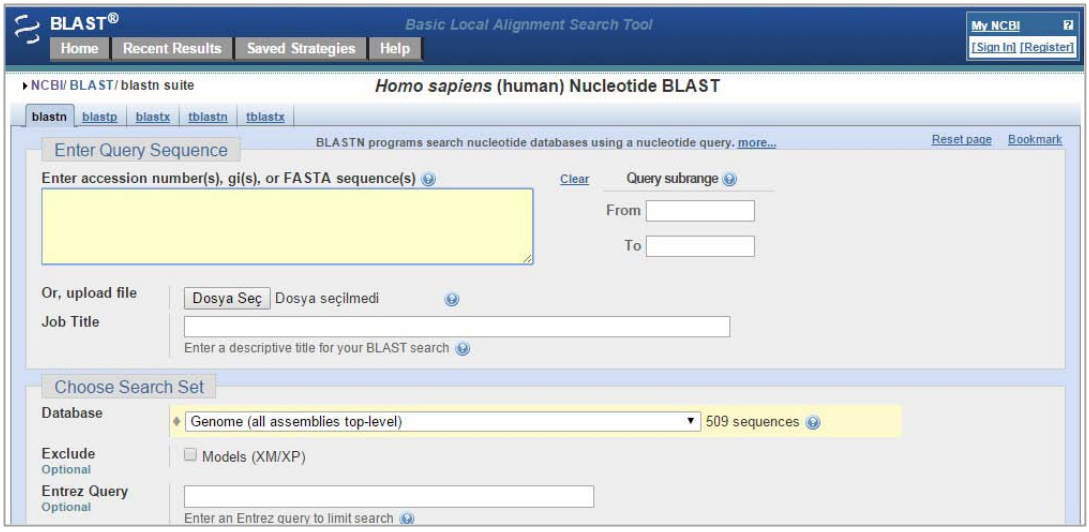
Başlangıcı EML-Nükleik Sekans Veri Kütüphanesi'nin 1980'de Almanya'da kurulmasına dayanmaktadır ve ilk nükleotid veritabanıdır; 1982'de İngilitere'de de kurulmuş ve gelişmiştir. 1992'de Avrupa Biyoinformatik Enstitüsü kurulmuştur (Attwood ve diğer., 2011). Nükleotid ve protein veritabanlarının yanı sıra 2004'ten beri sekans benzerlik araştırma araçları (FASTA, BLAST), çoklu sekans analiz araçları (CLUSTAL, MUSCLE) gibi birçok *in silico* araca erişim sağlamaktadır (http://www.ebi.ac.uk/) (Şekil 1.8) (McWilliam ve diğer., 2013).




Şekil 1.8 EMBL-EBI veritabanı ana sayfası (ekran görüntüsü için http://www.ebi.ac.uk'dan izin alınmıştır).

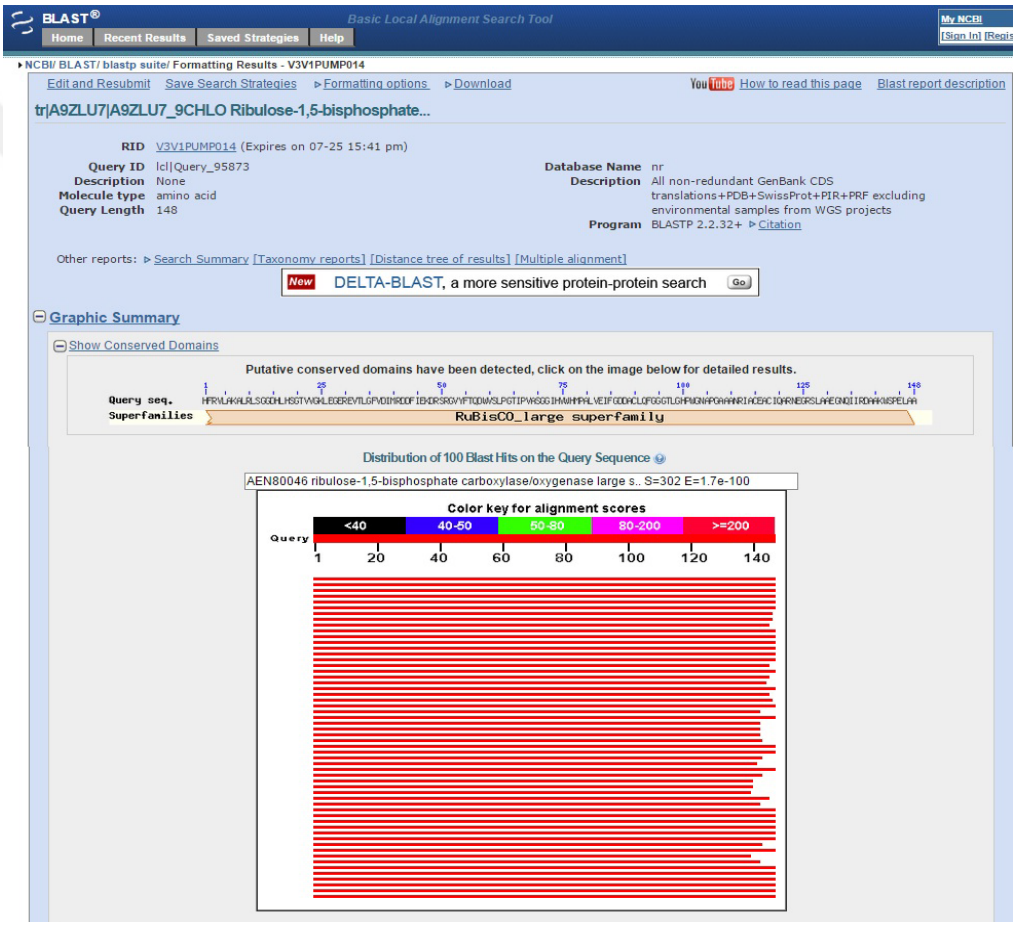
### *1.3.9 BLAST*

NCBI Entrez erişim sistemi ile ulaşılabilen BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) protein ve nükleotid sekansları için mevcut en yaygın lokal sekans karşılaştırma aracıdır (http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/) (Şekil 1.9). İncelenen ilgili sekans parçasının ("query") veritabanındaki hangi protein ya da nükleotid sekansına benzediğini ortaya koymaktadır (Madden, 2013).




Şekil 1.9 BLAST programı ana sayfası(ekran görüntüsü için www.ncbi.nlm.nih.gov'dan izin alınmıştır).

BLAST kendi içinde farklı programlara sahiptir. Blastn ve megablast algoritmalarını kullanarak nükleotid karşılaştırması gerçekleştiren BLASTN, blastp, psi-blast, phi-blast, delta-blast algoritmlarını kullanarak protein karşılaştırması gerçekleştiren BLASTP (Şekil 1.10), nükleotid verisini kendi içinde translasyon işlemini gerçekleştirerek protein veritabanlarındakiler ile karşılaştıran BLASTX, tam tersi olarak protein verisini nükleotid veritabanındakilerin translasyonunu gerçekleştirerek incelenen protein verisi karşılaştıran TBLASTN programları ile lokal karşılaştırma uygulanmaktadır (Madden, 2013).

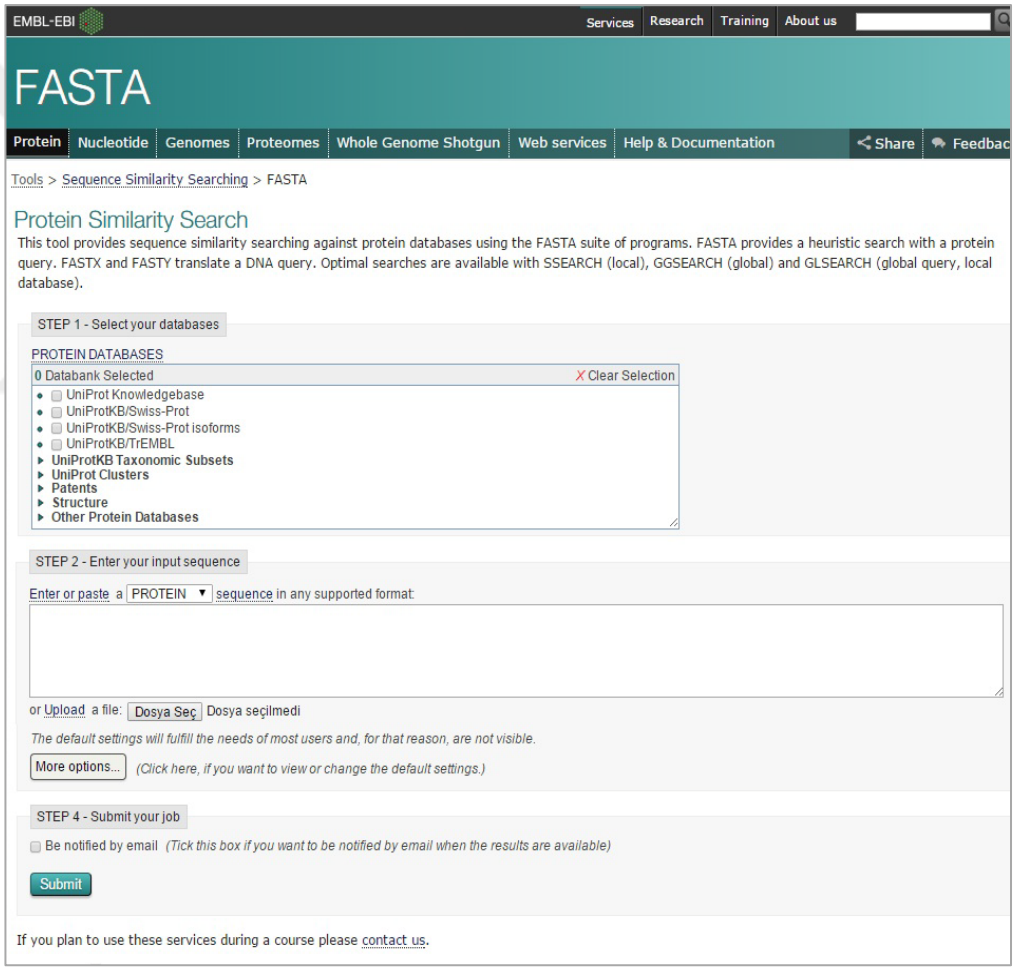



Şekil 1.10 BLASTP kullanılarak gerçekleştirilen lokal karşılaştırma örneği (ekran görüntüsü için www.ncbi.nlm.nih.gov'dan izin alınmıştır).

### *1.3.10 FASTA*

Lokal ve global sekans benzerlik araştırması için kullanılan bir *in silico* araçtır (Şekil 1.11) ve 1988'de William R. Pearson and David J. Lipman tarafından

geliştirilmiştir. Veritabanlarına erişim ile protein ve nükleotid sekansları arasında lokal ve global karşılaştırma gerçekleştiren yazılım Smith-Waterman algoritması kullanmaktadır. FASTA program paketi fasta36, ssearch36, ggsearch36/glsearch36, fastx36/fasty36, tfastx36/tfasty36, fastf36/tfastf36, fasts36/tfasts36, lalign36 isimli alt programlarını içermektedir ve çeşitli internet kaynaklarından erişim imkânı bulunmaktadır (http://www.ebi.ac.uk/Tools/sss/fasta/; http://fasta.bioch.virginia.edu/). Ayrıca program için geliştirilen FASTA formatının yanı sıra diğer formatlar da kullanılabilmektedir (McWilliam ve diğer., 2013; Pearson, 2013).




Şekil 1.11 EMBL-EBI sitesinde bulunan FASTA programı ana sayfası(ekran görüntüsü için www.ebi.ac.uk 'dan izin alınmıştır).

FASTA formatı FASTA programlarında kullanılmak üzere üretilen yazı temelli formattır. İlk satır ">" büyüktür işareti ile başlar, sonrasındaki kısaltma sekansın

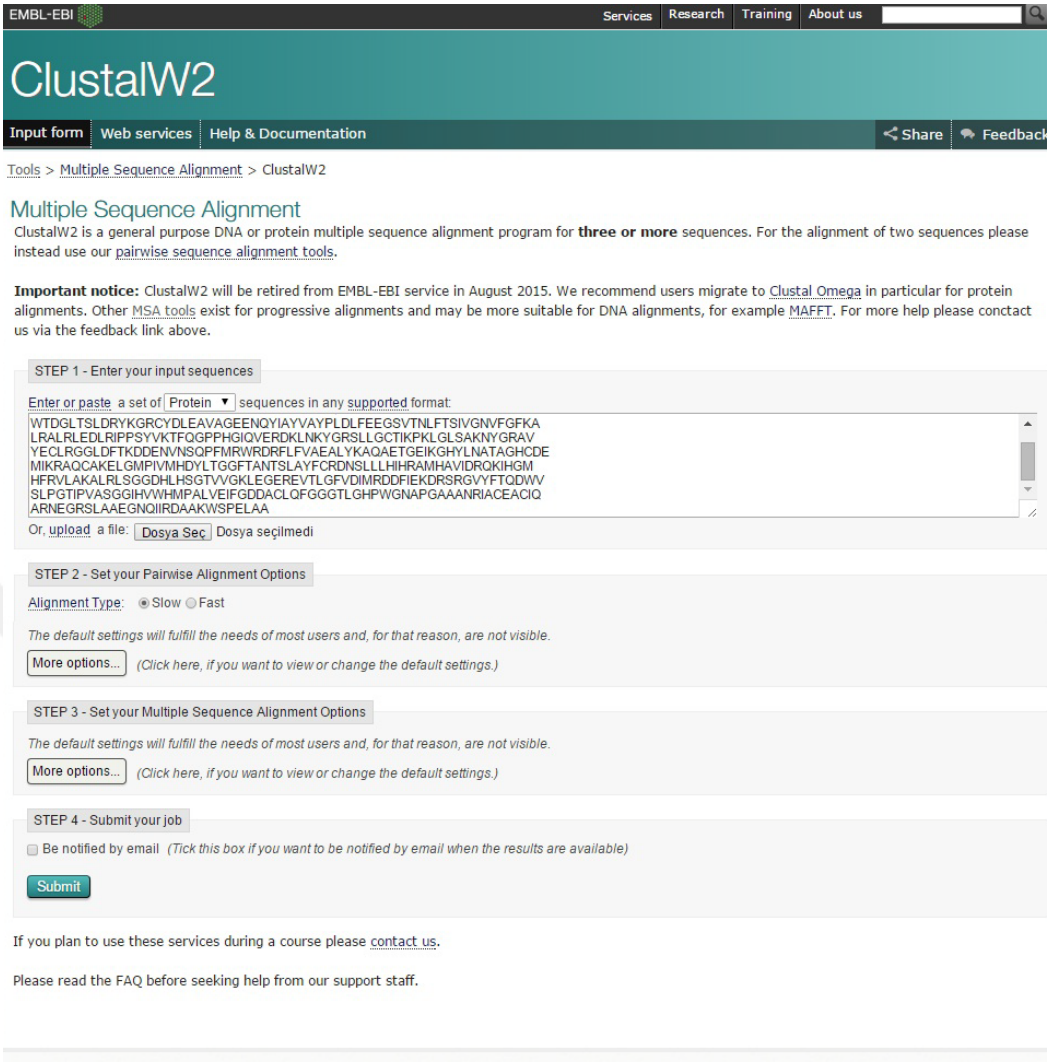
hangi veritabanında bulunduğunu ve veritabanındaki kimlik numarasını (ID numarası) ifade etmektedir; örneğin `>tr|A9ZLU7` sekansın UniProtKB/TrEMBL veritabanında olduğunu ve bu veritabanındaki kimlik numarasını gösterir. Ardından protein veya nükleotid ve sekansın ait olduğu organizma adı ve sentezi gerçekleştiren gen adı bilgileri bulunmaktadır. Alt satırdan itibaren protein veya gen sekansı amino asit veya nükleotidler için olan tek harf kodlama sistemi ile gösterilmektedir (Şekil 1.12). FASTA formatı BLAST ve ClustalW gibi diğer *in silico* araçlarda da kullanılmaktadır (Lesk, 2005; Pearson 2013).

```
>tr|Q9GHH5|Q9GHH5_9CHLO Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa
racemosa GN=rbcL PE=3 SV=1
GAGFKAGVKDYRLTYYTPDYKVLETGILAAFRMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTWTTV
WTDGLTSLDRYKGRCYDLEAVAGEENQYIAYVAYPLDLFEEGSVTNLFTSIVGNVFGFKA
LRALRLEDLRIPSSYVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAV
YECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGNCDE
MIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGM
HFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWV
SLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQ
ARNEGRSLAAEGNQIIRDTAKWSP
```

Şekil 1.12 FASTA formatı:Q9GH5 ID numaralı *Caulerpa racemosa* türüne ait rubisc/o büyük alt birim sekansı

### *1.3.11 ClustalW2.0*

1994 yılında geliştirilmiş ClustalW2.0 ve bir üst versiyonu olan CLUSTAL Omega programları protein ve DNA çoklu sekans karşılaştırma analiz aracı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır; 3 ve üzeri sekans karşılaştırması gerçekletirir (Şekil 1.13)(http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalw2/). FASTA'nın yanı sıra NBRF-PIR ve GCG-RSF gibi sekans formatlarını tanımaktadır. Kademeli (progresif) algoritma metodu ile sekanslar arasında girilen ilk sekans ile sırasıyla sonraki tüm sekanslar arasında, ardından 2. sekans ile diğer sekanslar arasında olacak şekilde karşılaştırma gerçekleştirir (CLUSTAL 2.0.12 Multiple Sequence Alignments, McWilliam ve diğer., 2013)




Şekil 1.13 ClustalW2.0 ana sayfası (ekran görüntüsü için EMBL-EBI'dan izin alınmıştır).

## 1.4 Protein ve Yapısı

Tüm amino asitler kiral merkezdekiα -karbon atomuna bağlı amin grubu (–$NH_2$), karboksil grubu–(COOH), hidrojen ve yan zincirlerinde fonksiyonel bir R grubundan oluşmaktadır ve bu R grubuna göre farklılık gösterirler (Lehninger, 2004). 20 farklı amino asit bulunmaktadır ve her amino asit 3 harfli kısaltma ve tek harfli sembol ile kısaltılmaktadır (Tablo 1.1) (Lehninger, 2004). İki amino asidin bağlanması kondenzasyon tepkimesi ile gerçekleşir. Bir amino asidin karboksil grubu ile diğer amino asidin amin grubu arasında kovalent bağ oluşarak su açığa çıkar ve bu peptid bağ ile dipeptid meydana gelir; bu kondenzasyon tepkimesinin tekrarlanması ile polipeptidler, proteinler oluşmaktadır (Lehninger, 2004).

Tablo 1.1 Amino asit listesi ve kısaltmaları

| Amino asit | 3-Harfli Kısaltma | 1-Harfli Kısaltma | Amino asit | 3-Harfli Kısaltma | 1-Harfli Kısaltma |
|---|---|---|---|---|---|
| Alanin | Ala | A | Lösin | Leu | L |
| Arjinin | Arg | R | Lizin | Lys | K |
| Asparajin | Asn | N | Metiyonin | Met | M |
| Aspartik Asit | Asp | D | Fenilalanin | Phe | F |
| Sistein | Cys | C | Proline | Pro | P |
| Glütamin | Gln | Q | Serin | Ser | S |
| Glütamik asit | Glu | E | Treonin | Thr | T |
| Glisin | Gly | G | Triptofan | Trp | W |
| Histidin | His | H | Tirozin | Tyr | Y |
| İzolösin | İle | I | Valin | Val | V |

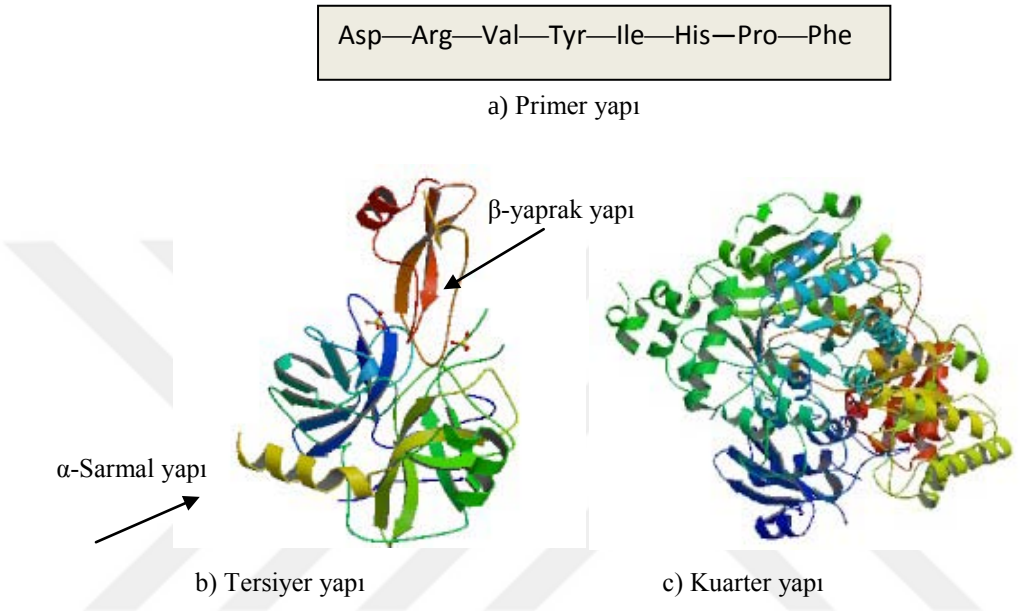
Proteinler; primer (birinci), sekonder (ikinci), tersiyer (üçüncü) ve kuarter (dördüncü) yapıdan oluşmaktadır (Şekil 1.17) (D. Voet ve J. G. Voet, 2011).

**Primer yapı:** Kovalent bağlar sayesinde amino asit rezidülerinin zincir şeklinde bağlanmasıyla oluşur. Proteinin amino asit sekansını belirtir (D. Voet ve J. G. Voet, 2011).

**Sekonder yapı:** Primer yapı ile oluşan polipeptid omurgasındaki lokal konformasyonunun yapısıdır (Lehninger, 2004). α-Sarmal, β-yaprak ve gelişi güzel sarmal yapıdan oluşmaktadır. α-Sarmal yapı peptid bağındaki amino asit rezidüsünün N-H grubu ile bağdan önceki 4. amino asidin C=O grubu arasında oluşan hidrojen bağları ile sağlanır.α -Sarmal yapı sağ-el burguludur. Primer yapıdaki Pro ve Gly amino asitleri bu yapının oluşmasını engellemektedir (D. Voet ve J. G. Voet, 2011). β-Yaprak yapı birbirlerine birden çok hidrojen bağı ile bağlanmış β-ipliklerden oluşur; α-sarmal yapıda bu bağlar aynı polipeptid zincirinde oluşurken bu yapıda komşu polipeptid zincirleri arasında gerçekleşmektedir. Hidrojen bağının gerçekleştiği amino ve karboksil gruplarının zıt yöne olması ile paralel aynı yönde olması ile antiparalel β-yaprak yapı elde edilmektedir. (Lehninger, 2004; D. Voet ve J. G. Voet, 2011).

**Tersiyer yapı:** Proteinin sekonder yapının katlanmasıyla, yan zincirlerle birlikte oluşturduğu 3 boyutlu yapıdır. Hidrojen bağları, disülfür bağları, iyonik bağlar ve hidrofobik etkileşimler yapının oluşmasında rol oynar (D. Voet ve J. G. Voet, 2011).

**Kuarter yapı:** Bazı proteinler alt birimlerden veya birden fazla polipeptid zincirlerinden oluşmaktadır.




Şekil 1.14 Protein yapıları a) Anjiyotensin primer yapısı, b) -Kimotripsin (PDB..: 1MTN), c) Rubisc/o enzimi (PDB: 1RUS)

## 1.5 Biyoaktif Peptidler

Biyoaktif peptidler amino asit ve nitrojen kaynağı olarak gösterdikleri normal besinsel özelliklerinin yanı sıra terapötik fonksiyonları ile sağlık açısından yararlı olan biyolojik olarak aktif peptidlerdir (Korhonen ve Pihlanto, 2006). Genel olarak 2-20 amino asit rezidüsünden oluşmaktadır, ancak lunasin (43 amino asit) gibi daha uzun biyoaktif peptidler de bulunmaktadır. Moleküler kütleleri genellikle 6kDa'dan daha azdır (Shahidi ve Zhong, 2008). Ana protein içinde aktif olmayan formda bulunup proteoliz sonucu oluşmaktadırlar: biyoaktif peptidler sindirim sistemi enzimleri ile hidroliz, fermentetik mikroorganizmalar ile hidroliz veya bitki ve mikroorganizmaların sentezlediği proteolitik enzimlerin etkinliği sonucu aktif forma dönüşürler (Korhonen ve Pihlanto, 2006). Biyoaktif peptidler vücutta

kardiyovasküler, sinir, gastro-intestinal ve bağışıklık sistemi üzerine etki etmektedir Bazı peptidler aynı anda birden çok fonksiyon gösterebilmektedir; böyle peptidler çok fonksiyonlu peptid olarak adlandırılmaktadır (Harnedy ve FitzGerald, 2012). Örneğin, antikanser özellikli biyoaktif lunasin peptidi aynı zamanda antioksidatif ve anti-inflammatory etkiler göstermektedir (Hernandez-Ledesma, Hsieh ve Lumen, 2009).

Agyei ve Danquah (2012) çalışmalarıda byoktif peptid türleri ve vücutta etki ettikleri sistemleri şu şekilde sınıflandrrmıştır:

Kardiyovasküler sistem üzerine kan pıhtılaşmasını önleyici olan antitrombotik peptidler, gösterdikleri çeşitli mekanizmalar sonucunda tansiyon düşürücü etki gösteren antihipertansif peptidler, antioksidatif peptidler, hipolipidomiketki gösteren peptidler etki etmektedir.

Gastro-intestinal sistemler üzerine antimikrobiyl etki gösteren peptidler, antikanserojen peptidler, uyuşturucu etki gösteren opioid antagonist ve opioid agonist peptiler ve antigastrik peptidler etki etmektedir.

Bağışıklık sistemi üzerine bağışıklık sistemini düzenleyici etki gösteren immunomodülatör peptidler, yine benzer şekilde antimikrobiyal peptidler ve sitomodülatör peptidler etki etmektedir.

Bir diğer sistem olan kas-iskelet sistemi üzerinde kalsiyum bağlayıcı özellik gösteren peptidler etki etmektedir.

Gıda kaynaklı biyoaktif peptidler içinde en çok bulunmuş olan peptidleri antihipertansif özellikli peptidler (çoğunlukla anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörleri) oluşturmaktadır (Ryan, Ross, Bolton, Fitzgerald ve Stanton, 2011). Bu açıdan süt temelli peptidler, günlük gıdalar, ana kaynaktır (López-Expósito, Amigo ve Recio, 2012; B. Dziuba ve M. Dziuba, 2014). Ayrıca yumurta kaynaklı

(Memarpoor-Yazdi, Asoodeh ve Chamani, 2012), et kaynaklı (Escudero, Sentandreu ve Toldrá, 2010) tahıl kaynaklı (Cavazos ve Gonzalez de Mejia, 2013) biyoaktif peptidlerin yanı sıra, son zamanlarda içerdikleri yüksek protein içeriklerinden dolayı makro ve mikro alglerde bulunan biyoaktif peptidler ile ilgili araştırmalar artmaktadır (Fitzgerald, Gallagher, Tasdemir ve Hayes, 2011; Fan, Bai, Zhu, Yang, ve Zhang, 2014; Wu, Xu, Sun, Yu ve Zhou, 2015).

Dünya genelindeki ölümlerin en büyük nedenini %48 oran ile koardiyovasküler hastalıklar oluşturmaktadır (World Health Organization [WHO], 2012). 2025 yılında yetişkin bireylerde %29,2 oranına erişeceği ön görülen hipertansiyon en yaygın kardiyovasküler hastalıktır ve dünya genelindeki ölümlerin %13'üne neden olmaktadır (WHO 2012). Hipertansiyon, aynı zaman arterioskleroz, miyokard enfarktüs, kroner kalp yetmezliği, felç gibi başka kardiyovasküler hastalıklara da yol açmaktadır. (Long ve Dagogo-Jack, 2011; Verdecchia, Angeli, Mazzotta, Gentile ve Reboldi, 2008). Gıda proteinlerinde bulunan antihipertansif peptidler gösterdikleri ACE inhibisyonu, renin inhibisyonu, endotelin dönüştürücü enzim inhibisyonu, kalsiyum kanalını bloke etme, anginin içeriği zengin peptidler ile nitrik oksit üretimi, anjiyotensin II reseptörü (AT1) bloke etme mekanizmaları sayesinde etki etmektedir (Aluko, 2015; Udenigwe ve Mohan, 2014). Antihipertansif özellikli peptidlerin arasında ACE inhibitörü peptidler en yaygın olarak görülmektedir (Ryan ve diğer., 2011).

### *1.5.1 Tez Kapsamında İncelenen Biyoaktif Peptidler*

#### *1.5.1.1 ACE-inhibitörü Biyoaktif Peptidler*

ACE (E.C. 3.4.15.1) renin-anjiyotensin sistemi (RAS) üzerinde gösterdiği etki ile kan basıncını dengesi, sıvı ve elektrolit dengesinde rol oynamaktadır (Martínez-Maqueda, Miralles, Recio ve Hernández-Ledesma, 2012).

RAS sisteminde anjiyotensinojen renin enzimi tarafından hidroliz edilerek anjiyotensin I formuna (Asp-Arg-Val-Tyr-Ile-His-Pro-Phe-His-Leu) dönüşür. ACE

enzimi ise dekapeptid anjiyotensin I'deki fenilalanin amino asidinin C-terminal kısmından peptid bağını hidroliz eder ve damar daraltıcı etki gösteren oktapeptid anjiyotensin II (Asp-Arg-Val-Tyr-Ile-His-Pro-Phe) meydana gelir (Wilson, Hayes ve Carney, 2011). Anjiyotensin II AT1 reseptörlerini uyararak damar daraltıcı etki yaratır, su ve sodyum alımını, aldosteron hormonu salgısını tetikler (de Kloet, Krause ve Woods, 2010; Thethi, Kamiyama ve Kobori, 2012). ACE aynı zamanda damar genişletici özellik gösteren bradikinin hormonunun degradasyonuna neden olur (Erdmann, Cheung, ve Schröder, 2008).

Hipertansiyon tedavisinde kullanılan öncelikli ilaç grubu ACE inhibitör aktif maddeli (Captopril, enalapril, fosinopril, gibi) ilaçlardır (Iwaniak, Minkiewicz ve Darewicz, 2014). Bu tür sentetik ilaçların potansiyel yan etkilerine karşın gıda kaynaklı ACE inhibitörü peptidleri kullanmak ve ilaçlara kıyasla etkinliklerini incelemek için araştırmalar yapılmaktadır (Iwaniak, Minkiewicz ve Darewicz, 2014).

*1.5.1.2 Antioksidatif Peptidler*

Oksidatif stresin arterioskleroz gibi kardiyovasküler hastalıklar, Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı gibi yaşlanmaya bağlı hastalıklar, kanser ve diyabet gibi hastalıkların oluşumunda rol oynadığı bilinmektedir (Reuter, Gupta, Chaturvedi ve Aggarwal, 2010). Süperoksit anyon ($O_2^{\bullet -}$), hidrojen peroksit ($H_2O_2$), hidroksil radikali ($OH^{\bullet}$) gibi reaktif oksijen türlerinin ve serbest radikallerin neden oluğu oksidatif strese karşı E vitamini, polifenol bileşikler, karotenoidlerin yanı sıra biyoaktif peptidler de antioksidatif savunmada görev almaktadır (Fang, Yang ve Wu, 2002; Erdmann ve diğer., 2008). Biyoaktif peptidlerin radikal temizleme veya sönümleme, yağ asidi peroksidasyonunu önleme, metal iyon şelat oluşturma mekanizmaları ile antioksidatif özellik göstermektedirler (Power, Jakeman ve FitzGerald, 2013). Peptidlerin amino asit kompozisyonu, hidrofobik yapıları, moleküler boyutları, yapısal özellikleri gibi faktörler peptidlerin antioksidatif aktivitesini etkilemektedir (Udenigwe ve Aluko, 2012).

*1.5.1.3 Antitrombotik Peptidler*

Bir diğer önemli kardiyovasküler hastalık kan pıhtılaşmadaki anormallikler sonucu damarda kan pıhtılaşması ile oluşan tromboz hastalığıdır. Trombosit aktivitesindeki artış, fibrinojen gibi proteinlerin artışı, hatalı fibrinolizis, kan yoğunluğunun artması trombozu tetiklemektedir (Erdmann ve diğer., 2008). Kan pıhtılaştırıcı enzim trombin fibrinojenin fibrin ve fibrinopeptidlere degradasyonunu sağlayarak kanı pıhtılaştırmaktadır. Antitrombotik peptidler hem trombin temelli pıhtılaşmayı fibrinojen bağlanmasını engelleyerek hem de trombosit agregatlaşmasını önleyerek etki etmektedir (Phelan ve Kerins, 2011). Antitrombotik peptidler ile ilgili κ-kazein, laktoferrin gibi süt kaynaklı proteinler ve diğer proteinleri üzerinde yapılan çalışmalar rapor edilmiştir (Phelan ve Kerins, 2011; Rojas-Ronquillo ve diğer., 2012; Yang, Wang ve Xu, 2007).

*1.5.1.4 Antiamnezik Peptidler*

Prolil endopeptidaz (PEP) (EC 3.4.21.26) Alzheimer, Parkinson, Huntington hastalığı gibi nörodejeneraif hastalıkların oluşumunda rol oynamaktadır. Ayrıca travma sonrası stres bozukluğu, bipolar bozukluk, yeme rahatsızlıkları, hafıza kayıpları gibi akıl hastalıkları durumunda PEP aktivitesi yüksek oranda bulunmaktadır (Garcia-Horsman ve diğer., 2007; Männistö ve Venäläinen, 2007; Wilson ve diğer., 2011). PEP, C terminalinde prolin rezidüsü bulunan β-endorphin, bradikinin, oksitokin, nöropeptid Y gibi hormon, nöropeptid ve çeşitli hücresel faktörlerin degradasyon gerçekleştirir (Garcia-Horsman ve diğer., 2007). PEP inhibisyonu ise antiamnezik ve hafıza güçlendirici etki göstermektedir (Garcia-Horsman ve diğer., 2007). Birçok antiamnezik ilaç grubu PEP inhibitör mekanizmasına göre üretilmektedir. Doğal kaynaklı az bulunan PEP inhibitörü peptidler kırmızı şarap (Yanai, Suzuki ve Sato, 2003), yeşil çay (Kim, J. H., Kim, S. I. ve Song, 2001), balık ve peynir (Sørensen, Kildal, Stepaniak, Pripp ve Sørhaug, 2004) proteinlerinde tanımlanmıştır (Wilson ve diğer., 2011).

#### *1.5.1.5 Dipeptidil Endopeptidaz–IV (DPP–IV) İnhibitörü Peptidler*

Tip-2 diyabet hastalığı dünya genelinde en hızlı büyüyen sağlık sorunlarından biridir; WHO'ya göre (2006) 2000 yılı verilerinde 171 milyon olan hasta sayısının 2030 yılında 366 milyona ulaşacağı ön görülmektedir. Tip-2 diyabet için geliştirilen tedavi yöntemlerinden biri Dipeptidil Endopeptidaz–IV (DPP–IV) (EC 3.4.14.5) inhibisyonunun sağlanmasıdır (Nongonierma ve FitzGerald, 2013). DPP-IV, pek çok peptid Xaa-Pro ve Xaa-Ala yapılı dipeptidlerin N-terminal bölgesinden proteolizini gerçekleştirmektedir. Glukoza bağlı insülin salgısına yol açan glukoza-bağımlı insülinotropik peptid (GIP) ve glukagon benzeri peptid (GLP-1) inkretin hormonları DPP-IV ile inaktif hale gelmektedirler. Böylece insülin salgılanmasını azaltmaktadır (Nongonierma ve FitzGerald, 2013). Gıda kaynaklı DPP-IV inhibitörü peptidler süt proteinleri, peynir altı suyu proteinleri, Gouda tipi peynir gibi farklı gıda kaynaklarında bulunmuştur (Nongonierma ve FitzGerald, 2013; Uenishi, Kabuki, Seto, Serizawa ve Nakajima, 2012).

#### *1.5.1.6 Ubikutin Aracılı Proteoliz (UbMP) Aktivatörü Peptidler*

Ubikutin aracılı proteoliz (UbMP) mekanizması proteinlerin degradasyonunu sağlayan ana mekanizmadır. Alzheimer ve Parkinson hastalığı gibi nörodejeneratif hastalıklar ile ilşkilidir. Proteozam aktivitesindeki azalma sonucu protein degradasyonundaki başarısızlıklar bu hastalıklara yol açmaktadır. UbMP sistemi ayrıca bağışıklık sistemi reaksiyonları, hücre döngüsünü ilerletmesi, hücre için proteinlerin degradasyonu gibi temel hücresel proseslerin düzenlenmesini sağlamaktadır (Löw, 2011).

### 1.6 *In silico* Proteoliz Programları ve Peptid Veritabanları

Klasik deneysel metotlarla proteindeki biyoaktif peptidleri keşfetmek için birçok enzim seçimi ile rastlantısal olarak proteinlerin hidrolizini gerçekleştirmek karmaşık, zaman alıcı olup maddi olanakları çok fazla sarf etmektedir. Bu sebeplerden dolayı veritabanlarındaki protein sekanslarını enzim ve kimyasallar ile kırılma bölgelerini

tahmin ederek *in silico* proteoliz gerçekleştiren BIOPEP (http://www.uwm.edu.pl/biochemia); IPEP (http://ipep.moffitt.org/), PoPS (http://pops.csse.monash.edu.au/about.php), ExPASy'den erişilen ve enzimlerin yanısıra kimyasallar ile de proteoliz imkanı sağlayan PeptideCutter (http://web.expasy.org/tools/peptide_cutter/), MS-Digest (http://prospector.ucsf.edu/prospector/cgi-bin/msform.cgi?form=msdigest) ve CRP (http://fasta.bioch.virginia.edu/crp/) gibi çeşitli kullanıma açık ve online programlar geliştirilmiştir (Baker P. R., Clauser K. R., MS-FIT 2001 Bilgisayar Programı; Boyd, Pike, Rudy, Whisstock ve De La Banda, 2005; Gasteiger ve diğer., 2005; Lu ve diğer., 2008; MacDonald, Mackey, Pearson ve Haystead, 2002; Minkiewicz, J. Dziuba, Iwaniak, M. Dziuba ve Darewicz, 2008).

Deneysel yöntemler ile biyolojik aktivitesi aydınlatılan peptidler veritabanlarına kaydedilerek çeşitli fonksiyonları olan peptidlere özgü veritabanları kurulmuştur (Tablo 1.2). *In silico* proteoliz sonucu edilen peptidler ile literatüre geçerek veritabanlarına işlenen peptidler karşılaştırılır ve incelenen protein sekansındaki biyoaktif peptidler belirlenir. Gıda kaynaklı biyoaktif peptidleri içeren BIOPEP bu alanda en yaygın olarak kullanılan veritabanıdır ve an itibariyle 3211 veri içermektedir (Minkiewicz ve diğer., 2008).

Tablo 1.2 Biyoaktif peptid veritabanları (Minkiewicz ve diğer., 2008)

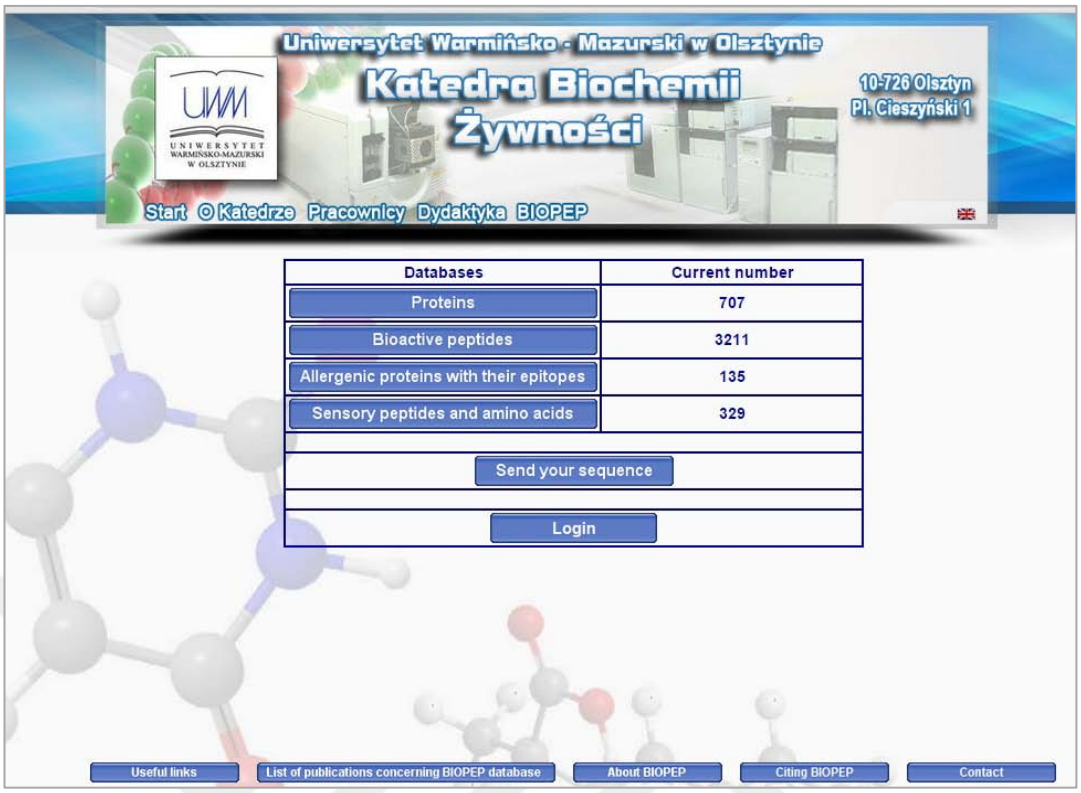
| Veritabanı | Link | Tanım |
|---|---|---|
| BIOPEP | http://www.uwm.edu.pl/biochemia | Gıda kaynaklı biyoaktif, alerjen, duyusal peptid veritabanı |
| ACEpepDB | http://www.cftri.com/pepdb/ | Gıda kaynaklı ACE inhibitörü peptid veritabanı |
| AHTPDB | http://crdd.osdd.net/raghava/ahtpdb/ | Antihipertansif peptid veritabanı |
| MilkAMP | http://milkampdb.org/home.php | Günlük gıda kaynaklı biyoaktif peptid veritabanı |
| PeptideDB | http://www.peptides.be/ | Metazoa kaynaklı biyoaktif peptid veritabanı |

Tablo 1.2 Biyoaktif peptid veritabanları (devamı) (Minkiewicz ve diğer., 2008).

| | | |
|---|---|---|
| PepBank | http://pepbank.mgh.harvard.edu/ | Biyoaktif peptid veritabanı |
| APD | http://aps.unmc.edu/AP/ | Antimikrobiyal ve anti-kanser peptid veritabanı |
| CAMP | http://www.camp.bicnirrh.res.in/ | Antimikrobiyal peptid veritabanı |
| PhytAMP | http://phytamp.pfba-lab-tun.org/main.php | Bitki kaynaklı anti-mikrobiyal peptid veritabanı |
| EROP-Moscow | http://erop.inbi.ras.ru/index.html | Biyoaktif peptid veritabanı |
| SwePrep | http://www.swepep.org | Biyoaktif peptid veritabanı |

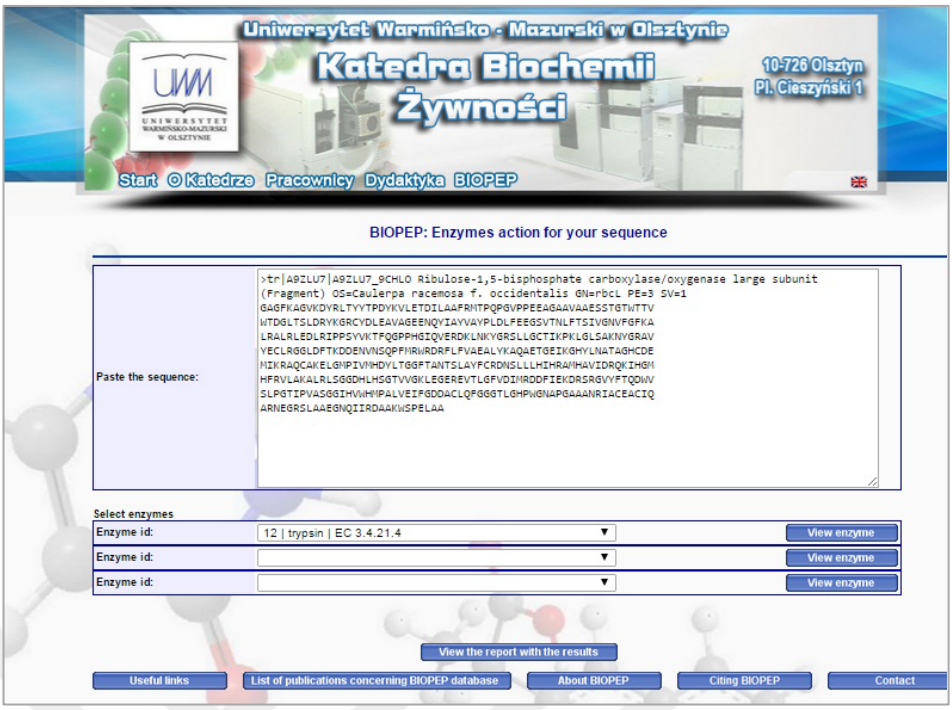
### *1.6.1 BIOPEP*

BIOPEP (www.uwm.edu.pl/biochemia), Warmia and Mazury Üniversitesi Gıda Biyokimyası Bölümü tarafından geliştirilmiş *in silico* bir araç ve veritabanıdır (Şekil 1.15). Biyoaktif peptidler ve proteinler için, alerjen proteinler ile epitopları için ve acısal, tatlı, umami, ekşi gibi tat özellikleri gösteren duyusal peptid ve amino asitler için veritabanı özelliği göstermektedir (Minkiewicz ve diğer., 2008).




Şekil 1.15 BIOPEP ana sayfası(ekran görüntüsü için www.uwm.edu.pl/biochemia'dan izin alınmıştır).

Bunun yanı sıra program veritabanında bulunan ya da kendi sekansınız için "enzymes action" kısmı ile *in silico* proteoliz gerçekleştirmektedir. Proteoliz için program 30 farklı enzim ile tahmini olarak proteoliz imkanı sağlar ve 3 enzim aynı anda birlikte kullanılarak proteoliz uygulanabilmektedir (Şekil 1.16) Proteoliz ile elde edilen peptid fragmentleri arasında bulunan, gösterdikleri fonksiyon ile biyoaktif peptid olarak literatüre geçen veritabanındaki peptidleri gösterir. Bunun yanı sıra, seçilen enzim ile proteoliz sonucu sekans içinde var olan kriptik biyoaktif peptidler aktif hale geçmeyebilir, bu sebeple potansiyel biyolojik aktivite profili sekans içinde bulunan kriptik biyoaktif peptidleri inceleme imkânı sunar. Ayrıca, proteinde bulunan biyoaktif fragmentlerin görülme sıklığı (A) ve $EC_{50}$ değeri biliniyor ise proteinin biyolojik aktivite potansiyeli (B) hesaplamalarını gerçekleştirir (Minkiewicz ve diğer., 2008).




Şekil 1.16 BIOPEP *in silico* proteoliz sayfa görüntüsü (ekran görüntüsü için www.uwm.edu.pl/biochemia'dan izin alınmıştır).

### *1.6.2 PeptideCutter*

PeptideCutter verilen protein sekansı için programda belirli olan toplamda 37 enzim ve kimyasal seçeneği ile potansiyel kırılma bölgelerinin tahmini ederek *in silico* proteolizini gerçekleştiren bir programdır (web.expasy.org/peptide_cutter/) (Şekil 1.17). Tek bir enzim veya kimyasal seçilebilineceği gibi listedeki tüm enzim ve kimyasalları seçme imkânı vardır. Protein sekans girdisi olarak FASTA formatı, UniProtKB protein adı veya ID numarası kullanılmaktadır. Proteoliz sonucunda her bir enzim ve kimyasal tarafından sekans içinde ne kadar kırılmanın hangi enzim ile hangi pozisyonda gerçekleştiğini belirtir. Ayrıca programda kullanılan bu enzimler ve kimyasallar ile ilgili kırılma kurallarına erişim imkanı bulunmaktadır (Gasteiger ve diğer., 2005).




Şekil 1.17 PeptideCutter ana sayfası (ekran görüntü için web.expasy.org'dan izin alınmıştır).

## 1.7 Makro alg *Caulerpa spp.*

Yeşil alg *Caulerpaceae* familyasına ait olan *Caulerpa* cinsi 96 türden oluşmaktadır (M. D. Guiry ve G. M. Guiry, 2015). Bu makro alg cinsi en yaygın makro alg türlerinden biridir: Karayipler, Endonezya, Güney Kore, Havai, Avustralya gibi tropikal ve subtropikal bölgeler ile Akdeniz bölgesinde yayılış göstermektedirler (M. D. Guiry ve G. M. Guiry, 2015). Akdeniz bölgesinde 6 *Caulerpa* türü bulunmaktadır: *C. prolifera*, *C. mexicana*, *C. scalpelliformis*, *C.*

*ollivieri, C. taxifolia,* ve *C. racemosa* (*C. racemosa* var. *lamourouxii f. requienii, C. racemosa* var. *turbinata* ve *C. racemosa* var. *cylindracea*) (Ukabi Dubinsky, Steinberger ve Israel, 2012). Türkiye kıyılarında ise *C. mexicana* hariç Akdeniz'deki tüm *Caulerpa* türleri yetişmektedir (Ukabi ve diğer., 2012). *C. racemosa* var. *cylindracea* yeni yapılan bir çalışma ile *C. cylindracea* olarak yeniden adlandırılmıştır (Belton, van Reine, Huisman, Draisma ve Gurgel, 2014).

Bu türler arasında Akdeniz'de Fransa, Hırvatistan, İspanya, İtalya, Monako, Tunus ve Türkiye karasularında görülen *C. taxifolia* ile Arnavutluk, Cezayir, Fransa, Hırvatistan, İspanya, İtalya, Kıbrıs, Libya, Malta, Tunus, Türkiye ve Yunanistan karasularında görülen *C. cylindracea* yayılımcı özellik gösterdikleri için önem taşımaktadırlar (Klein ve Verlaque, 2008). Yayılımcı *Caulerpa* türlerinin hızlı bir şekilde yeni alanlarda kolonize büyümeleri, köksü yapıları ile sediment tabakaya tutunup besin içeriğini sudan değil substrattan almaları, eşeysiz üremelerden dolayı hızla çoğalmaları ile doğal biyolojik çeşitliliğe ve ekonomiye zarar vermektedirler (Aquatic Nuisance Species Task Force [ANSTF], 2004). *C. racemosa* Akdeniz'de ilk kez 1926'da Tunus Sousse limanında görülmüştür ve bu türün yayılımcı formu ise 1991'de Nizamuddin tarafından Libya'da keşfedilmiştir. Yapılan sekans karşılaştırma analizleri ile *C. cylindracea* türünün Akdeniz'e güneybatı Avustralya bulunan ve istilacı olmayan balast sularıyla taşınması sonucu geldiği (Klein ve Verlaque, 2008) ve katil alg olarak bilinen yayılımcı *C. taxifolia* türünün ise kaza sonucu akvaryum suyu ile bulaştığı belirlenmiştir (Jongma ve diğer., 2013; Belton ve diğer.).

Yayılımcı türler için büyük yüzey alanlarına yönelik uygulanabilir ve kalıcı herhangi bir eradikasyon metodu bulunmamaktadır (Klein ve Verlaque, 2008). Ancak yapılan çalışmalar bu türlerin biyoteknolojik ve farmokolojik açıdan değerlendirilebileceğini göstermektedir. *C. racemosa*'da bulunan ve antinosiseptif ve anti-İnflamatuvar etkisi aydınlatılan bisindol alkoloid caulerpin (De Souza ve diğer., 2009), anti-fungal aktivite gösteren caulerchlorin (Liu, Mao ve Yu, 2012), sinir hücrelerini koruyu caulerpin türevi racemosin A ve B (Liu ve diğer., 2013; Yang ve diğer., 2015) gibi doğal bileşenler farmakolojik özellikler göstermektedir. *Caulerpa*

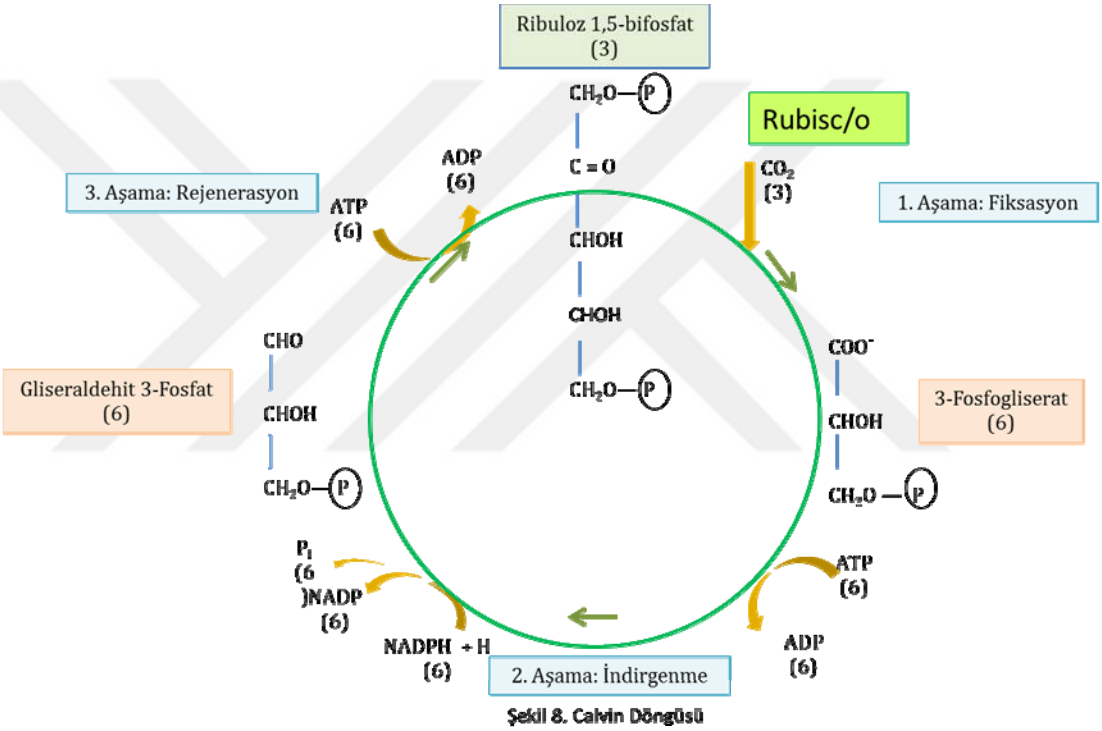
cinsi içinde bu iki tür önemli olsa da diğer türler de kendi habitatlarında önem taşımaktadır; *C. prolifera'*dan caulerpin eldesi (Cengiz, Cavas, Yurdakoc ve Pohnert, 2009), ekstraktlarının antifouling potansiyelinin gösterilmesi (Alyürük, Döner, Karabay ve Cavas, 2010) gibi çalışmalar bu açıdan örnektir.

*Caulerpa* rhizoid denilen renksiz köksü yapılarla yüzeye tutunmaktadır, horizontal gelişen tallus türlere özgü ipliksi bıçak-gibi, gözenekli, kese şekli gibi değişik yapraklardan oluşmaktadır; örneğin düz yaprak (*C. prolifera*) veya üzüm salkımı (*C.lentililifera)* şeklinde olabilir (M. D. Guiry ve G. M. Guiry, 2015). *C. cylindracea* hem 1m gibi sığ hem 70m gibi derin sularda yetişebilmektedir (Klein ve Verlaque, 2008).

Yeşil alg türlerinden yaygın olarak *Ulva*, *Codium*, ve *Caulerpa* türleri besin kaynağı olarak olarak değerlendirilmektedir. Deniz üzümü ve yeşil havyar olarak adlandırılan *C. lentillifera* ve *C. racemosa* özellikle Havai ve Filipinler, Japonya gibi Pasifik ve Güneydoğu Asya ülkelerinde özellikle taze salata olarak ve deniz ürünleri ile birlikte tüketilmektedir (Jaspars ve Folmer, 2013; Paul, Neveux, Magnusson ve De Nys, 2014). Yüksek mineral ve vitamin içeriği bu yenilebilir *Caulerpa* türlerini besinsel olarak değerli bir kaynak yapmaktadır; bulunan esansiyel mineraller tavsiye edilen günlük referans değerlerini karşılayabilmektedir. Magnezyum, kalsiyum, selenyum ve çinko açısından zenginlerdir, sodyum/potasyum oranı ise oldukça düşüktür (Kumar, Gupta, Kumari, Reddy ve Jha, 2011; Paul ve diğer. 2014). Ayrıca *Caulerpa lentillifera* ve *C. racemosa* türleri özellikle iyi bir protein kaynağıdır (% 19-17/kuru ağırlık) (Nagappan ve Vairappan, 2014). Bir diğer önemli parametre olan toplam lif içerikleri olukça yüksektir (*C. lentillifera*, % 17) (Kumar ve diğer., 2011), *Caulerpa* türlerininin toplam lipid içeriği (%2) düşüktür ancak toplam yağ asitleri çoğunlukla tekli ve çoklu doymamış yağ asidinden oluşmaktadır (%18 ve %38) (Nagappan ve Vairappan, 2014).

## 1.8 Rubisc/o

Fotosentetik bitkilerinin yeşil yapraklarında bulunan ribuloz 1,5-bifosfat karboksilaz/oksijenaz (rubisc/o) fotosentezin karanlık evre reaksiyonlarında Calvin döngüsünde (Şekil 1.18). 1. aşama olan karbon fiksasyonunda rubiloz 1,5-bifosfat bileşiğine inorganik karbon ($CO_2$) ekleyerek 6 karbonlu kararsız β-keto asit ara ürününün oluşmasını sağlar, ardından bu ara ürün sonra 2 mol 3-fosfogliserat bileşiğine dönüşür (Boyer, 2006).




Şekil 1.18 Fotosentetik organizmalarda $CO_2$ asimilasyonunun 3 aşaması. 3 anahtar ara ürünün stokiyometrisi (parantez içindeki numaralar) döngüye giren ve çıkan karbon atomlarını göstermektedir. (Lehninger, 2004'dan modifiye edilmiştir).

Enzimin çalışma mekanizması şu şekildedir: $CO_2$, rubisc/o'nun aktif merkezinde bulunanan $Mg^{+2}$ iyonunu vasıtasıyla polarize olur. Ardından aktif merkezinde enediolat oluşturmuş rubiloz 1,5-bifosfat bileşiğinin enediolat kısmı $CO_2$'e nükleofilik atak gerçekleştirerek önce kararsız 6 karbonlu şeker yapısı oluşturur. Bu yapı 3. karbon kısmından hidroksillenir ve aldol kırılması ile oluşn 3-fosfogliserat enzim aktif merkezinden ayrılır. Kalan 3 karbonlu yapı ise $Lys^{175}$ yan zincir

yardımıyla girdiği reaksiyon sonucunda diğer 3-fosfogliserat bileşiğini oluşturur (Lehninger, 2004).

Rubisc/o heterohekzadekamer yapıda olup 8 büyük alt birim (ls) ve 8 küçük alt birimden (ss) oluşmaktadır ve bu alt birimlerin moleküler ağırlıkları 50-55 kDa/12-18 kDa arasında değişmektedir. Dünyada en yaygın olarak bulunan proteindir ve bitkide bulunan çözünmüş proteinin %50'sini rubisc/o oluşturmaktadır (Wostrikoff ve Stern, 2009; Andersson ve Backlund, 2008). Bu açıdan oldukça yüksek biyoaktif peptid potansiyeli bulunmaktadır. Biyoaktif peptid içeriği ile ilgili yapılan deneysel çalışmalar ile ıspanak rubisc/o'sundan δ opioid peptid olan rubiscolin-6 (YPLDLF) ve hipotansif etkili rubimite (MRW) peptitleri keşfedilmiştir (Hirata ve diğer., 2007; Zhao, Ohinata ve Yoshikawa, 2008), bilgisayar temelli metotlar ise tahıl yaprakları üzerine uygulanarak rubisc/o'daki biyoaktif peptidler araştırılmıştır (Udenigwe ve diğer., 2013).

### 1.9 Tezin Amacı

*C. cylindracea* ve *C. taxifolia* Avusturalya ve çevresinde bulunnan yerel türlerdir ancak Akdeniz'e kaza sonucu ve gemilerin balas sularının boşaltılması ile intikal edip gelişen bu türler Akdeniz'de yayılımcı özellikler göstererek doğal biyolojik çeşitliliğe zarar vermektedirler. Bu makroalg türlerini yok etmek amacıyla çeşitli eradikasyon metotları denenmiştir ancak kalıcı ve kullanılabilir bir sonuç elde edilememiştir. Bu türler için geçerli bir eradikasyon metodu aramak yerine biyoteknolojik yararlarını belirlemek, Akdeniz'deki yayılımcı *Caulerpa* türlerinin değerlendirilebileceklerini gösterecektir. Bu tez, *Caulerpa* türlerinde bulunan ve antihipertansif, antioksidatif, anti-amnezik gibi insan sağlığını iyileştirici fonksiyonları olan biyoaktif peptid içeriklerini, bu peptidlerin aktivitelerini değerlendirmeyi ve amino asit içerikleri ile biyoaktif peptidler arasındaki ilişkiyi göstermeyi hedeflemektedir. Bu amaçla in silico programlardan ve veritabanları kullanılmıştır.

# BÖLÜM İKİ
# MATERYAL VE METOT

## 2.1 Rubisc/o Sekanslarının Elde Edilmesi

*Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) sekansları ExPASy Biyoinformatik Kaynak Portalı ile erişilen UniProtKB veritabanı sitesinden (http://www.uniprot.org/) alındı (McWilliam ve diğer., 2013). Veritabanında bulunan 4 *Caulerpa* türüne ait (9 *C. racemosa* alt türü) rubisc/o (ls) sekansları (Tablo 2.1) kaydedildi.

Tablo 2.1 Analiz için seçilen *Caulerpa* türleri ve UniProtKB erişim numaraları

| Türler | IDNumarası | Türler | IDNumarası | Türler | IDNumarası |
|---|---|---|---|---|---|
| *C.racemosa* var. *racemosa* | Q70X21 | *C. racemosa* var. *lamourouxii* | A9ZLU6 | *C. taxifolia* | A9ZLV1 |
| *C. racemosa* | U3M0J8 | *C. racemosa* var. *lamourouxii* | U3LZU7 | *C. taxifolia* | W5RG33 |
| *C. racemosa* | W8E959 | *C. racemosa* var. *corynephora* | H9EHL1 | *C. taxifolia* | T2BRU2 |
| *C. racemosa* | Q9GHH5 | *C. racemosa* var. *corynephora* | G3GJY7 | *C. taxifolia* | H9EHL5 |
| *C. racemosa* | G3GJY6 | *C. racemosa* var. *clavifera* | I7H444 | *C. taxifolia* | H9EHK8 |
| *C. racemosa* f. *macrophysa* | Q9GHH6 | *C. racemosa cf.* var. *macra SD-2011* | F2RM65 | *C. taxifolia* | G3GJY9 |
| *C. racemosa* f. *macrophysa* | G3GJZ1 | *C. racemosa* var. *turbinata* | G3JX24 | | |
| *C. racemosa* f. *macrophysa* | H9EHM0 | *C. racemosa* var. *mucronata* | Q70X27 | | |
| *C. racemosa* f. *occidentalis.* | A9ZLU7 | *C. prolifera* | Q29U56 | | |
| *C. racemosa* f. *occidentalis.* | G3GJZ3 | *C. cylindracea* | U3M057 | | |
| *C. racemosa* f. *occidentalis.* | H9EHK7 | *C. cylindracea* | U3M0K1 | | |

Aynı şekilde, *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekansları ile diğer gıda kaynakları arasındaki ilişkiyi incelemek için Udenigwe ve diğer. (2013) tarafından gerçekleştirilen "*In silico* analysis of the large and small subunits of cereal RuBisCO as precursors of cryptic bioactive peptides" çalışmasında incelenen tahıl rubisc/o'larından arpa (*Hordeum vulgare)*, buğday (*Triticum aestivum),* yulaf (*Avena sativa),* pirinç (*Oryza sativa),* sorgum (*Sorghum bicolor)*, mısır (*Zea mayss)* sekansları UniProtKB veritabanı sitesinden alındı (Tablo 2.2) (McWilliam ve diğer., 2013).

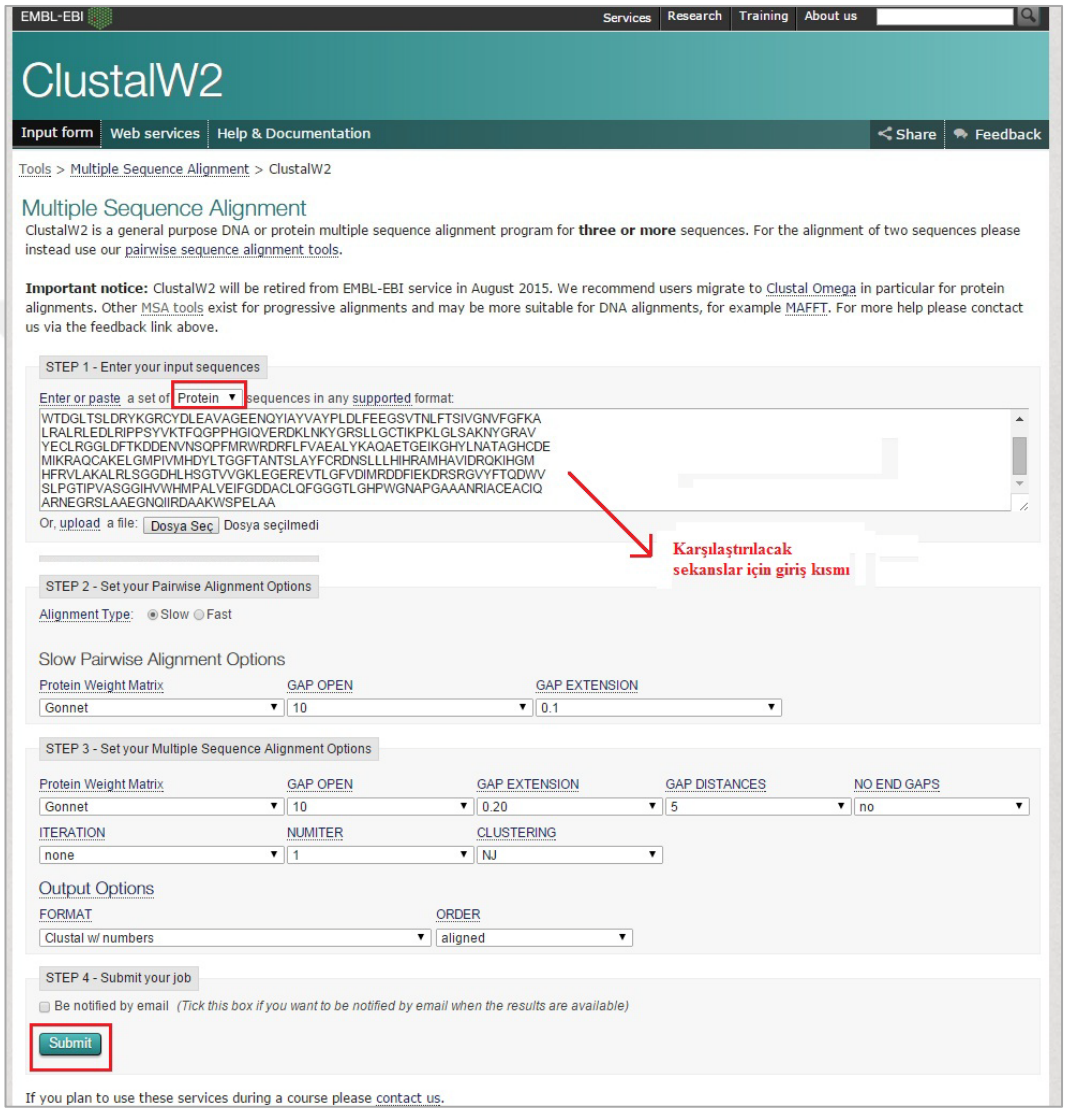
Tablo 2.2 Analiz için Seçilen Tahıl Ttürleri ve UniProtKB erişim numaraları

| Türler | ID Numarası |
|---|---|
| *Oryza sativa* | P0C512 |
| *Hordeum vulgare* | P05698 |
| *Triticum aestivum* | P11383 |
| *Avena sativa* | P48684 |
| *Sorghum bicolor* | A1E9T2 |
| *Zea mays* | P00874 |

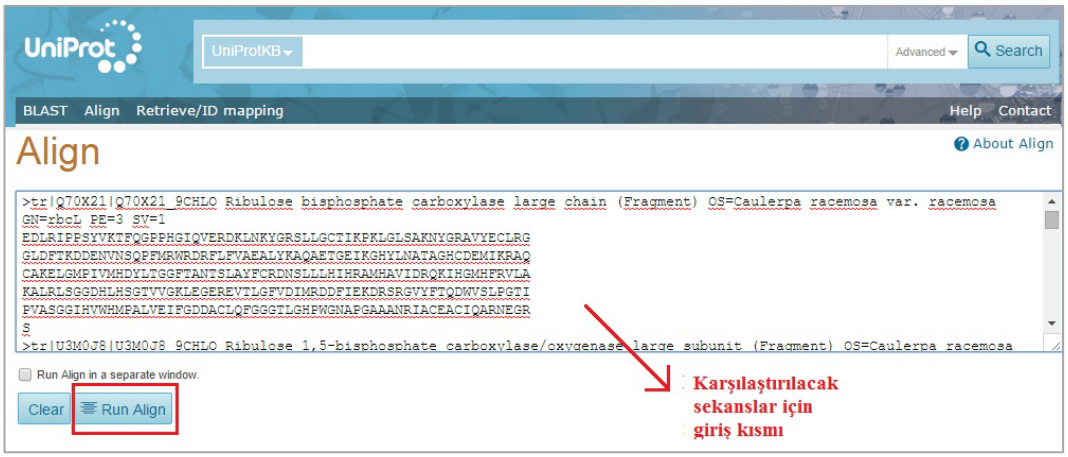
## 2.2 Çoklu Sekans Analizleri

EMBL-EBI sitesinde (http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalw2/) bulunan CLUSTALW2.0 programı önce *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) sekansları için çoklu sekans analizlerini gerçekleştirmek ve filogenetik ağaç çıkarmak için kullanıldı (McWilliam ve diğer., 2013). Öncelikle sekans "protein" olarak belirlendi, ardından aşağıdaki şekilde (Şekil 2.1) ok ile gösterilen bölmeye seçilen 28 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekansları girildi ve "step2" sekmesindeki "pairwise" karşılaştırma seçeneği "slow" seçildi. "Step 2" ve "step3" ("pairwise" karşılaştırma ve çoklu sekans karşılaştırma) sekmelerindeki diğer opsiyonlar programın kendi ayarlarında bırakıldı (Protein Weight Matrix: Gonnet, Gap Open: 10, Gap Extension: 0.1; Protein Weight Matrix: Gonnet, Gap Open: 10, Gap Extension: 0.2) ve sekanslar "submit" edildi (Şekil 2.1). Bu işlem 6 tahıl rubisc/o (ls) sekansları için tekrarlandı ve son olarak *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekansları ve tahıl rubisc/o (ls) sekansları birlikte girilerek analiz edildi. "Step 2" ve "Step 3" kısımlarında değişiklik yapılmadan "submit" edildi.

Ardından Udenigwe ve diğer. (2013) tarafından elde edilen değerler ile paralelliği görmek için UniProt sitesindeki karşılaştırma aracı (http://www.uniprot.org/align/) kullanıldı (UniProt Consortium, 2015). Önce Caulerpa rubisc/o (ls) sekansları kendi aralarında daha sonra tahıl sekansları ile birlikte karşılaştırıldı (Şekil 2.2).




Şekil 2.1 ClustalW2.0 ile *Caulerpa* ve tahıl rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi




Şekil 2.2 UniProt Align ile *Caulerpa* ve tahıl rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi

## 2.3 *In silico* Program BIOPEP ile Hidroliz

*In silico* hidroliz için program olarak kullanma imkânı sağladığı enzimler, veritabanı özelliği göstermesi ve aynı zamanda gıda kaynaklı olması nedenleriyle BIOPEP (http://www.uwm.edu.pl/biochemia/index.php/pl/biopep) programı seçildi (Minkiewicz ve diğer., 2008). Ana sayfadaki seçeneklerden "bioactive peptides" butonu ile açılan sayfada "analyses" sekmesi tıklandı ve ardından "enzyme(s) action" sekmesi seçildi (Şekil 2.3).

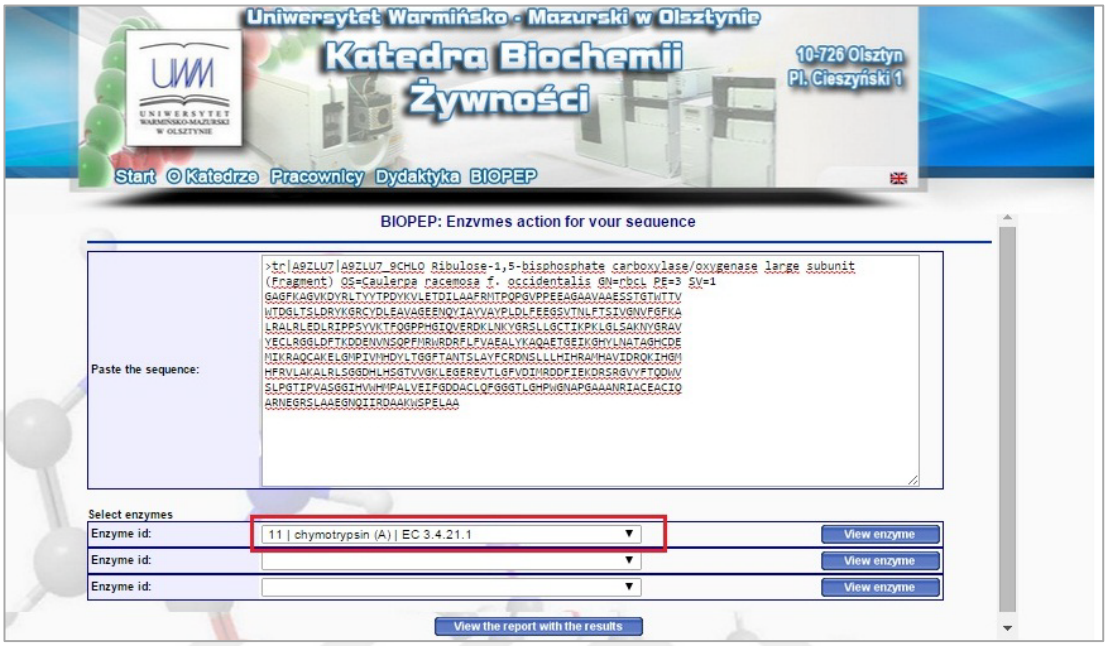



Şekil 2.3 BIOPEP programı "bioactive peptide" sekmesi seçenekleri

Daha sonra "for your sequence" tıklandı ve açılan kısımdaki kutuya *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekansı girildi ve alt kısımdan kimotripsin (E.C. 3.4.21.1), seçilerek hidroliz gerçekleştirildi. Tripsin (E.C. 3.4.21.4), pepsin (E.C. 3.4.23.1), termolizin (E.C. 3.4.24.27), papain (E.C. 3.4.22.2) ve bromelain (E.C. 3.4.22.4) enzimleri ile

hidroliz tekrarlandı, bu işlemler 28 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekansları için gerçekleştirildi (Şekil 2.4).

.




Şekil 2.4 BIOPEP programı ile hidroliz sayfa görüntü

Bu enzimler veritabanında erişilebilirliği, mide-bağırsak sindirim sistemi enzimleri olması ve daha önceki çalışmalarda (Lacroix ve Li-Chan, 2012; Udenigwe et al., 2013) kullanılması nedeniyle tercih edildi.

## 2.4 Frekans ve Modifiye Edilmiş Frekans Değerlerinin Hesaplanması

Protein sekansı içinde bulunduğu bilinen ancak proteoliz sonucu elde edilen biyoaktif peptidlerin miktarı frekans (A) ve modifiye edilmiş frekans değerleri (A') ile hesaplandı. İlgili proteinde her bir biyoaktif peptid türünün görülme olasılığı olan A değeri protein sekansında bulunan ve diğer peptidlere bağlı haldeki inaktif biyoaktif peptidlerin (a) protein sekansındaki toplam amino asit rezidüsüne (N) bölünmesiyle hesaplandı (Minkiewicz ve diğer., 2008).

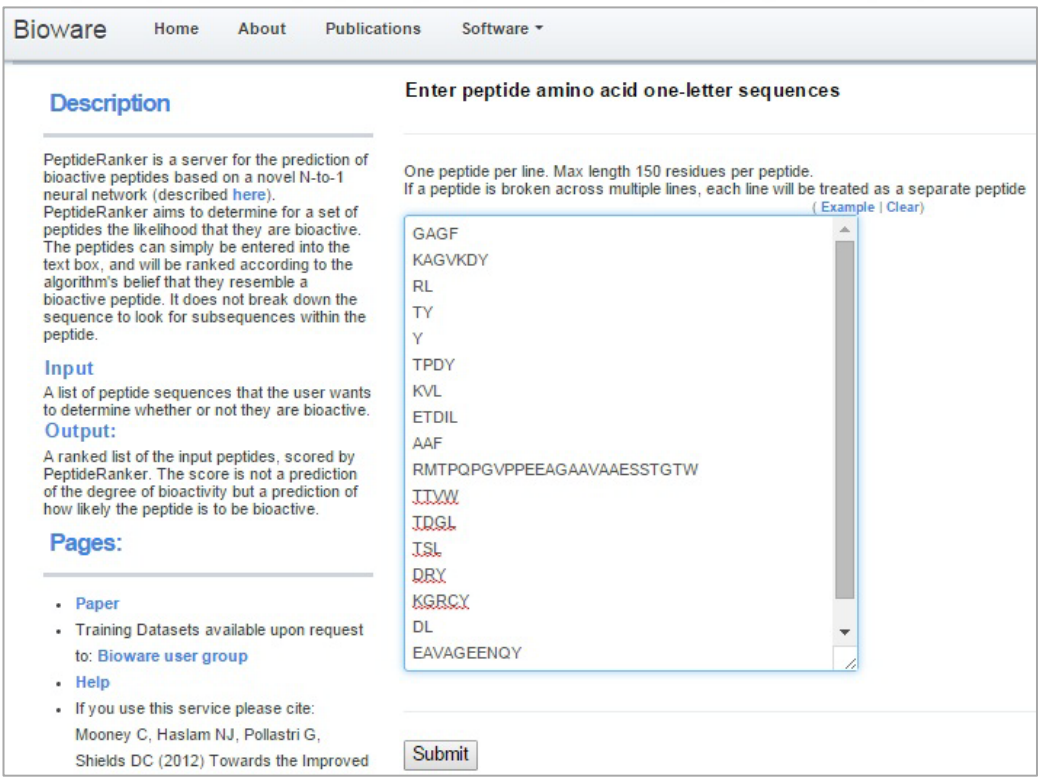
$$A = \frac{a}{N} \qquad (2.1)$$

Biyoaktif peptidlerin modifiye edilmiş sıklık değeri (A') ise enzim ile hidroliz sonucu biyoaktif peptidlerin görülme sıklığını belirtmektedir. Bu değer *in silico* proteoliz sonrası görülen biyoaktif peptidlerin toplam sayının (a') toplam amino asit rezidüsüne (N) bölünmesi ile her bir enzim için ayrı olarak hesaplandı. Daha sonra tahıl rubisc/o (ls) sekanslarının A ve A' değerleri ile karşılaştırıldı (Udenigwe ve diğer., 2013).

$$A' = \frac{a'}{N} \qquad (2.2)$$

## 2.5 Biyoaktivite Olasılığı Hesaplama

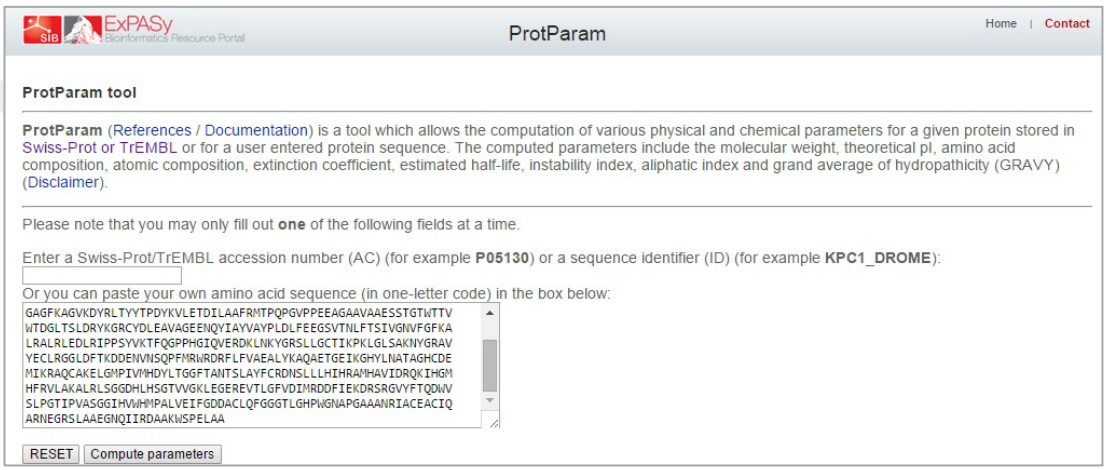
Yapı-fonksiyon paternlerine bağlı olarak peptid için biyoaktif olma olasılığı ile ilgili olarak tahmin yürüten web tabanlı PeptideRanker programı kullanıldı (http://bioware.ucd.ie/~compass/biowareweb/Server_pages/peptideranker.php) (Şekil 2.5) (Mooney, Haslam, Pollastri ve Shields, 2012). *In silico* hidroliz sonucu elde edilen peptidler ile ilgili eşik değeri 0.5 olmak üzere 0-1 arasında değişen ile değerler ile ifade edilmektedir.




Şekil 2.5 PeptideRanker programı ana sayfa görüntüsü

## 2.6 ProtParam Programı

Moleküler ağırlık, teorik isoelektronik nokta (pI) ve amino asit kompoziyonu gibi veriler ile sekansın fiziko-kimyasal karakterizayonunu gösteren internet tabanlı ProtParam programı (Şekil 2.6), biyoaktif peptid ve amino asit kompozisyonu ilişkisini görmek aynı zamanda esansiyel amino asit miktarlarını bulmak için kullanıldı. ProtParam'a erişim ExPASy Biyoinformatik Kaynak Portalı kullanılarak sağlandı (http://us.expasy.org/tools/protparam.html) (Gasteiger ve diğer., 2005).



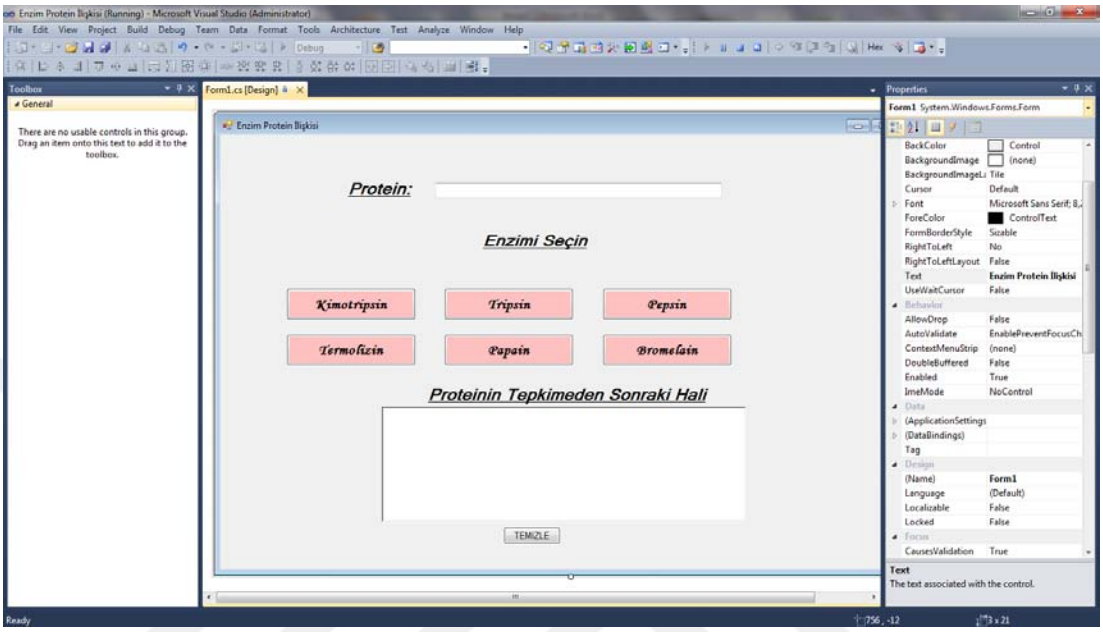

Şekil 2.6 ProtParam programı ana sayfa görüntüsü

## 2.7 Prototip *in silico* hidroliz Programı Yazılması

BIOPEP ile gerçekleştirilen *in silico* hidrolize paralel olarak, kimotripsin (E.C. 3.4.21.4), tripsin (E.C. 3.4.21.4), pepsin (E.C. 3.4.23.1), termolizin (E.C. 3.4.24.27), papain (E.C. 3.4.22.2) ve bromelain (E.C. 3.4.22.4) enzimlerini kullanan bir *in silico* proteoliz programı Microsoft Visual studio C# (2010) yazılımı ile hazırlandı. Bu deneme sürümü için kullanılan enzimlere özgü kırılma bölgeleri belirlendi (Tablo 2.3). Program sekanslara ait FASTA formatlarının ilk satırında bulunan ve sekans ile ilgili bilgileri içeren “>” satırları olmaksızın çalıştırıldı.

Ayrıca bu proteoliz enzimleri ve rubisc/o (ls)’ya ait 3 boyutlu yapıları belirlemek için YASARA View programı kullanıldı (Krieger ve Vriend, 2014). YASARA View ile analiz için X-Ray kristal yapı koordinatları PDB veritabanı ile elde edildi.

Kimotripsin (PDB: 1CHG), tripsin (PDB:1UTN), pepsin (PDB: 5PEP), termolizin (PDB: 1GXW), papain (PDB: 9PAP) ve *Spinacia oleracea* rubisc/o (ls) (PDB: 1AUS) molekülleri şablon olarak kullanıldı.




Şekil 2.7 Microsoft Visual studio C# ile yazılan prototip *in silico* protein hidroliz program görüntüsü

Tablo 2.3 Hazırlanan *in silico* programda kullanılan peptidazların spesifikleri

| Enzim | Amino Asit | Pozisyon | Özel Koşullar | |
|---|---|---|---|---|
| Kimotripsin | Phe, Trp, Tyr, Leu | C terminal | P1′: Pro olmamalı | (D. Voetve J. G. Voet, 2011). |
| Tripsin | Arg, Lys | C Terminal | P1′: Pro olmamalı | (D. Voet ve J. G. Voet, 2011). |
| Pepsin | Leu, Phe, Trp, Tyr | N terminal | P1′: Pro olmamalı | (D. Voet ve J. G. Voet, 2011). |
| Termolizin | Ile, Met, Phe, Trp, Tyr, Val | C terminal | P1′: Pro olmamalı | (D. Voet ve J. G. Voet, 2011). |
| Papain | Arg, Lys | C terminal | P2: Ala, Val, Leu, Ile, Phe, Trp, Tyr olmalı<br>P1′: Val olmamalı | Sigma-Aldrich |
| Bromelain | Lys, Ala, Tyr | C terminal | Yok | Sigma-Aldrich |

# BÖLÜM ÜÇ
# SONUÇLAR

## 3.1 Çoklu Sekans Karşılaştırma Değerleri

Uniprot veritabanından elde edilen *Caulerpa* ve tahıl rubisc/o (ls) sekansları elde edildi (Ek-1; Ek-2). Çoklu sekans karşılaştırma analizde sekanslar arasındaki tamamen korunmuş rezidüler "*" simgesi ile gruplar arasında güçlü benzer özellik gösteren korunmuş rezidüler ":" simgesi ile, zayıf benzer özellik gösteren korunmuş rezidüler ise "." simgesi ile gösterildi. Korunmuş bölgeleri gözlemlemek için renk seçeneği ile küçük ve hidrofobik amino asitler (A, V, F, P, M, I, L,W) kırmızı ile, asidik amino asitler (D, E) mavi ile, bazik amino asitler (R, K) pembe ile, hidroksil, sülfidril, amin ve G amino asitleri (S, T, Y, H, C, N, G, Q) yeşil ile CLUSTALW2.0 ile belirtildi.

### *3.1.1 Caulerpa Türlerinin Çoklu Sekans Karşılaştırma Sonuçları*

ClustalW2.0 kullanılarak yapılan çoklu sekans karşılaştırma analizi sonucunda *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o sekanslarının genel olarak korunmuş yapıdan oluştuğunu gösterdi (Şekil 3.1-Şekil 3.9). İki sekans arasındaki benzerliklerin sayısının karşılaştırma uzunluğuna bölümüyle elde edilen skor değerleri %92.48 ve %100 arasında değişiklik gösterdi (EK-3). *C. racemosa* var. *racemosa* ( ID: Q70X21, N: 301) ile *C. taxifolia* (ID: H9EHK8, N: 293) sekansları arasındaki benzerlik en düşük bulundu (%92.48). Gerçekleştirilen 378 karşılıklı analiz sonucundan 88 tanesinde skor %100 bulundu.

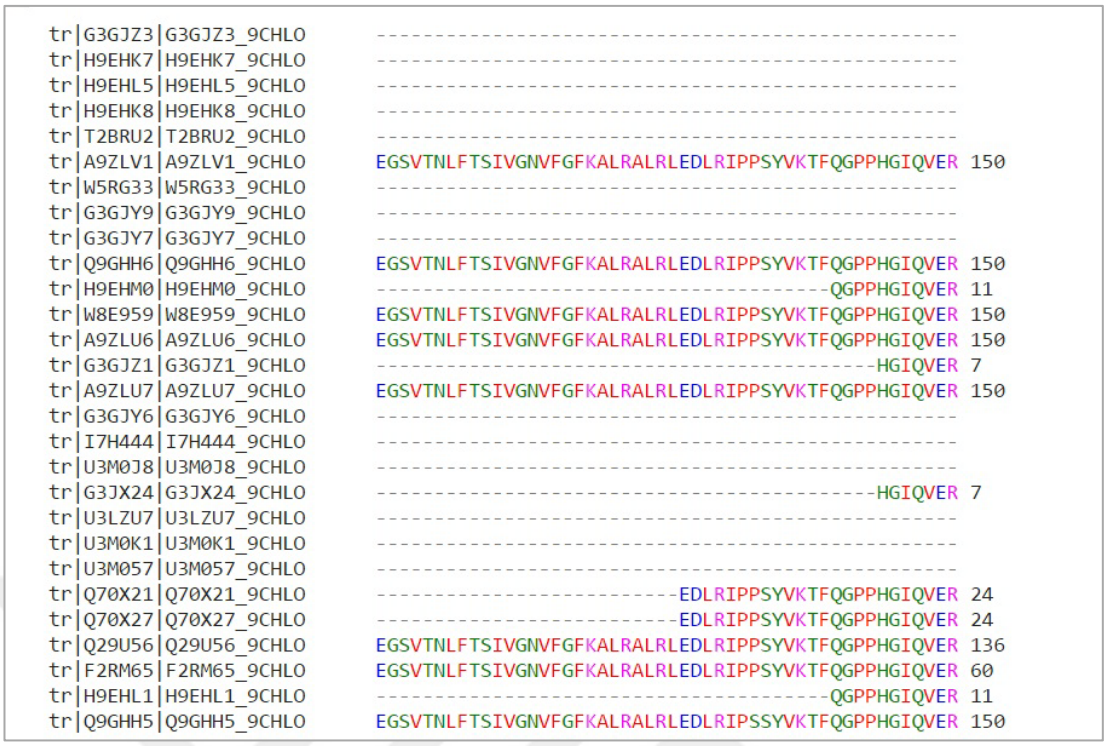
*Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls)'ların çoklu sekans karşılaştırma analizi aşaması olan "guide tree" aşamasına bağlı olarak *Caulerpa* türleri arasındaki ilişki filogenetik ağaç ile belirlendi (Şekil 3.10).



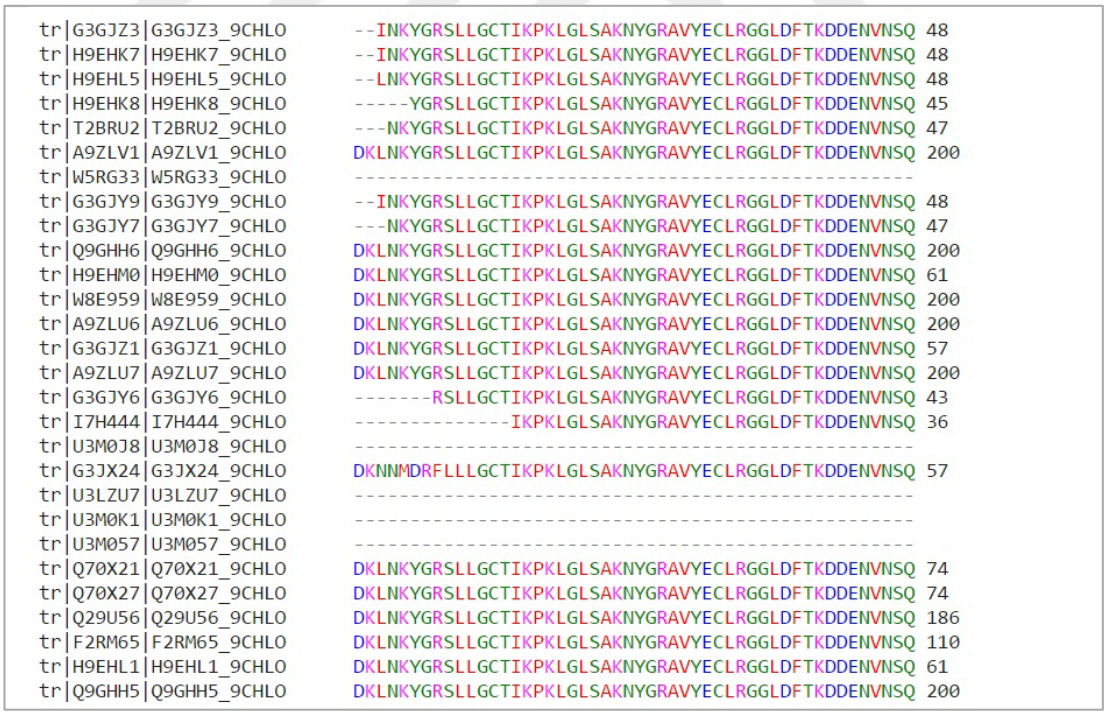

Şekil 3.1 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 1. kısım




Şekil 3.2 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 2. kısım



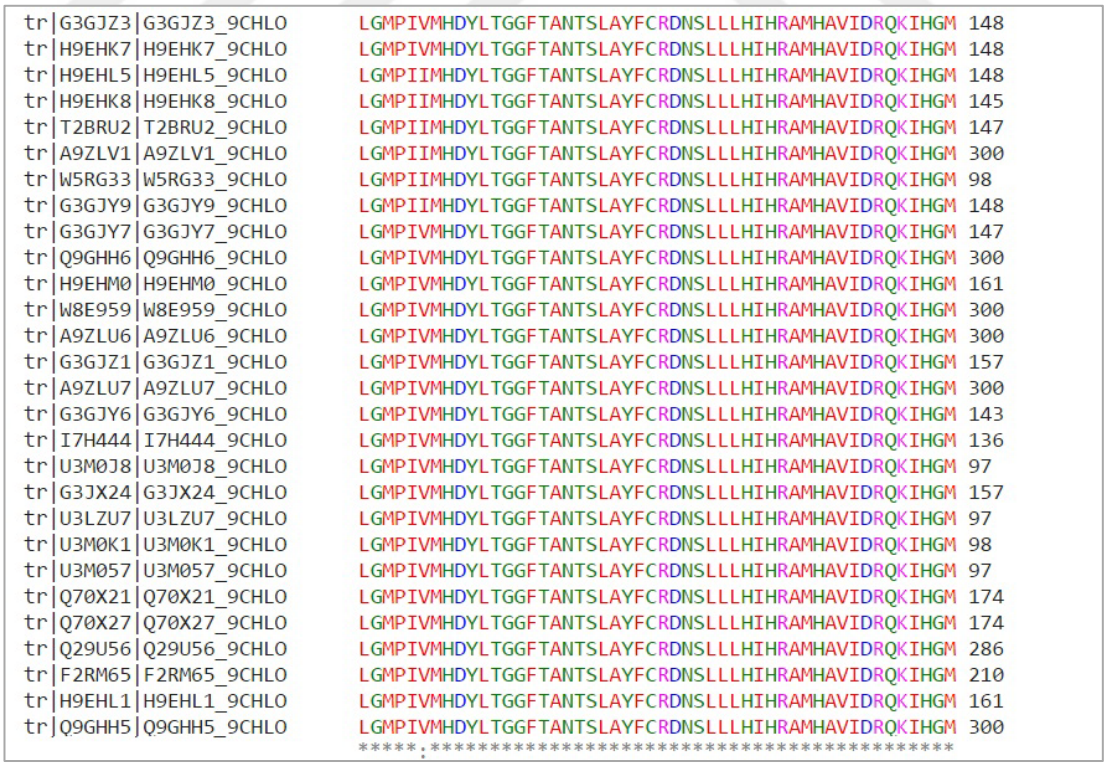

Şekil 3.3 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 3. kısım




Şekil 3.4 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 4. Kısım



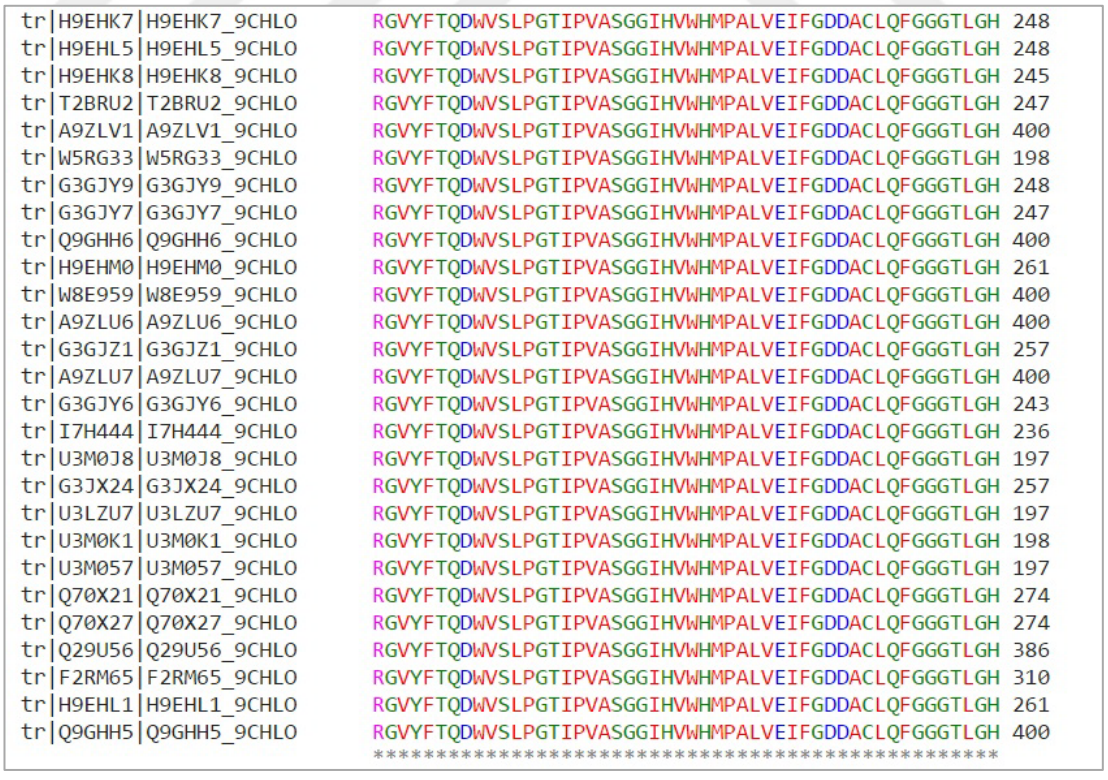

Şekil 3.5 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 5. Kısım




Şekil 3.6 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 6. Kısım



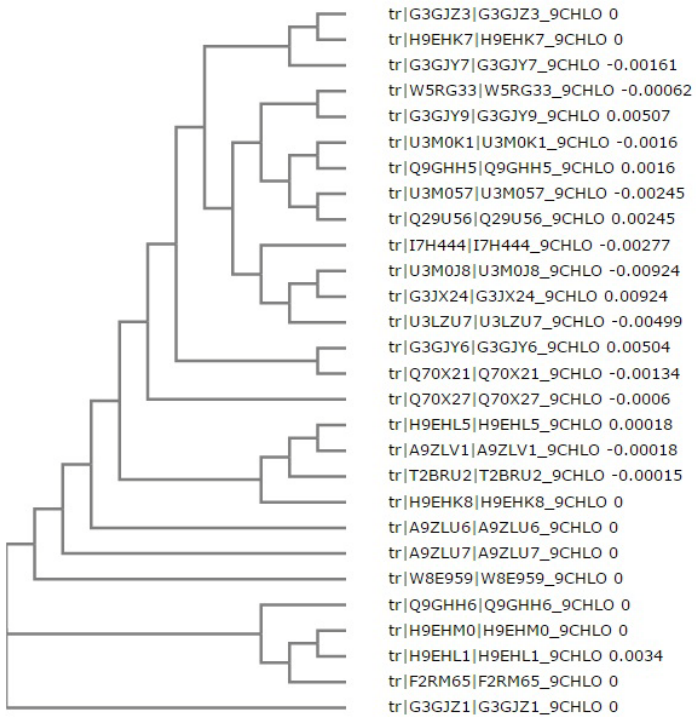

Şekil 3.7 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 7. Kısım




Şekil 3.8 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 8. Kısım

```
tr|G3GJZ3|G3GJZ3_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWS----- 291
tr|H9EHK7|H9EHK7_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAA-------- 288
tr|H9EHL5|H9EHL5_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPELA- 295
tr|H9EHK8|H9EHK8_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPELAA 293
tr|T2BRU2|T2BRU2_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPE--- 292
tr|A9ZLV1|A9ZLV1_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPELAA 448
tr|W5RG33|W5RG33_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS--------------------- 225
tr|G3GJY9|G3GJY9_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAERHQIIHDAAKWS----- 291
tr|G3GJY7|G3GJY7_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAA------------------ 277
tr|Q9GHH6|Q9GHH6_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSP---- 444
tr|H9EHM0|H9EHM0_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAK------- 302
tr|W8E959|W8E959_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPEL-- 446
tr|A9ZLU6|A9ZLU6_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPELAA 448
tr|G3GJZ1|G3GJZ1_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWS----- 300
tr|A9ZLU7|A9ZLU7_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPELAA 448
tr|G3GJY6|G3GJY6_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNERRSLAAESNQIIRDAA-------- 283
tr|I7H444|I7H444_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAA------------------ 266
tr|U3M0J8|U3M0J8_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS--------------------- 224
tr|G3JX24|G3JX24_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAADGNQII------------ 293
tr|U3LZU7|U3LZU7_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS--------------------- 224
tr|U3M0K1|U3M0K1_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS--------------------- 225
tr|U3M057|U3M057_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS--------------------- 224
tr|Q70X21|Q70X21_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS--------------------- 301
tr|Q70X27|Q70X27_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS--------------------- 301
tr|Q29U56|Q29U56_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGIK-------------- 420
tr|F2RM65|F2RM65_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQII------------ 346
tr|H9EHL1|H9EHL1_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEVCIQARNEGRSLAAEGNQ-------------- 295
tr|Q9GHH5|Q9GHH5_9CHLO      PWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDTAKWSP---- 444
                            ***************.******* **
```

Şekil 3.9 *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 9. Kısım




Şekil 3.10 *Caulerpa* türleri rubisc/o (ls) sekanslarına bağlı olarak bulunan *Caulerpa* türleri arasındaki filogenetik ilişki

### *3.1.2 Caulerpa ve Tahıl Türlernin Çoklu Sekans Karşılaştırma Sonuçları*

*Caulerpa* türlerine ve arpa (*Hordeum vulgare)*, buğday (*Triticum aestivum)*, yulaf (*Avena sativa)*, pirinç (*Oryza sativa)*, sorgum (*Sorghum bicolor)*, mısır (*Zea mayss)* türlerine ait rubisc/o sekanlarının ClustalW2.0 ile gerçekleştirilen çoklu karşılaştırması sonucu daha az korunmalı bölgeler görüldü (Şekil 3.10- Şekil 3.20). 561 karşılaştırma gerçekleşti ve skorlar %85.22 ve %100 arasında değişti (EK-4). En düşük skor *C. taxifolia* (ID: G3GJY9) ile *Oryza sativa* (ID: P0C512), *Hordeum vulgare* (ID: P05698) ve *Triticum aestivum* (ID: P11383) arasında %85.22 olarak bulundu; 88 karşılaştırma ise %100 eşleşme gösterdi (Şekil 3.21). Çoklu sekans analizi sadece tahıllar arasında gerçekleştirildiğinde, 15 karşılaştırmada skorlar %93.91 ve %99.79 arasında değişti (EK-4).

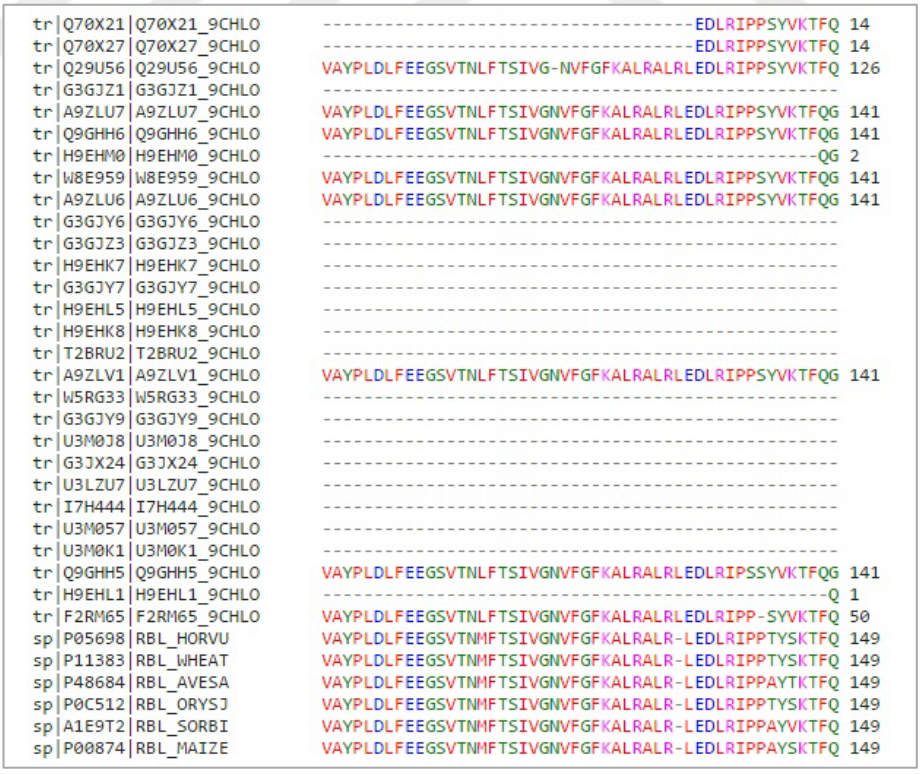
*Caulerpa* ve tahıl rubisc/o (ls) sekanslarının çoklu sekans analizi ile türler arasındaki filogenetik ilişki filogenetik ağaç çıkarılarak belirlendi (Şekil 3.22).




Şekil 3.11 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 1. Kısım




Şekil 3.12 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls)çoklu sekans analizi sonuçları, 2. Kısım



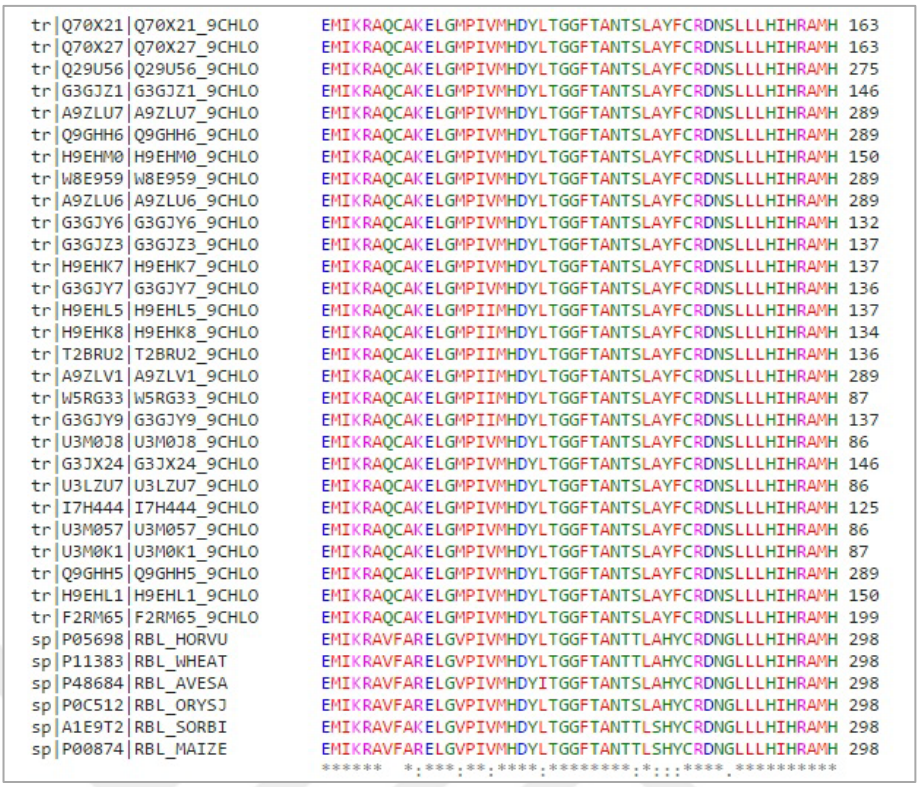

Şekil 3.13 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 3. Kısım




Şekil 3.14 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 4. Kısım




Şekil 3.15 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 5. Kısım



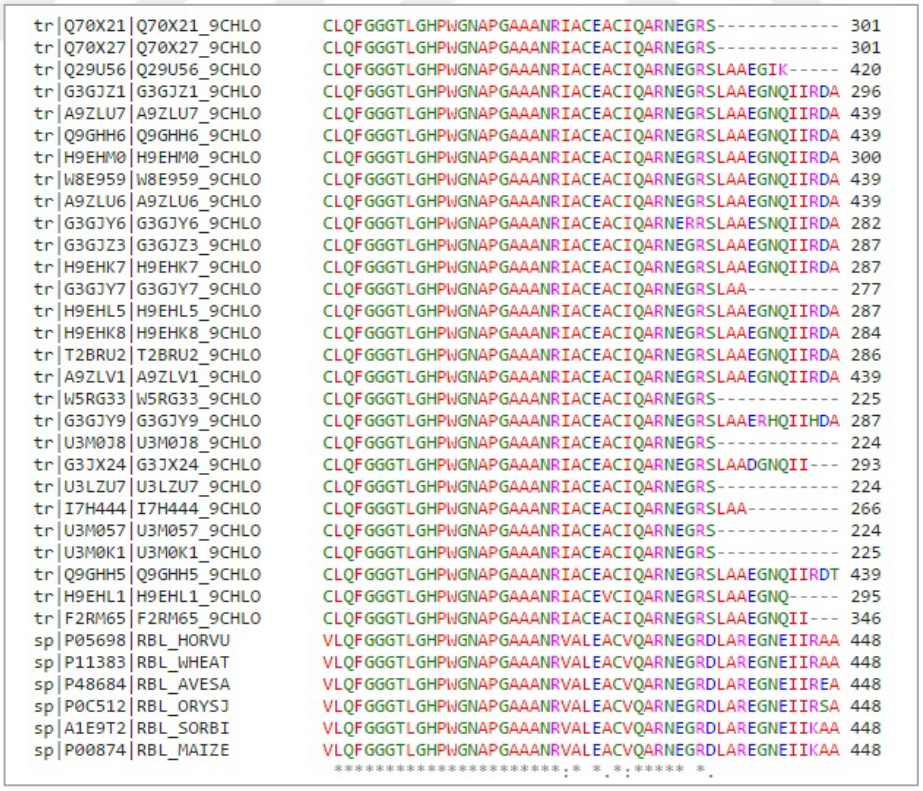

Şekil 3.16 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 6. Kısım



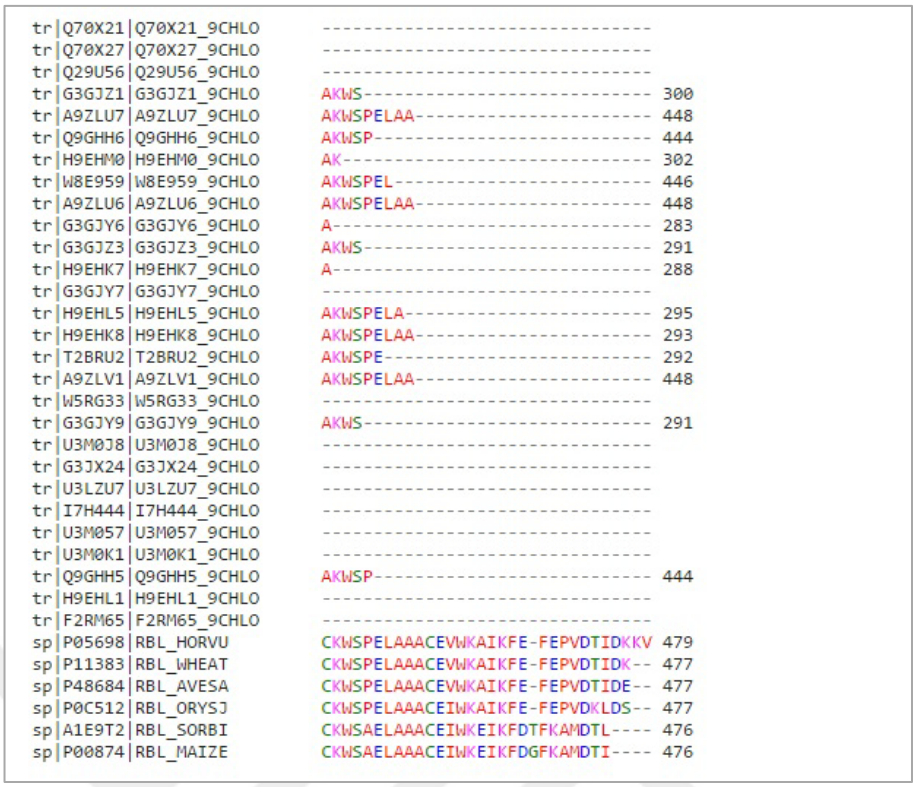

Şekil 3.17 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 7. Kısım



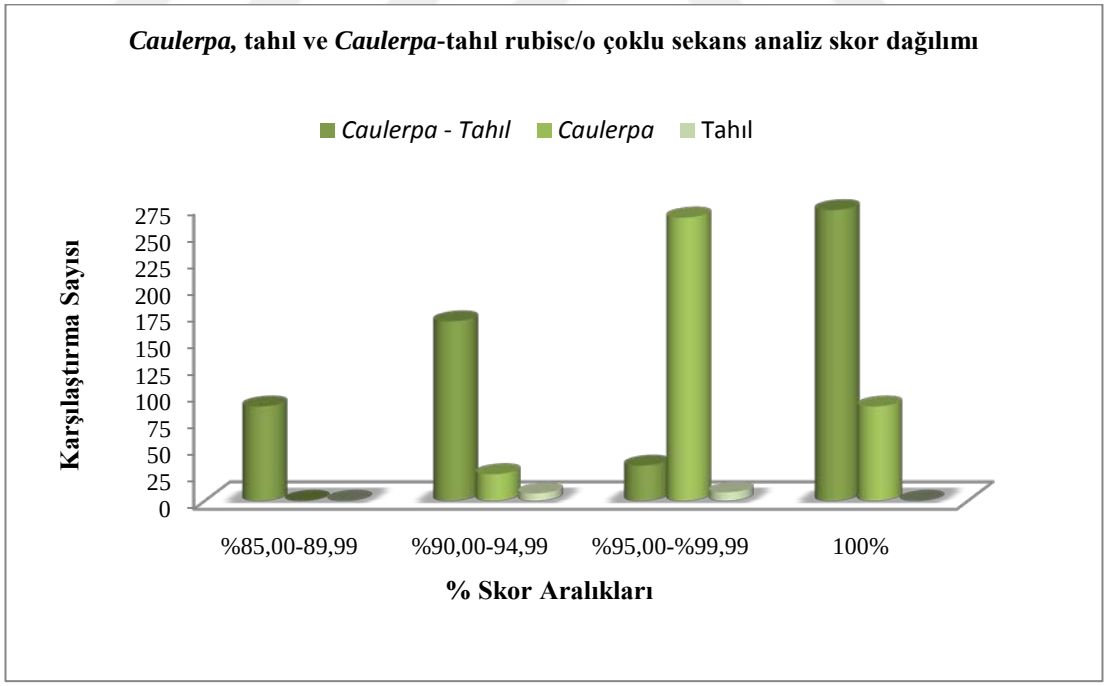

Şekil 3.18 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 8. Kısım



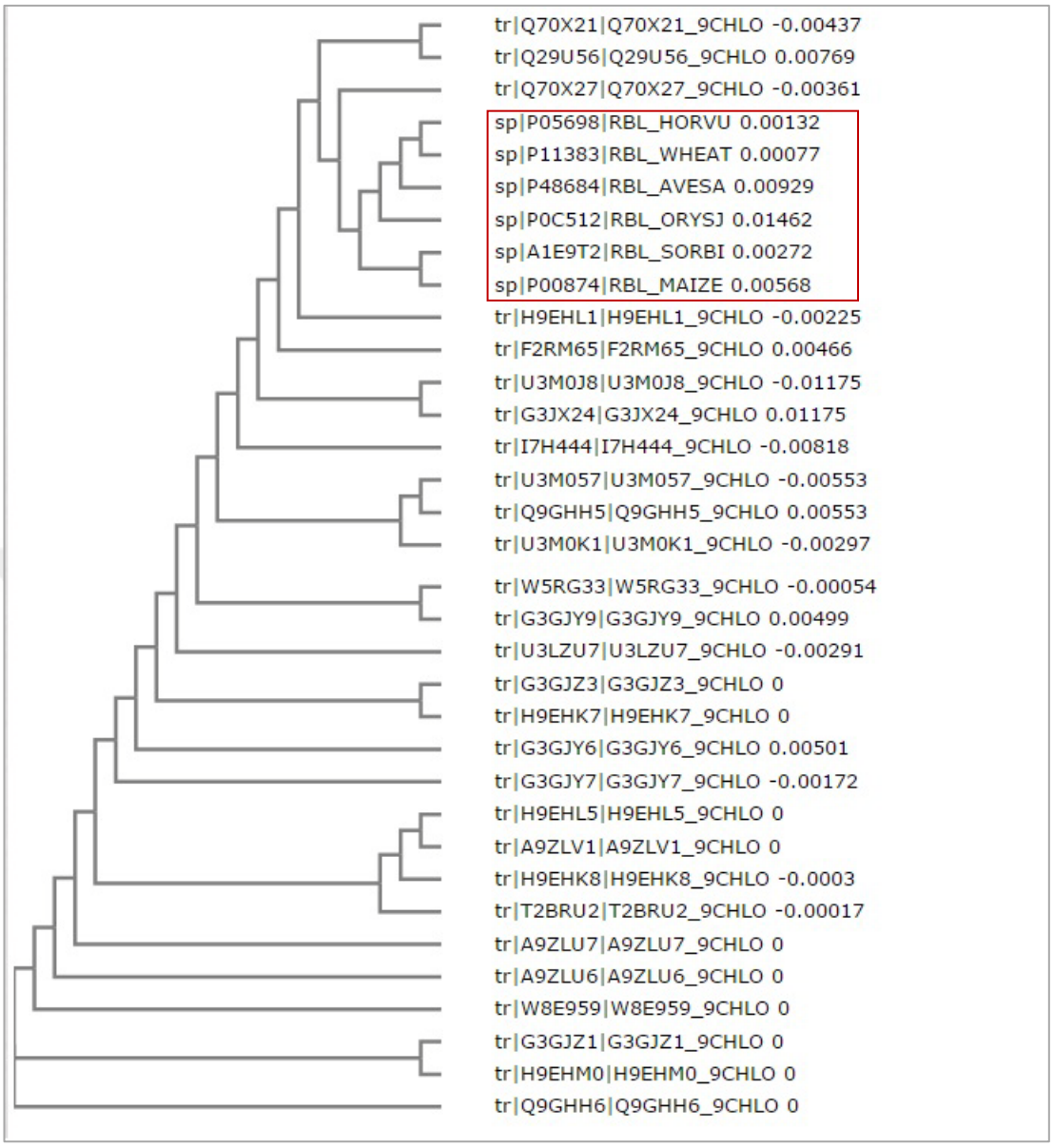

Şekil 3.19 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 9. Kısım




Şekil 3.20 *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi sonuçları, 10. Kısım




Şekil 3.21 *Caulerpa* türleri, tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) türleri ve *Caulerpa* ile tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) sekansları arasında gerçekleştirilen çoklu sekans analizi skor değer dağılımları




Şekil 3.22 *Caulerpa* ve tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) türleri rubisc/o (ls) sekanslarına bağlı olarak bulunan, *Caulerpa* ve tahıl türleri arasındaki filogenetik ilişki

### *3.1.3 UniProt ile Karşılaştırma*

UniProt ile *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls) sekansları kendi aralarında karşılaştırıldığında sekans homolojisini belirten "identity" değeri %42,107, eş pozisyonlar 220, benzer poziyonlar 3 olarak bulundu. *Caulerpa* ve tahıl türlerine ait rubisc/o (ls) sekansları karşılaştırıldığında "identity" değeri %38,75, eş pozisyonlar 186, benzer pozisyonlar 30 olarak bulundu.

### 3.2 BIOPEP ile Proteoliz Verileri

BIOPEP vasıtasıyla gerçekleştirilen *in silico* proteoliz ile her *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekansı için sonuçları her enzim için ayrı olarak elde edildi (Şekil 3.23).

a)

**Results of enzyme action**

>tr|A9ZL - V1|A9ZL - V1_9CHL - O Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (F - ragment) OS=Caulerpa taxifolia GN=rbcL - PE=3 SV=1 GAGF - KAGVKDY - RL - TY - Y - TPDY - KVL - ETDIL - AAF - RMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTW - TTV W - TDGL - TSL - DRY - KGRCY - DL - EAVAGEENQY - IAY - VAY - PL - DL - F - EEGSVTNL - F - TSIVGNVF - GF - KA L - RAL - RL - EDL - RIPPSY - VKTF - QGPPHGIQVERDKL - NKY - GRSL - L - GCTIKPKL - GL - SAKNY - GRAV Y - ECL - RGGL - DF - TKDDENVNSQPF - MRW - RDRF - L - F - VAEAL - Y - KAQAETGEIKGHY - L - NATAGHCDE MIKRAQCAKEL - GMPIIMHDY - L - TGGF - TANTSL - AY - F - CRDNSL - L - L - HIHRAMHAVIDRQKIHGM HF - RVL - AKAL - RL - SGGDHL - HSGTVVGKL - EGEREVTL - GF - VDIMRDDF - IEKDRSRGVY - F - TQDW - V SL - PGTIPVASGGIHVW - HMPAL - VEIF - GDDACL - QF - GGGTL - GHPW - GNAPGAAANRIACEACIQ ARNEGRSL - AAEGNQIIRDAAKW - SPEL - AA

b)

**Results of enzyme action**

>tr|A9ZLV1|A9ZLV1_9CHLO R - ibulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa taxifolia GN=rbcL PE=3 SV=1 GAGFK - AGVK - DYR - LTYYTPDYK - VLETDILAAFR - MTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTWTTV WTDGLTSLDR - YK - GR - CYDLEAVAGEENQYIAYVAYPLDLFEEGSVTNLFTSIVGNVFGFK - A LR - ALR - LEDLR - IPPSYVK - TFQGPPHGIQVER - DK - LNK - YGR - SLLGCTIK - PK - LGLSAK - NYGR - AV YECLR - GGLDFTK - DDENVNSQPFMR - WR - DR - FLFVAEALYK - AQAETGEIK - GHYLNATAGHCDE MIK - R - AQCAK - ELGMPIIMHDYLTGGFTANTSLAYFCR - DNSLLLHIHR - AMHAVIDR - QK - IHGM HFR - VLAK - ALR - LSGGDHLHSGTVVGK - LEGER - EVTLGFVDIMR - DDFIEK - DR - SR - GVYFTQDWV SLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANR - IACEACIQ AR - NEGR - SLAAEGNQIIR - DAAK - WSPELAA

c)

**Results of enzyme action**

>tr|A9ZL - V1|A9ZL - V1_9CHL - O Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (F - ragment) OS=Caulerpa taxifolia GN=rbcL - PE=3 SV=1 GAGF - KAGVKDYRL - TYYTPDYKVL - ETDIL - AAF - RMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTWTTV WTDGL - TSL - DRYKGRCYDL - EAVAGEENQYIAYVAYPL - DL - F - EEGSVTNL - F - TSIVGNVF - GF - KA L - RAL - RL - EDL - RIPPSYVKTF - QGPPHGIQVERDKL - NKYGRSL - L - GCTIKPKL - GL - SAKNYGRAV YECL - RGGL - DF - TKDDENVNSQPF - MRWRDRF - L - F - VAEAL - YKAQAETGEIKGHYL - NATAGHCDE MIKRAQCAKEL - GMPIIMHDYL - TGGF - TANTSL - AYF - CRDNSL - L - L - HIHRAMHAVIDRQKIHGM HF - RVL - AKAL - RL - SGGDHL - HSGTVVGKL - EGEREVTL - GF - VDIMRDDF - IEKDRSRGVYF - TQDWV SL - PGTIPVASGGIHVWHMPAL - VEIF - GDDACL - QF - GGGTL - GHPWGNAPGAAANRIACEACIQ ARNEGRSL - AAEGNQIIRDAAKWSPEL - AA

d)

**Results of enzyme action**

>tr| - A9Z - L - V1| - A9Z - L - V1_9CH - LO Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit ( - Fragment) OS=Caulerpa taxifolia GN=rbc - L PE=3 S - V=1 G - AG - FK - AG - VKDYR - LTYYTPDYK - V - LETD - I - L - A - A - FR - MTPQPG - VPPEE - AG - A - A - V - A - AESSTGTWTT - V WTDG - LTS - LDRYKGRCYD - LE - A - V - AGEENQY - I - AY - V - AYP - LD - L - FEEGS - VTN - L - FTS - I - VGN - V - FG - FK - A - LR - A - LR - LED - LR - IPPSY - VKT - FQGPPHG - IQ - VERDK - LNKYGRS - L - LGCT - IKPK - LG - LS - AKNYGR - A - V YEC - LRGG - LD - FTKDDEN - VNSQP - F - MRWRDR - F - L - F - V - AE - A - LYK - AQ - AETGE - IKGHY - LN - AT - AGHCDE - M - IKR - AQC - AKE - LG - MP - I - I - MHDY - LTGG - FT - ANTS - L - AY - FCRDNS - L - L - LH - IHR - A - MH - A - V - IDRQK - IHG - M H - FR - V - L - AK - A - LR - LSGGDH - LHSGT - V - VGK - LEGERE - VT - LG - F - VD - I - MRDD - F - IEKDRSRG - VY - FTQDW - V S - LPGT - IP - V - ASGG - IH - VWH - MP - A - L - VE - I - FGDD - AC - LQ - FGGGT - LGHPWGN - APG - A - A - ANR - I - ACE - AC - IQ - ARNEGRS - L - A - AEGNQ - I - IRD - A - AKWSPE - L - A - A

e)

**Results of enzyme action**

>tr|A - 9ZLV1|A - 9ZLV1_9CH - LO R - ibulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa taxifolia G - N=rbcL PE - =3 SV=1 G - A - G - FK - A - G - VK - DY - R - LTY - Y - TPDY - K - VLE - TDILA - A - FR - MTPQPG - VPPE - E - A - G - A - A - VA - A - E - SSTG - TWTTV WTDG - LTSLDR - Y - K - G - R - CY - DLE - A - VA - G - E - E - NQY - IA - Y - VA - Y - PLDLFE - E - G - SVTNLFTSIVG - NVFG - FK - A - LR - A - LR - LE - DLR - IPPSY - VK - TFQG - PPH - G - IQVE - R - DK - LNK - Y - G - R - SLLG - CTIK - PK - LG - LSA - K - NY - G - R - A - V Y - E - CLR - G - G - LDFTK - DDE - NVNSQPFMR - WR - DR - FLFVA - E - A - LY - K - A - QA - E - TG - E - IK - G - H - Y - LNA - TA - G - H - CDE - MIK - R - A - QCA - K - E - LG - MPIIMH - DY - LTG - G - FTA - NTSLA - Y - FCR - DNSLLLH - IH - R - A - MH - A - VIDR - QK - IH - G - M H - FR - VLA - K - A - LR - LSG - G - DH - LH - SG - TVVG - K - LE - G - E - R - E - VTLG - FVDIMR - DDFIE - K - DR - SR - G - VY - FTQDWV SLPG - TIPVA - SG - G - IH - VWH - MPA - LVE - IFG - DDA - CLQFG - G - G - TLG - H - PWG - NA - PG - A - A - A - NR - IA - CE - A - CIQ A - R - NE - G - R - SLA - A - E - G - NQIIR - DA - A - K - WSPE - LA - A -

f)

**Results of enzyme action**

>tr|A - 9ZLV1|A - 9ZLV1_9CHLO Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa taxifolia G - N=rbcL PE=3 SV=1 G - A - G - FK - A - G - VK - DY - RLTY - Y - TPDY - K - VLETDILA - A - FRMTPQPG - VPPEEA - G - A - A - VA - A - ESSTG - TWTTV WTDG - LTSLDRY - K - G - RCY - DLEA - VA - G - EENQY - IA - Y - VA - Y - PLDLFEEG - SVTNLFTSIVG - NVFG - FK - A - LRA - LRLEDLRIPPSY - VK - TFQG - PPHG - IQVERDK - LNK - Y - G - RSLLG - CTIK - PK - LG - LSA - K - NY - G - RA - V Y - ECLRG - G - LDFTK - DDENVNSQPFMRWRDRFLFVA - EA - LY - K - A - QA - ETG - EIK - G - HY - LNA - TA - G - HCDE MIK - RA - QCA - K - ELG - MPIIMHDY - LTG - G - FTA - NTSLA - Y - FCRDNSLLLHIHRA - MHA - VIDRQK - IHG - M HFRVLA - K - A - LRLSG - G - DHLHSG - TVVG - K - LEG - EREVTLG - FVDIMRDDFIEK - DRSRG - VY - FTQDWV SLPG - TIPVA - SG - G - IHVWHMPA - LVEIFG - DDA - CLQFG - G - G - TLG - HPWG - NA - PG - A - A - A - NRIA - CEA - CIQ A - RNEG - RSLA - A - EG - NQIIRDA - A - K - WSPELA - A -

Şekil 3.23 *C. taxifolia* rubisc/o (ls) (ID: A9ZLV1) sekansı için BIOPEP aracı ile a) kimotripsin, b) tripsin, c) pepsin, d) termolizin, e) papain ve f) bromelain enzimleri kullanılarak gerçekleştirilen *in silico* hidroliz sonuçları – ekran görüntüsü

Hidroliz sonrasında ”Search for active fragments” butonu ile bu sekanslar içindeki literatüre geçmiş ve veritabanına işlenmiş biyoaktif peptidler bulundu (Şekil 3.24) *Caulerpa* türleri rubisc/o (ls) sekansları içinde ACE-inhibitörü, antioksidatif, dipeptidil peptidaz-4 inhibitörü, ubikutin aracılı proteoliz (ubiquitin-mediated proteolysis, UbMP) aktivatörü, anti-amnezik özellik gösteren prolil endopeptidaz inhibitörü (prolyl endopeptidase, PEP), antitrombotik ve iyon akışı ile mide mukozal membran aktivitesi üzerinde regülatör etki gösteren biyoaktif peptidler bulundu. (Tablo 3.1;Tablo 3.2).

| No | Peptide ID | Sequence | Location | Name | Function | Activity | Monoisotopic mass | Chemical mass |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3257 | RL | [150-151] | beta-lactokinin | Inhibitor of Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) (EC 3.4.15.1) (MEROPS ID: XM02-001) | ACE inhibitor | 287.1850 | 287.3480 |
| 2 | 3257 | RL | [267-268] | beta-lactokinin | Inhibitor of Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) (EC 3.4.15.1) (MEROPS ID: XM02-001) | ACE inhibitor | 287.1850 | 287.3480 |
| 3 | 3257 | RL | [458-459] | beta-lactokinin | Inhibitor of Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) (EC 3.4.15.1) (MEROPS ID: XM02-001) | ACE inhibitor | 287.1850 | 287.3480 |
| 4 | 3546 | VAY | [232-234] | ACE inhibitor | Inhibitor of Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) (EC 3.4.15.1) (MEROPS ID: XM02-001) | ACE inhibitor | 351.1680 | 351.3820 |
| 5 | 3563 | AY | [418-419] | ACE inhibitor | Inhibitor of Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) (EC 3.4.15.1) (MEROPS ID: XM02-001) | ACE inhibitor | 252.1000 | 252.2490 |
| 6 | 7513 | PL | [235-236] | ACE inhibitor from Alaskan pollack skin | | ACE inhibitor | 228.1360 | 228.2770 |
| 7 | 7591 | GF | [257-258] | ACE inhibitor | Inhibitor of Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) (EC 3.4.15.1) (MEROPS ID: XM02-001) | ACE inhibitor | 222.0890 | 222.2290 |
| 8 | 7591 | GF | [483-484] | ACE inhibitor | Inhibitor of Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) (EC 3.4.15.1) (MEROPS ID: XM02-001) | ACE inhibitor | 222.0890 | 222.2290 |
| 9 | 7599 | GL | [312-313] | ACE inhibitor | | ACE inhibitor | 188.1050 | 188.2120 |
| 10 | 7866 | AY | [418-419] | peptide from Okara protein | Peptide obtained by hydrolysis of Okara protein by use of enzymatic preparation Protease N. | antioxidative | 252.1000 | 252.2490 |
| 11 | 8219 | TY | [152-153] | antioxidative peptide | | antioxidative | 282.1100 | 282.2750 |
| 12 | 8561 | GL | [312-313] | dipeptidyl peptidase IV inhibitor (DPP IV inhibitor) | Inhibitor of Dipeptidyl Peptidase IV (EC 3.4.14.5) (MEROPS ID: S09.003) | dipeptidyl peptidase IV inhibitor | 188.1050 | 188.2120 |
| 13 | 8638 | PL | [235-236] | dipeptidyl peptidase IV inhibitor (DPP IV inhibitor) | Inhibitor of Dipeptidyl Peptidase IV (EC 3.4.14.5) (MEROPS ID: S09.003) | dipeptidyl peptidase IV inhibitor | 228.1360 | 228.2770 |
| 14 | 8765 | AY | [418-419] | dipeptidyl peptidase IV inhibitor (DPP IV inhibitor) | Inhibitor of Dipeptidyl Peptidase IV (EC 3.4.14.5) (MEROPS ID: S09.003) | dipeptidyl peptidase IV inhibitor | 252.1000 | 252.2490 |
| 15 | 8782 | GF | [257-258] | dipeptidyl peptidase IV inhibitor (DPP IV inhibitor) | Inhibitor of Dipeptidyl Peptidase IV (EC 3.4.14.5) (MEROPS ID: S09.003) | dipeptidyl peptidase IV inhibitor | 222.0890 | 222.2290 |
| 16 | 8782 | GF | [483-484] | dipeptidyl peptidase IV inhibitor (DPP IV inhibitor) | Inhibitor of Dipeptidyl Peptidase IV (EC 3.4.14.5) (MEROPS ID: S09.003) | dipeptidyl peptidase IV inhibitor | 222.0890 | 222.2290 |
| 17 | 8870 | QF | [542-543] | dipeptidyl peptidase IV inhibitor (DPP IV inhibitor) | Inhibitor of Dipeptidyl Peptidase IV (EC 3.4.14.5) (MEROPS ID: S09.003) | dipeptidyl peptidase IV inhibitor | 293.1260 | 293.3080 |
| 18 | 8886 | RL | [150-151] | dipeptidyl peptidase IV inhibitor (DPP IV inhibitor) | Inhibitor of Dipeptidyl Peptidase IV (EC 3.4.14.5) (MEROPS ID: S09.003) | dipeptidyl peptidase IV inhibitor | 287.1850 | 287.3480 |
| 19 | 8886 | RL | [267-268] | dipeptidyl peptidase IV inhibitor (DPP IV inhibitor) | Inhibitor of Dipeptidyl Peptidase IV (EC 3.4.14.5) (MEROPS ID: S09.003) | dipeptidyl peptidase IV inhibitor | 287.1850 | 287.3480 |
| 20 | 8886 | RL | [458-459] | dipeptidyl peptidase IV inhibitor (DPP IV inhibitor) | Inhibitor of Dipeptidyl Peptidase IV (EC 3.4.14.5) (MEROPS ID: S09.003) | dipeptidyl peptidase IV inhibitor | 287.1850 | 287.3480 |
| 21 | 8914 | TY | [152-153] | dipeptidyl peptidase IV inhibitor (DPP IV inhibitor) | Inhibitor of Dipeptidyl Peptidase IV (EC 3.4.14.5) (MEROPS ID: S09.003) | dipeptidyl peptidase IV inhibitor | 282.1100 | 282.2750 |

Şekil 3.24 *C. taxifolia* rubisc/o (ls) (ID: A9ZLV1) sekansı için BIOPEP aracı ile kimotripsin kullanılarak gerçekleştirilen *in silico* hidroliz sonucunda elde edilen biyoaktif peptidler – ekran görüntüsü

Sindirim enzimleri ile hidroliz sonucunda sadece antihipertansif özellikli ACE inhibitörü biyoaktif peptidler elde edilmişken (Tablo 3.1) termolizin, papain ve

bromelain ile hidroliz sonucunda 7 farklı fonksiyon gösteren biyoaktif peptidler elde edildi (Tablo 3.2).

Tablo 3.1 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarının BIOPEP programı ile kimotripsin, tripsin, pepsin kullanarak *in silico* hidrolizi sonucu elde edilen biyoaktif peptidler ve PeptidRanker aktivite skorları

| Kimotripsin | | | Tripsin | | | Pepsin | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peptid | Skor | Fonksiyon | Peptid | Skor | Fonksiyon | Peptid | Skor | Fonksiyon |
| GF | 0,99 | ACE inhibitör | GR | 0,77 | ACE inhibitör | GF | 0,99 | ACE inhibitör |
| PL | 0,81 | ACE inhibitör | QK | <0,05 | ACE inhibitör | GR | 0,77 | ACE inhibitör |
| GL | 0,81 | ACE inhibitör | YK | <0,05 | ACE inhibitör | RL | 0,63 | ACE inhibitör |
| GR | 0,77 | ACE inhibitör | | | | | | |
| RL | 0,63 | ACE inhibitör | | | | | | |
| VAY | <0,05 | ACE inhibitör | | | | | | |
| AY | <0,05 | ACE inhibitör antioksidatif | | | | | | |
| TY | <0,05 | antioksidatif | | | | | | |

Tablo 3.2 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarının BIOPEP programı ile termolizin, papain, bromelain kullanarak *in silico* hidrolizi sonucu elde edilen biyoaktif peptidler ve PeptidRanker aktivite skorları

| Termolizin | | | Papain | | | Bromleain | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peptid | Skor | Fonksiyon | Peptid | Skor | Fonksiyon | Peptid | Skor | Fonksiyon |
| FR | 0,99 | ACE inhibitör | PWG | 0,99 | Antioksidatif | PG | 0,88 | regülatör[b] antitrombotik antiamnezik ACE inhibitör |
| FG | 0,99 | ACE inhibitör | FR | 0,99 | ACE inhibitör | LG | 0,72 | ACE inhibitor |
| MP | 0,96 | DPP-IV inhibitör | IFG | 0,92 | | LY | 0,52 | ACE inhibitör Antioksidatif |
| APG | 0,75 | DPP-IV inhibitor | PG | 0,88 | regülatör[a] antitrombotik antiamnezik ACE inhibitör | HY | <0,5 | ACE inhibitör |

a: Mide mukoza membran aktivitesi regülatörü

Tablo 3.2 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarının BIOPEP programı ile termolizin, papain, bromelain kullanarak *in silico* hidrolizi sonucu elde edilen biyoaktif peptidler ve PeptidRanker aktivite skorları

| Termolizin | | | Papain | | | Bromleain | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peptid | Skor | Fonksiyon | Peptid | Skor | Fonksiyon | Peptid | Skor | Fonksiyon |
| LG | 0,72 | ACE inhibitör | LG | 0,72 | ACE inhibitör | RA | <0,5 | UbMP aktivatör |
| IP | 0,58 | ACE inhibitör | LY | 0,52 | ACE inhibitör antioksidatif | DY | <0,5 | ACE inhibitör regülatör[b] |
| AG | 0,55 | ACE inhibitör | DY | <0,5 | regülatör[a] | LH | <0,5 | Antioksidatif |
| LH | <0,5 | antioksidatif | LH | <0,5 | Antioksidatif | VY | <0,5 | ACE inhibitör antioksidatif |
| VY | <0,5 | ACE inhibitör antioksidatif | VY | <0,5 | ACE inhibitör antioksidatif | EG | <0,5 | ACE inhibitör |
| AY | <0,5 | ACE inhibitör antioksidatif | AY | <0,5 | ACE inhibitör antioksidatif | VK | <0,5 | ACE inhibitör |
| VE | <0,5 | ACE inhibitör | VK | <0,5 | ACE inhibitör | VA | <0,5 | DPP-IV inhibitor |
| LQ | <0,5 | ACE inhibitör | VA | <0,5 | DPP-IV inhibitör | SG | <0,5 | ACE inhibitör |
| LN | <0,5 | ACE inhibitör | SG | <0,5 | ACE inhibitör | IA | <0,5 | ACE inhibitör |
| | | | IA | <0,5 | ACE inhibitör | EA | <0,5 | ACE inhibitör |
| | | | QK | <0,5 | ACE inhibitör | NY | <0,5 | ACE inhibitör |
| | | | NY | <0,5 | ACE inhibitör | | | |
| | | | TG | 0,19 | ACE inhibitör | | | |
| | | | LWE | <0,5 | ACE inhibitör | | | |
| | | | LA | <0,5 | ACE inhibitör | | | |
| | | | IG | <0,5 | ACE inhibitör | | | |
| | | | DA | <0,5 | ACE inhibitör | | | |

b: İyon akışı regülatörü

### 3.3 Peptidlerin Frekans ve Modifiye Edilmiş Frekans Değerleri

*Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarında bulunan biyoaktif peptid potansiyeli en yüksek ACE inhibitörü peptidler olarak tespit edildi. *C. racemosa* var. *lamourouxii* (A9ZLU6), *C. racemosa* f. *occidentalis* (A9ZLU7) ve *C. taxifolia* (A9ZLV1) türlerinin 0,4330 olan A değerleri ile en yüksek ACE inhibitörü biyoaktif peptid içeriğine sahip olduğu bulundu (Tablo 3.3).

Tablo 3.3 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarında bulunan biyoaktif peptidlerin görülme sıklığını belirten frekans (A) değerleri

| Tür | ID Numarası | ACE inhibitör | DPP-IV inhibitör | Anti oksidatif | UbMP aktivatör | Anti amnezik | Anti trombotik | Regülatör |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *C. racemosa* var. *racemosa* | Q70X21 | 0,4153 | 0,0631 | 0,0664 | 0,0166 | 0,0100 | 0,0100 | 0,0133 |
| *C. racemosa* | U3M0J8 | 0,4063 | 0,0670 | 0,0714 | 0,0179 | 0,0089 | 0,0089 | 0,0134 |
| *C. racemosa* | W8E959 | 0,4283 | 0,0650 | 0,0650 | 0,0179 | 0,0090 | 0,0090 | 0,0158 |
| *C. racemosa* | Q9GHH5 | 0,4212 | 0,0580 | 0,0631 | 0,0180 | 0,0090 | 0,0090 | 0,0158 |
| *C. racemosa* | G3GJY6 | 0,3852 | 0,0636 | 0,0707 | 0,0212 | 0,0071 | 0,0071 | 0,0106 |
| *C. racemosa* f. *macrophysa* | Q9GHH6 | 0,4301 | 0,0653 | 0,0608 | 0,0180 | 0,0090 | 0,0090 | 0,0158 |
| *C. racemosa* f. *macrophysa* | G3GJZ1 | 0,4033 | 0,0600 | 0,0067 | 0,0200 | 0,0067 | 0,0067 | 0,0100 |
| *C. racemosa* f. *macrophysa* | H9EHM0 | 0,4140 | 0,0662 | 0,0695 | 0,0199 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0132 |
| *C. racemosa* f. *occidentalis* | A9ZLU7 | 0,4330 | 0,0670 | 0,0647 | 0,0201 | 0,0089 | 0,0089 | 0,0157 |
| *C. racemosa* f. *occidentalis* | G3GJZ3 | 0,3986 | 0,0618 | 0,0687 | 0,0206 | 0,0069 | 0,0069 | 0,0103 |
| *C. racemosa* f. *occidentalis* | H9EHK7 | 0,3993 | 0,0625 | 0,0694 | 0,0208 | 0,0069 | 0,0069 | 0,0104 |
| *C. racemosa* var. *lamourouxii* | A9ZLU6 | 0,4330 | 0,0670 | 0,0647 | 0,0201 | 0,0089 | 0,0089 | 0,0157 |
| *C. racemosa* var. *lamourouxii* | U3LZU7 | 0,4063 | 0,0670 | 0,0714 | 0,0179 | 0,0089 | 0,0089 | 0,0134 |

Tablo 3.3 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarında bulunan biyoaktif peptidlerin görülme sıklığını belirten frekans (A) değerleri (devamı)

| Tür | ID Numarası | ACE inhibitör | DPP-IV inhibitör | Anti oksidatif | UbMP aktivatör | Anti amnezik | Anti trombotik | Regülatör |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *C. racemosa* var. *corynephora* | H9EHL1 | 0,4136 | 0,0644 | 0,0678 | 0,0203 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0136 |
| *c. racemosa* var. *corynephora* | G3GJY7 | 0,4007 | 0,0614 | 0,0686 | 0,0217 | 0,0072 | 0,0072 | 0,0108 |
| *C. racemosa* var. *clavifera* | I7H444 | 0,3985 | 0,0602 | 0,0714 | 0,0225 | 0,0075 | 0,0075 | 0,0113 |
| *C. racemosa cf. var. macra SD-2011* | F2RM65 | 0,4220 | 0,0636 | 0,0607 | 0,0202 | 0,0087 | 0,0087 | 0,0116 |
| *C. racemosa* var. *turbinata* | G3JX24 | 0,3822 | 0,0614 | 0,0648 | 0,0204 | 0,0068 | 0,0068 | 0,0102 |
| *C. racemosa* var. *mucronata* | Q70X27 | 0,4153 | 0,0631 | 0,0664 | 0,0166 | 0,0100 | 0,0100 | 0,0133 |
| *C. prolifera* | Q29U56 | 0,4238 | 0,0643 | 0,0550 | 0,0190 | 0,0095 | 0,0095 | 0,0143 |
| *C. cylindracea* | U3M057 | 0,4018 | 0,0625 | 0,0759 | 0,0179 | 0,0089 | 0,0089 | 0,0140 |
| *C. cylindracea* | U3M0K1 | 0,4000 | 0,0622 | 0,0756 | 0,0179 | 0,0089 | 0,0089 | 0,0133 |
| *C. taxifolia* | A9ZLV1 | 0,4330 | 0,0714 | 0,0714 | 0,0201 | 0,0089 | 0,0089 | 0,0156 |
| *C. taxifolia* | W5RG33 | 0,4000 | 0,0622 | 0,0756 | 0,0179 | 0,0089 | 0,0089 | 0,0133 |
| *C. taxifolia* | T2BRU2 | 0,3973 | 0,0582 | 0,0719 | 0,0205 | 0,0068 | 0,0068 | 0,0103 |
| *C. taxifolia* | H9EHL5 | 0,4000 | 0,0610 | 0,0780 | 0,0237 | 0,0068 | 0,0068 | 0,0102 |
| *C. taxifolia* | H9EHK8 | 0,3993 | 0,0614 | 0,0785 | 0,0239 | 0,0068 | 0,0068 | 0,0102 |
| *C. taxifolia* | G3GJY9 | 0,3918 | 0,0550 | 0,0722 | 0,0206 | 0,0069 | 0,0069 | 0,0103 |

Sindirim enzimlerinin *Caulerpa* rubisc/o (ls) içinde bulunan biyoaktif peptidleri açığa çıkarmakta zayıf olduğu görüldü; buna karşılık papaya bitkisinden elde edilen papain enzimi ile *in silico* proteoliz sonucunda 14-28 arası değişen biyoaktif peptid elde edildi (Tablo 3.4).Buna bağlı olarak, proteoliz sonucu açığa çıkarılan biyoaktif peptidllerin sıklığını gösteren A' değeri ise en yüksek papain enzimi ile *C. racemosa* var. *claviferaa* (I7H444)'nın hidroliz sonucu 0,0677 olarak elde edildi (Tablo 3.5).

Tablo 3.4 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarının enzimler ile hidrolizi sonucu görülen biyoaktif peptid sayıları (a)

| No | Tür | ID | N | a' değerleri | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Kimotripsin | Tripsin | Pepsin | Termolizin | Papain | Bromelain |
| 1 | *C. racemosa* var. *racemosa* | Q70X21 | 301 | 4 | 1 | 3 | 12 | 20 | 12 |
| 2 | *C. racemosa* | U3M0J8 | 224 | 3 | 1 | 2 | 11 | 14 | 7 |
| 3 | *C. racemosa* | W8E959 | 446 | 10 | 3 | 3 | 12 | 17 | 12 |
| 4 | *C. racemosa* | Q9GHH5 | 444 | 10 | 3 | 5 | 19 | 26 | 20 |
| 5 | *C. racemosa* | G3GJY6 | 283 | 4 | 1 | 3 | 14 | 19 | 11 |
| 6 | *C. racemosa* f. *macrophysa* | Q9GHH6 | 444 | 10 | 3 | 5 | 19 | 26 | 19 |
| 7 | *C. racemosa* f. *macrophysa.* | G3GJZ1 | 300 | 4 | 1 | 3 | 12 | 18 | 12 |
| 8 | *C. racemosa* f. *macrophysa.* | H9EHM0 | 302 | 4 | 1 | 3 | 12 | 17 | 14 |
| 11 | *C. racemosa* f. *occidentalis.* | A9ZLU7 | 448 | 10 | 3 | 6 | 19 | 28 | 19 |
| 9 | *C. racemosa* f. *occidentalis* | G3GJZ3 | 291 | 3 | 1 | 3 | 11 | 19 | 12 |
| 10 | *C. racemosa* f. *occidentalis* | H9EHK7 | 288 | 3 | 1 | 3 | 11 | 19 | 12 |
| 12 | *C. racemosa* var. *lamourouxii.* | A9ZLU6 | 448 | 10 | 3 | 5 | 19 | 28 | 20 |
| 13 | *C. racemosa* var. *lamouroauxii* | U3LZU7 | 224 | 3 | 1 | 2 | 11 | 14 | 8 |
| 14 | *C. racemosa* var. *corynephora* | H9EHL1 | 295 | 4 | 1 | 3 | 12 | 18 | 10 |
| 15 | *C. racemosa* var. *corynephora* | G3GJY7 | 277 | 4 | 1 | 3 | 13 | 18 | 11 |
| 16 | *C. racemosa* var. *claviferaa* | I7H444 | 266 | 3 | 1 | 2 | 13 | 18 | 11 |
| 17 | *C. racemosa cf.* var. *macra SD-2011* | F2RM65 | 346 | 8 | 1 | 5 | 14 | 20 | 14 |
| 18 | *C. racemosa* var. *Turbinata* | G3JX24 | 293 | 4 | 1 | 3 | 12 | 18 | 12 |
| 19 | *C. racemosa* var. *mucronata* | Q70X27 | 301 | 4 | 1 | 3 | 12 | 19 | 12 |
| 20 | *C. prolifera* | Q29U56 | 420 | 8 | 3 | 5 | 16 | 24 | 17 |
| 21 | *C.cylindracea* | U3M057 | 224 | 3 | 1 | 2 | 12 | 14 | 9 |
| 22 | *C.cylindracea* | U3M0K1 | 225 | 3 | 1 | 2 | 12 | 14 | 7 |
| 23 | *C. taxifolia* | A9ZLV1 | 448 | 10 | 3 | 5 | 20 | 27 | 18 |
| 24 | *C. taxifolia* | W5RG33 | 225 | 3 | 1 | 2 | 12 | 14 | 10 |
| 25 | *C. taxifolia* | T2BRU2 | 292 | 4 | 1 | 3 | 13 | 19 | 14 |
| 26 | *C. taxifolia* | H9EHL5 | 295 | 3 | 1 | 3 | 12 | 17 | 12 |
| 27 | *C. taxifolia* | H9EHK8 | 293 | 4 | 1 | 2 | 13 | 19 | 11 |
| 28 | *C. taxifolia* | G3GJY9 | 291 | 3 | 1 | 3 | 12 | 19 | 11 |

Tablo 3.5 *Caulerpa* rubisc/o (ls) sekanslarının enzimler ile hidrolizi sonucu görülen biyoaktif peptidlerin modifiye edilmiş frekans değerleri (A')

| No | Tür | ID | N | A' değerleri | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Kimotripsin | Tripsin | Pepsin | Termolizin | Papain | Bromelain |
| 1 | *C. racemosa* var. *racemosa* | Q70X21 | 301 | 0,0133 | 0,0033 | 0,0100 | 0,0399 | 0,0664 | 0,0399 |
| 2 | *C. racemosa* | U3M0J8 | 224 | 0,0134 | 0,0045 | 0,0089 | 0,0491 | 0,0625 | 0,0313 |
| 3 | *C. racemosa* | W8E959 | 446 | 0,0224 | 0,0067 | 0,0067 | 0,0269 | 0,0381 | 0,0269 |
| 4 | *C. racemosa* | Q9GHH5 | 444 | 0,0225 | 0,0068 | 0,0113 | 0,0428 | 0,0586 | 0,0450 |
| 5 | *C. racemosa* | G3GJY6 | 283 | 0,0141 | 0,0035 | 0,0106 | 0,0495 | 0,0671 | 0,0389 |
| 6 | *C. racemosa* f. *macrophysa* | Q9GHH6 | 444 | 0,0225 | 0,0068 | 0,0113 | 0,0428 | 0,0586 | 0,0428 |
| 7 | *C. racemosa* f. *macrophysa.* | G3GJZ1 | 300 | 0,0133 | 0,0033 | 0,0100 | 0,0400 | 0,0600 | 0,0400 |
| 8 | *C. racemosa* f. *macrophysa.* | H9EHM0 | 302 | 0,0132 | 0,0033 | 0,0099 | 0,0397 | 0,0563 | 0,0464 |
| 11 | *C. racemosa* f. *occidentalis.* | A9ZLU7 | 448 | 0,0223 | 0,0067 | 0,0134 | 0,0424 | 0,0625 | 0,0424 |
| 9 | *C. racemosa* f. *occidentalis* | G3GJZ3 | 291 | 0,0103 | 0,0034 | 0,0103 | 0,0378 | 0,0653 | 0,0412 |
| 10 | *C. racemosa* f. *occidentalis* | H9EHK7 | 288 | 0,0104 | 0,0035 | 0,0104 | 0,0382 | 0,0660 | 0,0417 |
| 12 | *C. racemosa* var. *lamourouxii.* | A9ZLU6 | 448 | 0,0223 | 0,0067 | 0,0112 | 0,0424 | 0,0625 | 0,0446 |
| 13 | *C. racemosa* var. *lamourouxii* | U3LZU7 | 224 | 0,0134 | 0,0045 | 0,0089 | 0,0491 | 0,0625 | 0,0357 |
| 14 | *C. racemosa* var. *corynephora* | H9EHL1 | 295 | 0,0136 | 0,0034 | 0,0102 | 0,0407 | 0,0610 | 0,0339 |
| 15 | *C. racemosa* var. *corynephora* | G3GJY7 | 277 | 0,0144 | 0,0036 | 0,0108 | 0,0469 | 0,0650 | 0,0397 |
| 16 | *C. racemosa* var. *claviferaa* | I7H444 | 266 | 0,0113 | 0,0038 | 0,0075 | 0,0489 | 0,0677 | 0,0414 |
| 17 | *C. racemosa cf.* var. *macra SD-2011* | F2RM65 | 346 | 0,0231 | 0,0029 | 0,0145 | 0,0405 | 0,0578 | 0,0405 |
| 18 | *C. racemosa* var. *Turbinata* | G3JX24 | 293 | 0,0137 | 0,0034 | 0,0102 | 0,0410 | 0,0614 | 0,0410 |
| 19 | *C. racemosa* var. *mucronata* | Q70X27 | 301 | 0,0133 | 0,0033 | 0,0100 | 0,0399 | 0,0631 | 0,0399 |
| 20 | *C. prolifera* | Q29U56 | 420 | 0,0190 | 0,0071 | 0,0119 | 0,0381 | 0,0571 | 0,0405 |
| 21 | *C.cylindracea* | U3M057 | 224 | 0,0134 | 0,0045 | 0,0089 | 0,0536 | 0,0625 | 0,0402 |
| 22 | *C.cylindracea* | U3M0K1 | 225 | 0,0133 | 0,0044 | 0,0089 | 0,0533 | 0,0622 | 0,0311 |
| 23 | *C. taxifolia* | A9ZLV1 | 448 | 0,0223 | 0,0067 | 0,0112 | 0,0446 | 0,0603 | 0,0402 |
| 24 | *C. taxifolia* | W5RG33 | 225 | 0,0133 | 0,0044 | 0,0089 | 0,0533 | 0,0622 | 0,0444 |
| 25 | *C. taxifolia* | T2BRU2 | 292 | 0,0137 | 0,0034 | 0,0103 | 0,0445 | 0,0651 | 0,0479 |
| 26 | *C. taxifolia* | H9EHL5 | 295 | 0,0102 | 0,0034 | 0,0102 | 0,0407 | 0,0576 | 0,0407 |
| 27 | *C. taxifolia* | H9EHK8 | 293 | 0,0137 | 0,0034 | 0,0068 | 0,0444 | 0,0648 | 0,0375 |
| 28 | *C. taxifolia* | G3GJY9 | 291 | 0,0103 | 0,0034 | 0,0103 | 0,0412 | 0,0653 | 0,0378 |

## 3.4 Amino Asit Kompozisyonları

*Caulerpa* rubisc/o (ls) esansiyel amino asit içerikleri % 45-47 arasında değişiklik gösterdi ve yüzde olarak en çok Glisin içerdiği bulundu (%10,2-11) (Tablo 3.6).

Tablo 3.6 *Caulerpa* rubisc/o (ls)'larındaki amino asit rezidülerinin sayıları (N) ve yüzde değerleri (%)

| Tür | *C. racemosa* | | | | | | | | | | *C.racemosa* f. *macrophysa* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID | Q70X21 | | U3M0J8 | | W8E959 | | Q9GHH5 | | G3GJY6 | | Q9GHH6 | | G3GJZ1 | | H9EHM0 | |
| Amino Asit | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| Ala (A) | 26 | 8,6% | 24 | 10,7% | 45 | 10,1% | 44 | 9,9% | 30 | 10,6% | 45 | 10,1% | 30 | 10,0% | 30 | 9,9% |
| Arg (R) | 21 | 7,0% | 16 | 7,1% | 28 | 6,3% | 28 | 6,3% | 21 | 7,4% | 28 | 6,3% | 21 | 7,0% | 21 | 7,0% |
| Asn (N) | 10 | 3,3% | 6 | 2,7% | 14 | 3,1% | 15 | 3,4% | 10 | 3,5% | 14 | 3,2% | 11 | 3,7% | 11 | 3,6% |
| Asp (D) | 18 | 6,0% | 13 | 5,8% | 26 | 5,8% | 25 | 5,6% | 17 | 6,0% | 26 | 5,9% | 18 | 6,0% | 18 | 6,0% |
| Cys (C) | 8 | 2,7% | 6 | 2,7% | 9 | 2,0% | 9 | 2,0% | 8 | 2,8% | 9 | 2,0% | 8 | 2,7% | 8 | 2,6% |
| Gln (Q) | 9 | 3,0% | 6 | 2,7% | 12 | 2,7% | 12 | 2,7% | 8 | 2,8% | 12 | 2,7% | 9 | 3,0% | 10 | 3,3% |
| Glu (E) | 16 | 5,3% | 12 | 5,4% | 27 | 6,1% | 26 | 5,9% | 15 | 5,3% | 26 | 5,9% | 16 | 5,3% | 16 | 5,3% |
| Gly (G) | 33 | 11,0% | 25 | 11,2% | 46 | 10,3% | 47 | 10,6% | 29 | 10,2% | 46 | 10,4% | 33 | 11,0% | 34 | 11,3% |
| His (H) | 14 | 4,7% | 13 | 5,8% | 14 | 3,1% | 13 | 2,9% | 13 | 4,6% | 14 | 3,2% | 14 | 4,7% | 14 | 4,6% |
| Ile (I) | 16 | 5,3% | 13 | 5,8% | 21 | 4,7% | 21 | 4,7% | 16 | 5,7% | 21 | 4,7% | 17 | 5,7% | 17 | 5,6% |
| Leu (L) | 27 | 9,0% | 19 | 8,5% | 41 | 9,2% | 40 | 9,0% | 26 | 9,2% | 40 | 9,0% | 27 | 9,0% | 27 | 8,9% |
| Lys (K) | 15 | 5,0% | 8 | 3,6% | 21 | 4,7% | 21 | 4,7% | 12 | 4,2% | 21 | 4,7% | 15 | 5,0% | 15 | 5,0% |
| Met (M) | 8 | 2,7% | 7 | 3,1% | 9 | 2,0% | 9 | 2,0% | 8 | 2,8% | 9 | 2,0% | 8 | 2,7% | 8 | 2,6% |
| Phe (F) | 13 | 4,3% | 10 | 4,5% | 19 | 4,3% | 19 | 4,3% | 12 | 4,2% | 19 | 4,3% | 12 | 4,0% | 12 | 4,0% |
| Pro (P) | 12 | 4,0% | 6 | 2,7% | 19 | 4,3% | 18 | 4,1% | 8 | 2,8% | 19 | 4,3% | 8 | 2,7% | 10 | 3,3% |
| Ser (S) | 12 | 4,0% | 8 | 3,6% | 18 | 4,0% | 19 | 4,3% | 12 | 4,2% | 18 | 4,1% | 12 | 4,0% | 11 | 3,6% |
| Thr (T) | 13 | 4,3% | 10 | 4,5% | 25 | 5,6% | 26 | 5,9% | 12 | 4,2% | 25 | 5,6% | 12 | 4,0% | 12 | 4,0% |
| Trp (W) | 4 | 1,3% | 4 | 1,8% | 7 | 1,6% | 7 | 1,6% | 4 | 1,4% | 7 | 1,6% | 5 | 1,7% | 4 | 1,3% |
| Tyr (Y) | 9 | 3,0% | 5 | 2,2% | 18 | 4,0% | 18 | 4,1% | 7 | 2,5% | 18 | 4,1% | 8 | 2,7% | 8 | 2,6% |
| Val (V) | 17 | 5,6% | 13 | 5,8% | 27 | 6,1% | 27 | 6,1% | 15 | 5,3% | 27 | 6,1% | 16 | 5,3% | 16 | 5,3% |

| Tür | *C. racemosa* f. *occidentalis* | | | | | | *C. racemosa* var. *lamourouxii* | | | | *C. racemosa corynephora* | | | | *C. racemosa clavifera* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID | A9ZLU7 | | G3GJZ3 | | H9EHK7 | | A9ZLU6 | | U3LZU7 | | H9EHL1 | | G3GJY7 | | I7H444 | |
| Amino Asit | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| Ala (A) | 47 | 10,5% | 30 | 10,3% | 30 | 10,4% | 47 | 10,5% | 24 | 10,7% | 27 | 9,2% | 28 | 10,1% | 28 | 10,5% |
| Arg (R) | 28 | 6,2% | 20 | 6,9% | 20 | 6,9% | 28 | 6,2% | 16 | 7,1% | 20 | 6,8% | 19 | 6,9% | 18 | 6,8% |
| Asn (N) | 14 | 3,1% | 11 | 3,8% | 11 | 3,8% | 14 | 3,1% | 6 | 2,7% | 11 | 3,7% | 10 | 3,6% | 9 | 3,4% |
| Asp (D) | 26 | 5,8% | 17 | 5,8% | 17 | 5,9% | 26 | 5,8% | 13 | 5,8% | 17 | 5,8% | 16 | 5,8% | 16 | 6,0% |
| Cys (C) | 9 | 2,0% | 8 | 2,7% | 8 | 2,8% | 9 | 2,0% | 6 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,9% | 7 | 2,6% |
| Gln (Q) | 12 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,8% | 12 | 2,7% | 6 | 2,7% | 10 | 3,4% | 7 | 2,5% | 7 | 2,6% |
| Glu (E) | 27 | 6,0% | 15 | 5,2% | 15 | 5,2% | 27 | 6,0% | 12 | 5,4% | 16 | 5,4% | 14 | 5,1% | 14 | 5,3% |
| Gly (G) | 46 | 10,3% | 32 | 11,0% | 32 | 11,1% | 46 | 10,3% | 25 | 11,2% | 34 | 11,5% | 31 | 11,2% | 29 | 10,9% |
| His (H) | 14 | 3,1% | 13 | 4,5% | 13 | 4,5% | 14 | 3,1% | 13 | 5,8% | 14 | 4,7% | 13 | 4,7% | 13 | 4,9% |
| Ile (I) | 21 | 4,7% | 17 | 5,8% | 17 | 5,9% | 21 | 4,7% | 13 | 5,8% | 15 | 5,1% | 14 | 5,1% | 14 | 5,3% |
| Leu (L) | 41 | 9,2% | 26 | 8,9% | 26 | 9,0% | 41 | 9,2% | 19 | 8,5% | 27 | 9,2% | 26 | 9,4% | 24 | 9,0% |
| Lys (K) | 21 | 4,7% | 14 | 4,8% | 13 | 4,5% | 21 | 4,7% | 8 | 3,6% | 14 | 4,7% | 13 | 4,7% | 12 | 4,5% |
| Met (M) | 9 | 2,0% | 8 | 2,7% | 8 | 2,8% | 9 | 2,0% | 7 | 3,1% | 8 | 2,7% | 8 | 2,9% | 8 | 3,0% |
| Phe (F) | 19 | 4,2% | 12 | 4,1% | 12 | 4,2% | 19 | 4,2% | 10 | 4,5% | 12 | 4,1% | 12 | 4,3% | 12 | 4,5% |
| Pro (P) | 19 | 4,2% | 8 | 2,7% | 8 | 2,8% | 19 | 4,2% | 6 | 2,7% | 10 | 3,4% | 8 | 2,9% | 8 | 3,0% |
| Ser (S) | 18 | 4,0% | 12 | 4,1% | 11 | 3,8% | 18 | 4,0% | 8 | 3,6% | 11 | 3,7% | 11 | 4,0% | 10 | 3,8% |
| Thr (T) | 25 | 5,6% | 12 | 4,1% | 12 | 4,2% | 25 | 5,6% | 10 | 4,5% | 12 | 4,1% | 12 | 4,3% | 11 | 4,1% |
| Trp (W) | 7 | 1,6% | 5 | 1,7% | 4 | 1,4% | 7 | 1,6% | 4 | 1,8% | 4 | 1,4% | 4 | 1,4% | 4 | 1,5% |
| Tyr (Y) | 18 | 4,0% | 8 | 2,7% | 8 | 2,8% | 18 | 4,0% | 5 | 2,2% | 8 | 2,7% | 8 | 2,9% | 7 | 2,6% |
| Val (V) | 27 | 6,0% | 15 | 5,2% | 15 | 5,2% | 27 | 6,0% | 13 | 5,8% | 17 | 5,8% | 15 | 5,4% | 15 | 5,6% |

Tablo 3.6 *Caulerpa* rubisc/o (ls)'larındaki amino asit rezidülerinin sayıları (N) ve yüzde değerleri (%) (devamı)

| Tür | *C. racemosa* f. *macra* | | *C. racemosa* var. *turbinata* | | *C. racemosa* var. *mucronata* | | *C. prolifera* | | *C. cylindracea* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID | F2RM65 | | G3JX24 | | Q70X27 | | Q29U56 | | U3M057 | | U3M0K1 | |
| Amino Asit | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| Ala (A) | 31 | 9,0% | 28 | 9,6% | 26 | 8,6% | 41 | 9,8% | 24 | 10,7% | 24 | 10,7% |
| Arg (R) | 23 | 6,6% | 20 | 6,8% | 21 | 7,0% | 26 | 6,2% | 16 | 7,1% | 16 | 7,1% |
| Asn (N) | 13 | 3,8% | 12 | 4,1% | 10 | 3,3% | 14 | 3,3% | 7 | 3,1% | 7 | 3,1% |
| Asp (D) | 19 | 5,5% | 19 | 6,5% | 18 | 6,0% | 24 | 5,7% | 13 | 5,8% | 13 | 5,8% |
| Cys (C) | 8 | 2,3% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% | 9 | 2,1% | 6 | 2,7% | 6 | 2,7% |
| Gln (Q) | 10 | 2,9% | 9 | 3,1% | 9 | 3,0% | 11 | 2,6% | 6 | 2,7% | 6 | 2,7% |
| Glu (E) | 19 | 5,5% | 15 | 5,1% | 16 | 5,3% | 26 | 6,2% | 12 | 5,4% | 12 | 5,3% |
| Gly (G) | 37 | 10,7% | 32 | 10,9% | 33 | 11,0% | 43 | 10,2% | 25 | 11,2% | 25 | 11,1% |
| His (H) | 14 | 4,0% | 14 | 4,8% | 14 | 4,7% | 13 | 3,1% | 12 | 5,4% | 12 | 5,3% |
| Ile (I) | 19 | 5,5% | 17 | 5,8% | 16 | 5,3% | 20 | 4,8% | 13 | 5,8% | 13 | 5,8% |
| Leu (L) | 34 | 9,8% | 27 | 9,2% | 27 | 9,0% | 39 | 9,3% | 19 | 8,5% | 19 | 8,4% |
| Lys (K) | 16 | 4,6% | 13 | 4,4% | 15 | 5,0% | 18 | 4,3% | 8 | 3,6% | 8 | 3,6% |
| Met (M) | 8 | 2,3% | 9 | 3,1% | 8 | 2,7% | 9 | 2,1% | 7 | 3,1% | 8 | 3,6% |
| Phe (F) | 17 | 4,9% | 13 | 4,4% | 13 | 4,3% | 18 | 4,3% | 10 | 4,5% | 10 | 4,4% |
| Pro (P) | 13 | 3,8% | 8 | 2,7% | 12 | 4,0% | 18 | 4,3% | 6 | 2,7% | 6 | 2,7% |
| Ser (S) | 14 | 4,0% | 10 | 3,4% | 12 | 4,0% | 17 | 4,0% | 8 | 3,6% | 8 | 3,6% |
| Thr (T) | 15 | 4,3% | 12 | 4,1% | 13 | 4,3% | 24 | 5,7% | 10 | 4,5% | 10 | 4,4% |
| Trp (W) | 4 | 1,2% | 4 | 1,4% | 4 | 1,3% | 6 | 1,4% | 4 | 1,8% | 4 | 1,8% |
| Tyr (Y) | 11 | 3,2% | 7 | 2,4% | 9 | 3,0% | 17 | 4,0% | 5 | 2,2% | 5 | 2,2% |
| Val (V) | 21 | 6,1% | 16 | 5,5% | 17 | 5,6% | 26 | 6,2% | 13 | 5,8% | 13 | 5,8% |
| Tür | *C, taxifolia* | | | | | | | | | | | |
| ID | A9ZLV1 | | W5RG33 | | T2BRU2 | | H9EHL5 | | H9EHK8 | | G3GJY9 | |
| Amino Asit | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| Ala (A) | 47 | 10,5% | 24 | 10,7% | 30 | 10,3% | 31 | 10,5% | 32 | 10,9% | 30 | 10,3% |
| Arg (R) | 28 | 6,2% | 16 | 7,1% | 20 | 6,8% | 20 | 6,8% | 20 | 6,8% | 20 | 6,9% |
| Asn (N) | 14 | 3,1% | 7 | 3,1% | 11 | 3,8% | 11 | 3,7% | 10 | 3,4% | 10 | 3,4% |
| Asp (D) | 26 | 5,8% | 13 | 5,8% | 17 | 5,8% | 17 | 5,8% | 17 | 5,8% | 17 | 5,8% |
| Cys (C) | 9 | 2,0% | 6 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% |
| Gln (Q) | 12 | 2,7% | 6 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% |
| Glu (E) | 27 | 6,0% | 12 | 5,3% | 16 | 5,5% | 16 | 5,4% | 16 | 5,5% | 15 | 5,2% |
| Gly (G) | 46 | 10,3% | 25 | 11,1% | 32 | 11,0% | 32 | 10,8% | 32 | 10,9% | 31 | 10,7% |
| His (H) | 14 | 3,1% | 12 | 5,3% | 13 | 4,5% | 13 | 4,4% | 13 | 4,4% | 15 | 5,2% |
| Ile (I) | 22 | 4,9% | 14 | 6,2% | 17 | 5,8% | 17 | 5,8% | 17 | 5,8% | 18 | 6,2% |
| Leu (L) | 41 | 9,2% | 19 | 8,4% | 26 | 8,9% | 28 | 9,5% | 27 | 9,2% | 26 | 8,9% |
| Lys (K) | 21 | 4,7% | 8 | 3,6% | 14 | 4,8% | 14 | 4,7% | 13 | 4,4% | 14 | 4,8% |
| Met (M) | 9 | 2,0% | 8 | 3,6% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% |
| Phe (F) | 19 | 4,2% | 10 | 4,4% | 12 | 4,1% | 12 | 4,1% | 12 | 4,1% | 12 | 4,1% |
| Pro (P) | 19 | 4,2% | 6 | 2,7% | 9 | 3,1% | 9 | 3,1% | 9 | 3,1% | 8 | 2,7% |
| Ser (S) | 18 | 4,0% | 8 | 3,6% | 12 | 4,1% | 12 | 4,1% | 12 | 4,1% | 12 | 4,1% |
| Thr (T) | 25 | 5,6% | 10 | 4,4% | 12 | 4,1% | 12 | 4,1% | 12 | 4,1% | 12 | 4,1% |
| Trp (W) | 7 | 1,6% | 4 | 1,8% | 5 | 1,7% | 5 | 1,7% | 5 | 1,7% | 5 | 1,7% |
| Tyr (Y) | 18 | 4,0% | 5 | 2,2% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% | 8 | 2,7% |
| Val (V) | 26 | 5,8% | 12 | 5,3% | 14 | 4,8% | 14 | 4,7% | 14 | 4,8% | 14 | 4,8% |

### 3.5 BIOPEP ve Visual C# ile Yazılan Protatip *In silico* Proteoliz Programları Karşılaştırması

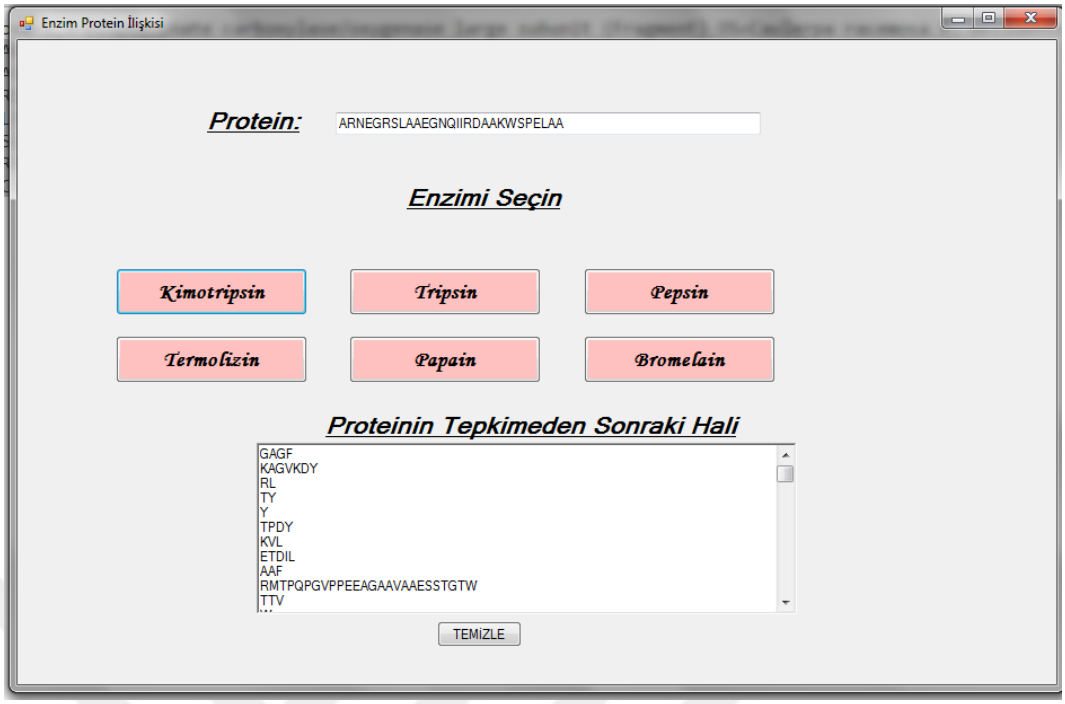
Visual C# ile yazılan prototip program ile *C. racemosa f. occidentalis* rubisc/o (ls) (ID:A9ZLU7) sekansı için kimotripsin, tripsin ve pepsin enzimleri kullanılarak *in silico* hidroliz gerçekleştirildiğinde elde edilen sonuçlar BIOPEP progamı kullanılarak elde edilen sonuçlar ile örtüşmüştür (Şekil 3.25-Şekil 3.26). Buna karşılık, termolizin, papain ve bromelain sonuçları farklı elde edilmiştir. Bu durum BIOPEP programının bu enzimler için farklı algoritma kullandığını göstermiştir.

GAGF—KAGVKDY—RL—TY—Y—TPDY—KVL—ETDIL—AAF—
RMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTW—TTV—W—TDGL—TSL—DRY—KGRCY—DL—
EAVAGEENQY—IAY—VAYPL—DL—F—EEGSVTNL—F—TSIVGNVF—GF—KA—L—RAL—
RL—EDL—RIPPSY—VKTF—QGPPHGIQVERDKL—NKY—GRSL—L—GCTIKPKL—GL—
SAKNY—GRAV—Y—ECL—RGGL—DF—TKDDENVNSQPF—MRW——RDRF—L—F—
VAEAL—Y—KAQAETGEIKGHY—L—NATAGHCDE—MIKRAQCAKEL—GMPIVMHDY—L—
TGGF—TANTSL—AY—F—CRDNSL—L—L—HIHRAMHAVIDRQKIHGM—HF—RVL—AKAL—
RL—SGGDHL—HSGTVVGKL—EGEREVTL—GF—VDIMRDDF—IEKDRSRGVY—F—TQDW—
V—SLPGTIPVASGGIHVW—HMPAL—VEIF—GDDACL—QF—GGGTL—GHPW—
GNAPGAAANRIACEACIQ

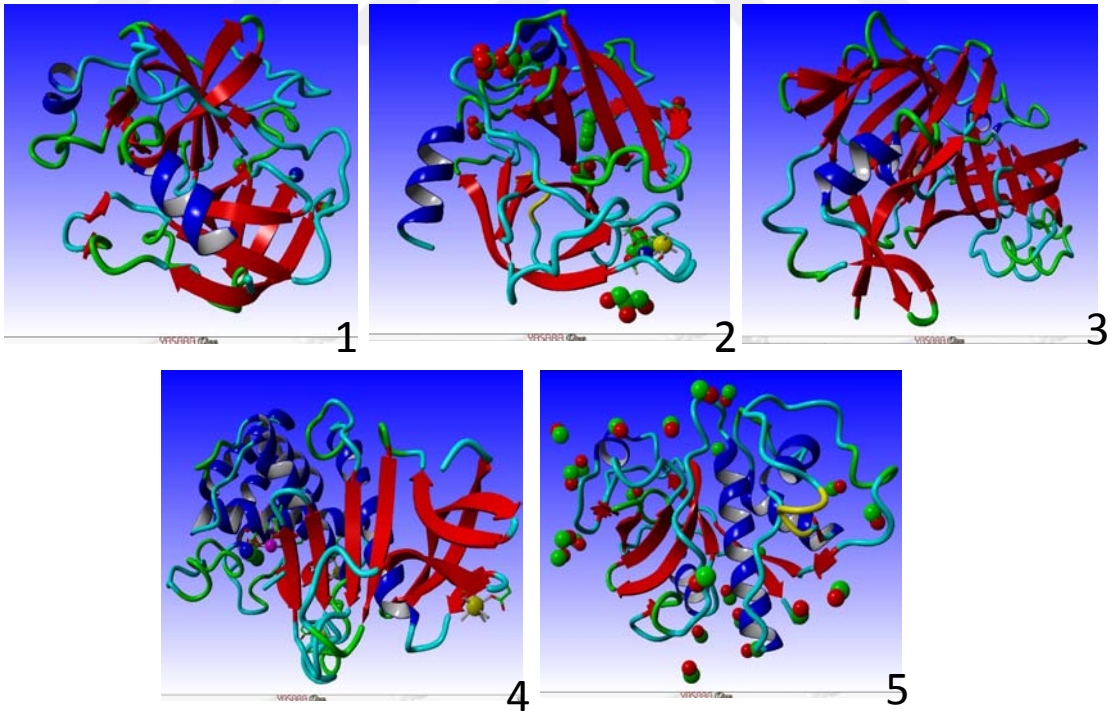
Şekil 3.25 Visual C# ile yazılan prototip *in silico* proteoliz programında *C. racemosa f. occidentalis* rubisc/o (ls) (ID:A9ZLU7) sekansının kimotripsin ile hidrolizi

>tr|A9ZL - U7|A9ZL - U7_9CHL - O Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (F - ragment) OS=Caulerpa racemosa f. occidentalis GN=rbcL - PE=3 SV=1 GAGF - KAGVKDY - RL - TY - Y - TPDY - KVL - ETDIL - AAF - RMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTW - TTV W - TDGL - TSL - DRY - KGRCY - DL - EAVAGEENQY - IAY - VAY - PL - DL - F - EEGSVTNL - F - TSIVGNVF - GF - KA L - RAL - RL - EDL - RIPPSY - VKTF - QGPPHGIQVERDKL - NKY - GRSL - L - GCTIKPKL - GL - SAKNY - GRAV Y - ECL - RGGL - DF - TKDDENVNSQPF - MRW - RDRF - L - F - VAEAL - Y - KAQAETGEIKGHY - L - NATAGHCDE MIKRAQCAKEL - GMPIVMHDY - L - TGGF - TANTSL - AY - F - CRDNSL - L - L - HIHRAMHAVIDRQKIHGM HF - RVL - AKAL - RL - SGGDHL - HSGTVVGKL - EGEREVTL - GF - VDIMRDDF - IEKDRSRGVY - F - TQDW - V SL - PGTIPVASGGIHVW - HMPAL - VEIF - GDDACL - QF - GGGTL - GHPW - GNAPGAAANRIACEACIQ ARNEGRSL - AAEGNQIIRDAAKW - SPEL - AA

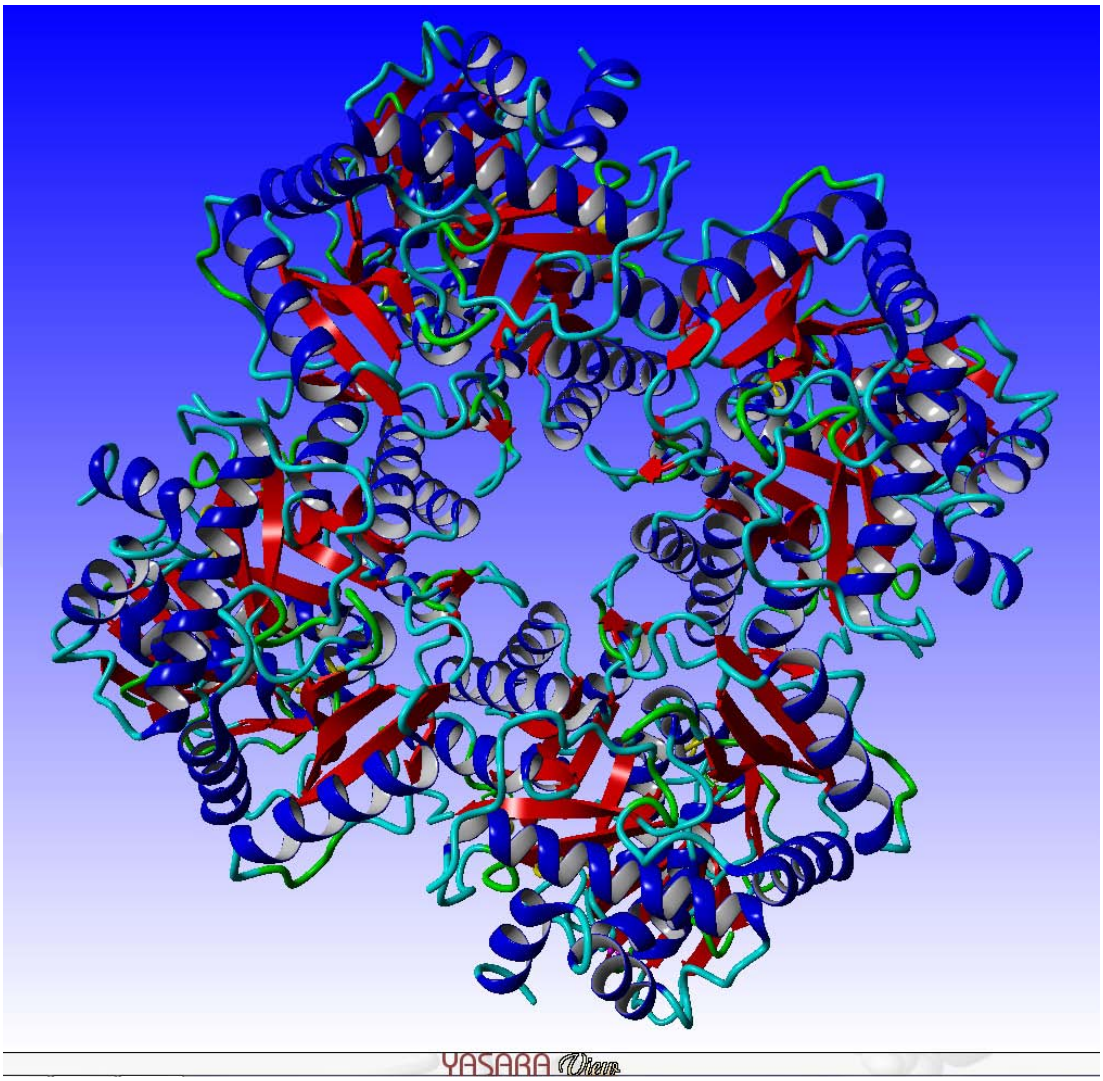
Şekil 3.26 BIOPEP *in silico* proteoliz programında *C. racemosa f. occidentalis* rubisc/o (ls) (ID:A9ZLU7) sekansının kimotripsin ile hidrolizi




Şekil 3.27 Microsoft Visual studio C# ile yazılan prototip *in silico* protein proteoliz programı kullanılarak *C. racemosa* f. *occidentalis*: (A9ZLU7)'in kimotripsin ile hidrolizi sonucu ekran görüntüsü




Şekil 3.28 YASARA View programı kullanılarak elde edilen enzimlerin 3 boyulu yapılarının görüntüsü. 1) Kimotripsin (PDB: 1CHG) 2) Tripsin (PDB:1UTN) 3) Pepsin (PDB: 5PEP) 4) Termolizin (PDB: 1GXW) 5) Papain (PDB: 9PAP).




Şekil 3.29 YASARA View programı kullanılarak elde edilen ıspanak (*Spinacia oleracea*) rubisc/o (PDB: 1AUS) enziminin 3 boyutlu yapısı.

# BÖLÜM DÖRT
# TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

*Caulerpa* rubisc/o (ls) çoklu sekans analizi enzimin yapısının türler arasında korunmuş olduğunu göstermiştir (%92,48-%100) ancak sekans homolojisi olarak bakıldığında değişikler görülmüştür (%42,107). Udenigwe ve diğer. (2013) tarafından gerçekleştirilen benzer çalışmada tahıl rubisco/o (ls)'ların sekans homolojisi %92 olarak oldukça yüksek bulunmuştur. Buna karşılık, *Caulerpa* türlerinin rubisc/o (ls) sekans homolojisi incelendiğinde "identity" değeri %42,104; *Caulerp* rubisc/o (ls) ve tahıl rubisc/o (ls) türleri arasındaki sekans homolojisi incelendiğinde "identity" değeri %38,75 olarak hesaplanmıştır. Bu durum yeşil makroalg olan *Caulerpa* ile tahıl yapraklarında bulunan rubisc/o (ls) içeriğinde zamanla farklılaşmalar oluştuğunu göstermiştir.

*In silico* proteoliz *Caulerpa* türlerinin yüksek ACE inhibitörü peptid potansiyeli olduğunu göstermiştir (A değeri: 0,4330-0,3822*).* Avustralya kökenli *C. taxifolia* (A9ZLV1), *C. racemosa* var. *lamourouxii* (A9ZLU6) ve *C. racemosa* f. *occidentalis*: (A9ZLU7) en yüksek potansiyeli; *C. racemosa* var. *turbinata* (G3JX24) ise en düşük potansiyeli göstermiştir. Literatür incelendiğinde, soya globulini, yumurta albumini, sığır kazeini, sığır laktoglobini gibi sık kullanılan gıda kaynaklı proteinlerde ve tahıl yapraklarındaki rubisc/o (ls)'larda bulunan inaktif formadaki ACE inhibitörü peptid görülme sıklıklarının *Caulerpa* türlerine ait değerlerle aynı aralıkta olduğu görülmüştür (0,4358 – 0,4232; buğday - yulaf) (Udenigwe ve diğer., 2013). Minkiewicz, Dziuba ve Michalska (2011), sığır etinde bulunan kollojen α-2, hemoglobin, miyozin, miyoglobin, elastin, aktin, troponin C, I ve T gibi çeşitli proteinlerindeki biyoaktif peptidleri incelemiş ve en yüksek biyoaktif peptid görülme frekansının ACE inhibitör peptidlere ait olduğunu göstermiştlerdir; kollojen -2 ve elastin (0,660- 0,849) hariç incelenen diğer proteinlerdeki ACE inhibitör peptidlere ait A değerleri düşük bulunmuştur (0,183-0,331). Rubisc/o ile ilgili yapılan bir çalışmada ıspanak kaynaklı rubisc/o enziminin pepsin-pankreatin enzimleri ile hidrolizi sayesinde elde edilen MRWRD, MRW, LRIPVA ve IAYKPAG biyoaktif

peptidlerinin fareler üzerinde antihipertansif etki gösterdiği bulunmuştur (Yang, Marczak, Yokoo, Usui ve Yoshikawa, 2003). Bir diğer çalışmada ıspanak rubisc/o enzimi kaynaklı MRW tripeptidinin yeni ve uzun süreli hipertansiyon hastası olan fareler üzerine antihipertansif ve damar genişletici etkisi gösterilmiştir (Zhao, Usui, Ohinata ve Yoshikawa, 2008). Ayrıca yeni gerçekleştirilen bir çalışmada *Caulerpa microphysa* türünün antitümör aktivitesinin yanı sıra ACE inhibitörü potansiyeli de taşıdığı gösterilmiştir ancak bu etkiye neden olan biyoaktif bileşen aydınlatılmamıştır (Lin ve diğer., 2012).

DPP-IV inhibitör peptid potansiyelinin 0,0670 olarak Avustralya ve Japonya kökenli *C. taxifolia* (A9ZLV1), *C. racemosa f. occidentalis* (A9ZLU7) ve *C. racemosa* var. *lamourouxii* (A9ZLU6, U3LZU7) türlerinde bulunması *Caulerpa* türlerinin diyabetik hastalıklara yönelik önemini göstermektedir. Udenigwe ve diğer. (2013)'nin çalışmasında yumurta proteini albumin (0,0563), soya proteini globulin (0,0695) ve tahıl rubisc/o (ls) (0,0758-0,0713) sekanslarına ait A değerleri bulunmuştur. Lacroix ve Li-Chan (2012)'nin çalışmasında arpa, kanola, yulaf, soya fasülyesi ve buğday proteinleri bu fonksiyonel peptidler açısından *in silico* incelenmiştir ve A değerleri 0,092-0,151 arasında değişiklik göstermiştir; en fazla GP ile PG dipeptidleri görülmüştür. Cavanos ve de Mejia (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada düşük molekül ağırlıklı gluten proteini incelenmiş ve DPP-IV inhibitörü peptidler için A değeri 0,0876 bulunmuştur. Bitki kaynaklı gıda proteinleri ile ilgili literatürdeki çalışmalarda bulunan DPP-IV inhibitörü için hesaplanan A değerleri *Caulerpa* türlerinin de önemli potansiyel içerdiğini göstermektedir. Yeni gerçekleştirlen bir çalışma ile *C. lentillifera*'nın DPP-IV ve α-glukozidaz enzimlerini inhibe edip insülin salgılanmasını tetiklediği, hedef hücrelere glukoz alımını arttırdığı kanıtlanmıştır; ancak *C. lentillifera*'nın bu mekanizmayı gerçekleştiren bileşenler aydınlatılmamıştır (Sharma ve Rhyu, 2014). Bunun yanı sıra *C. prolifera* kaynaklı caulerpenin ana sekonder metabolitinin α-amilaz aktivitesini inhibe ederek nişasta yıkımını azaltma potansiyeli gösterdiği rapor edilmiştir (Cengiz, Cavas ve Yurdakoc, 2010).

*Caulerpa* türlerinin antioksidatif peptid açısından da zengin olduğu tespit edildi. Tüm *C. taxifolia* ve *C. cylindracea* türlerinin kayda değer miktarda kriptik biyoaktif peptid içerdiği bulundu (A değerleri: 0,0714-0,0780; 0,0756-0,0759). Literatürde ise tahıl yapraklarında bulunan rubisc/o kökenli antioksidatif peptidlerin ve tahıl depo proteinlerin A değerinin ise oldukça düşük olduğu saptanmıştır (0,0464-0568; 0,206 ve 0,0497) (Udenigwe ve diğer., 2013; Cavazos ve de Mejia, 2013). Udenigwe ve diğer. (2013)'ün çalışmasında incelenen soya globulini ve yumurta albumini *Caulerpa* türleri ile karşılaştırıldığında *Caulerpa* türlerinin bir buçuk kat daha fazla antioxiatif peptid görülme sıklığı içerdiği bulunmuştur. Bir diğer çalışmada *Caulerpa*'nın antioksidatif özelliği Hindistan kökenli *C. scalpelliformis, C. veravelensis* ve *C. racemosa* türlerinin yüksek seviyede glutatyon, askorbat, fenolik içeriğe sahip olduğunun tesbiti ile ortaya konmuştur (Kumar, Gupta, Kumari, Reddy ve Jha, 2011). Rubisc/o doğada bitkilerdeki en yaygın protein olduğu için biyoaktif peptid içeriği açısından büyük potansiyel içerektedir. Je, Cho, Gong ve Udenigwe (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada *in silico* olarak termolizin ile hidroliz edilen ve biyoaktif peptid olma olasılığı görülen FC dipeptidi sentezlenmiş ve antioksidatif özellikleri gösterilmiştir ve yeni bir biyoaktif peptid olarak literatüre geçmiştir. Mikro alg *Chlorella vulgaris,* antioksidatif peptidleri açından incelenmiş ve pepsin ile hidroliz sonucu VECYGPNRPQF peptidi bulunmuştur (Sheih, Yang ve Wu, 2009). Bir diğer çalışmada *Chlorella ellipsoidea*'nın pepsin, papain, tripsin ve α-kimotripsin ile hidrolizi sonucu LNGDVW antioksidatif peptidi keşfedilmiştir (Ko, Kim ve Jeon, 2012). Buna karşılık literatürde *Caulerpa* türlerinin antioksidatif peptid içeriği ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır.

*Caulerpa*'daki caulerpin, racemosin A ve B gibi sekonder metabolitlerin hücre hasarına karşı koruyucu etki gösteridği rapor edilmiştir (Liu ve diğer., 2013). Caulerpenin metabolitinin lipoksigenaz enzimini inhibe ettiği ve Alzheimer hastalığı oluşumuna karşın terapötik potansiyeli gösterilmiştir (Cengiz, Çavas, Yurdakoç ve Pohnert, 2011) Bir diğer çalışmada *C. racemosa*'dan izole edilen caulerpin metabolitinin anti-inflamatuar ve anti-nerojenik etkisi ortaya çıkartılmıştır (de Souza ve diğer., 2009). Rubisc/o'nun proteolizi ise *Caulerpa*'nın sinir sistemini koruyucu etkisinin UbMP ve PEP mekanizması üzerinde etki eden peptidlere de bağlı

olabileceğini göstermiştir. Literatürde rubisc/o kaynaklı kriptik UbMP aktivatör peptid içeriği tahıl yapraklarında 0,0169-0,0232 olarak bulunmuştur, ayrıca bir diğer çalışmada sığır eti kaynaklı peptidlerin A değerinin ise 0,007 – 0,0280 aralığında değiştiği gösterilmiştir (Minkiewicz ve diğer., 2013; Udenigwe ve diğer., 2013). *Caulerpa* türevli kriptik peptidler de bu aralık sınırında bulunmuştur.

Biyoaktif peptid potansiyellerine bakıldığında *C. cylindrace* ve *C. taxifolia* (A9ZLV1, W5RG33) en umut vaat edici türler olarak bulunmuştur. Ancak A' değerleri aktif forma dönüşen peptidleri ifade ettiği için daha önemlidir; buna bağlı olarak proteaz seçimi önem taşımaktadır. Örneğin, C-terminalinde prolin rezidüsü içermesi istenen biyoaktif peptidlerin hidrolizinde proteinaz k enzimi tercih edilmektedir (Minkiewicz ve diğer., 2011). *Caulerpa* türlerinin *in silico* hidrolizinde kimotripsin, tripsin ve pepsin enzimleri, termolizin, papain ve bromelaine kıyasla daha az biyoaktif peptid açığa çıkarmışlardır. Benzer şekilde literatürde de bu enzimler ile biyoaktif peptid hidrolizi daha azdır, bu sebeple farklı enzimler denenmektedir (Lacroix ve Li-Chan, 2012; Udenigwe ve diğer. 2013; Minkiewicz ve diğer., 2011). İnaktif biyoaktif peptidlerin hidrolizinde 0,0571-0,0677 A' değer aralığı ile en başarılı papain enzimi olmuştur.

Amino asit kompozisyonu analizi ile *Caulerpa* rubisc/o (ls)'larının yaklaşık %46 oranında esansiyel amino asit içeriğine (His, Ile, Leu, Lys, Met, Phe, Thr, Trp, Val) sahip olduğu görülmüştür. Biyoaktif peptid oluşumunda amino asit içeriği anahtar role sahiptir. *Caulerpa* rubisc/o sekanslarının esansiyel amino asit içeriğinin % 45-47 arasında değiştiği ve yüksek ölçüde Gly (%10,2-11,5), Ala (%8,6-10,9) ve Leu (%8,9-9,8) içerdiği bulunmuştur. ACE inhibitörü di ve tripeptidler N terminal pozisyonlarında dallı alifatik amino asitler ve C terminal pozisyonlarında Phe, Met, Tyr, Ala ve Leu asitler içermektedir (Li, Le, Shi ve Shrestha, 2004). Prolin içeren Pro-Gly ve Met-Pro gibi dipeptidler nöropeptid özelliği göstermektedir; yüksek Gly içeriği de biyoaktif peptid oluşumunda etkili bulunmuştur (Lacroix ve Li-Chan, 2012). Antioksidatif fonksiyonlu peptidler tamamlanmamış elektron içeren serbest radikallere proton vererek serbest radikal temizleyici özellik gösteren Phe, Met, Trp

ya da His ve Sis gibi aromatik ve hidrofobik amino asitlerden oluşmaktadır (Elias, Kellerby ve Decker 2008; Sarmadi ve Ismail, 2010).

Visual C# ile yazılan prototip program ile BIOPEP progamının gerçekleştirdiği hidroliz sonuçlarında kimotripsin, tripsin ve pepsin enzimleri ile aynı sonuçlar bulunmuşken papain, bromelain ve termolizin kullanımında görülen farklılıklar BIOPEP algoritmasında enzimlerin kırılma yerlerini belirleyen algoritmaların farklı olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak, bu veriler *Caulerpa* türlerine ait peptidlerin doğal ACE inhibitör kaynağı olduğunu, gösterdiği DPP-IV inhibitör özelliği ile anti-diyabetik ajan olarak kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Ayrıca antioksidatif peptidlerin varlığı da *Caulerpa* türlerinin kardiyovasküler sistemi koruyucu etkisini göstermektedir. UbMP aktivatör ve PEP inhibitör peptidlerin varlığı *Caulerpa* türlerine ait rubisc/o (ls)'larda bulunan byoaktif peptidlerin sinir sistemi üzerinde iyileştirici fonksiyonları olduğu gösterilmiştir.. Bitki kaynaklı ana protein olan rubisc/o'ların analizi *Caulerpa* türlerinin değerini belirtmiştir. Sonuçlar *Caulerpa* türlerinin peptid temelli çeşitli biyoaktif molekülleri bulmak için ileri araştırmalara uygun olduğunu göstermiştir. *Caulerpa* türleri fonksiyonel gıda geliştirme amacı ile gıda endüstrisinde veya farmöstatik özellikleri ile ilaç endüstrisinde kullanılabilme potansiyeli göstermiştir.

## KAYNAKLAR


Agyei, D. ve Danquah, M. K. (2012). Rethinking food-derived bioactive peptides for antimicrobial and immunomodulatory activities. *Trends in Food Science & Technology*, *23* (2), 62-69.

Ahmed, J., Preissner, S., Dunkel, M., Worth, C. L., Eckert, A. ve Preissner, R. (2011). SuperSweet—a resource on natural and artificial sweetening agents. *Nucleic Acids Research*, *39* (ek 1), D377-D382.

Aluko, R. E. (2015). Antihypertensive peptides from food proteins. *Annual Review of Food Science and Technology*, *6*, 235-262.

Alyuruk, H., Doner, E., Karabay, Z. ve Cavas, L (2010). *Caulerpa prolifera* esktraktlarının phytagel içerisindeki antifouling etkisi. *3.Ulusal Polimer Bilim Kongresi ve Sergisi*, 12-14 Mayis 2010. Kocaeli Üniversitesi.

Andersson, I. ve Backlund, A. (2008). Structure and function of Rubisco. *Plant Physiology and Biochemistry*, *46*, 275-291.

Artimo, P., Jonnalagedda, M., Arnold, K., Baratin, D., Csardi, G., De Castro, E. ve diğer. (2012). ExPASy: SIB bioinformatics resource portal. *Nucleic Acids Research*, *40* (W1), W597-W603.

Attwood, T. K., Gisel, A., Bongcam-Rudloff, E. ve Eriksson, N. E. (2011). Concepts, Historical Milestones and the Central Place of Bioinformatics in Modern Biology: A European Perspective. M. A. Mahdavi (Ed.), *Bioinformatics - Trends and Methodologies* içinde (1-37), 1 Temmuz 2015, http://www.intechopen.com/books/bioinformatics-trends-and-methodologies/.

Ballereau, S., Glaab, E., Kolodkin, A., Chaiboonchoe, A., Biryukov, M., Vlassis, N., ve diğer. (2013). Functional genomics, proteomics, metabolomics and

bioinformatics for systems biology. *Systems Biology*, içinde (3-41). Hollanda: Springer.

Baumgartner, C., Osl, M., Netzer, M. ve Baumgartner, D. (2011). Bioinformatic-driven search for metabolic biomarkers in disease. *Journal of Clinical Bioinformatics, 1*, 2.

Belton, G.S., van Reine W. F. P., Huisman, J. M., Draisma, S.G.A. ve Gurgel, C.F.D. (2014). Resolving phenotypic plasticity and species designation in the morphologically challenging *Caulerpa racemosa–peltata* complex (Chlorophyta, Caulerpaceae). *Journal of Phycology, 50 (1)*, 32–54.

Benson, D. A., Cavanaugh, M., Clark, K., Karsch-Mizrachi, I., Lipman, D. J., Ostell, J., ve diğer., (2013). GenBank. *Nucleic Acids Research, 41* (Veritanabı eki), D36–D42.

Bergholz, T. M., Switt, A. I. M. ve Wiedmann, M. (2014). Omics approaches in food safety: fulfilling the promise? *Trends in Microbiology, 22*, 275-281.

Berman, H.M., Westbrook, J., Feng, Z., Gilliland, G., Bhat, T.N., Weissig, H. ve diğer.(2000) The Protein Data Bank, *Nucleic Acids Research, 28*, 235-242.

Boyd, S. E., Pike, R. N., Rudy, G. B., Whisstock, J. C. ve De La Banda, M. G. (2005). PoPS: a computational tool for modeling and predicting protease specificity. *Journal of Bioinformatics and Computational Biology, 3*, 551-585.

Boyer, R. (2006) Synthesis of carbohydrates by the calvin cycle. K. Molloy (Ed.), *Concepts in Biochemistry*. (3. Baskı) içinde (144-147).USA: John Wiley & Sons.

Cavazos, A. ve Gonzalez de Mejia, E. (2013). Identification of bioactive peptides from cereal storage proteins and their potential role in prevention of chronic diseases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12*, 364-380.

Cavazos, A. ve Gonzalez de Mejia, E. (2013). Identification of bioactive peptides from cereal storage proteins and their potential role in prevention of chronic diseases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12*, 364-380.

Cengiz, S., Cavas, L., Yurdakoc, K. ve Pohnert, G. (2009). Chromatographic isolation of bioactive agent caulerpenyne from *Caulerpa prolifera. Turkish Journal of Biochemistry, 34*, 103-104.

Cengiz, S., Cavas, L. ve Yurdakoc, K. (2010). Alpha-amylase inhibition kinetics by caulerpenyne. *Mediterranean Marine Science, 11* (1), 93-104.

Cengiz, S., Cavas, L., Yurdakoc, K. ve Pohnert, G. (2011). The sesquiterpene caulerpenyne from *Caulerpa* spp. is a lipoxygenase inhibitor. *Marine Biotechnology, 13*, 321–326.

Charoentong, P., Angelova, M., Efremova, M., Gallasch, R., Hackl, H., Galon, J. ve diğer. (2012). Bioinformatics for cancer immunology and immunotherapy. *Cancer Immunology, Immunotherapy, 61*, 1885-1903.

Chen, L., Morrow, J. K., Tran, H. T., Phatak, S. S., Du-Cuny, L. ve Zhang, S. (2012). From laptop to benchtop to bedside: structure-based drug design on protein targets. *Current Pharmaceutical Design, 18*, 1217.

Chial, H. (2008). DNA sequencing technologies key to the Human Genome Project. *Nature Education, 1*, 219.

CLUSTAL 2.0.12 Multiple Sequence Alignments (b.t.), 13 Temmuz, 2015. http://www.clustal.org/download/clustalw_help.txt.

Cooper, K. K., Mandrell, R. E., Louie, J. W., Korlach, J., Clark, T. A., Parker, C. T. ve diğer. (2014). Comparative genomics of enterohemorrhagic *Escherichia coli*

O145: H28 demonstrates a common evolutionary lineage with *Escherichia coli* O157: H7. *BMC genomics*, *15* (1), 17.

Cooper, K. K., Mandrell, R. E., Louie, J. W., Korlach, J., Clark, T. A., Parker, C. T. ve diğer. (2014b). Complete genome sequences of two *Escherichia coli* O145: H28 outbreak strains of food origin. *Genome Announcements*, *2* (3), e00482-14.

de Kloet, A. D., Krause, E. G. ve Woods, S. C. (2010). The renin angiotensin system and the metabolic syndrome. *Physiology & Behavior*, *100*, 525-534.

De Souza, É. T., Pereira de Lira, D., Cavalcanti de Queiroz, A., Costa da Silva, D. J., Bezerra de Aquino, A., Campessato Mella, E. A. ve diğer. (2009). The antinociceptive and anti-inflammatory activities of caulerpin, a bisindole alkaloid isolated from seaweeds of the genus *Caulerpa*. *Marine drugs*, *7*, 689-704.

Derks, K. W., Hoeijmakers, J. H. ve Pothof, J. (2014). The DNA damage response: The omics era and its impact. *DNA Repair*, *19*, 214-220.

Dimitrov, I., Flower, D. R. ve Doytchinova, I. (2013). AllerTOP-a server for *in silico* prediction of allergens. *BMC bioinformatics*, *14* (Ek 6), S4.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (2006). *Definition and diagnosis of diabetes mellitus,* 22 Haziran, 2015, http://www.who.int/diabetes/publications/Definition%20and%20diagnosis%20of%20diabetes_new.pdf.

World Health Organization (WHO), (2012). *Dünya sağlık istatistikleri, 2012*. 5 Temmuz 2015, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44844/1/9789241564441_eng.pdf.

Dziuba, B. ve Dziuba, M. (2014). Milk proteins-derived bioactive peptides in dairy products: molecular, biological and methodological aspects. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, *13* (1), 5-25.

Dziuba, M., Dziuba, B. ve Iwaniak, A. (2009). Milk proteins as precursors of bioactive peptides. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, *8*, 71-90.

Elias, R. J., Kellerby, S.S. ve Decker, E. A. (2008). Antioxidant activity of proteins and peptides. *Critical Reviews of Food Science and Nutrition*, *48*, 430–441.

Erdmann, K., Cheung, B. W. ve Schröder, H. (2008). The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, *19*, 643-654.

Escudero, E., Sentandreu, M. A. ve Toldrá, F. (2010). Characterization of peptides released by *in vitro* digestion of pork meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *58*, 5160-5165.

Fan, X., Bai, L., Zhu, L., Yang, L. ve Zhang, X. (2014). Marine algae-derived bioactive peptides for human nutrition and health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *62*, 9211-9222.

Fang, Y. Z., Yang, S. ve Wu, G. (2002). Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition*, *18*, 872-879.

Fiers, M. W., Kleter, G. A., Nijland, H., Peijnenburg, A. A., Nap, J. P. ve Van Ham, R. C. (2004). Allermatch™, a webtool for the prediction of potential allergenicity according to current FAO/WHO Codex alimentarius guidelines. *BMC Bioinformatics*, *5* (1), 133.

Fitzgerald, C., Gallagher, E., Tasdemir, D. ve Hayes, M. (2011). Heart health peptides from macroalgae and their potential use in functional foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *59*, 6829-6836.

Garcia-Horsman, J. A., Männistö, P. T. ve Venäläinen, J. I. (2007). On the role of prolyl oligopeptidase in health and disease. *Neuropeptides*, *41*(1), 1-24.

Gasteiger, E., Hoogland, C., Gattiker, A., Wilkins, M. R., Appel, R. D. ve Bairoch, A. (2005). Protein identification and analysis tools on the ExPASy server (pp. 571-607). Humana Press.

Gu, Y., Majumder, K. ve Wu, J. (2011). QSAR-aided *in silico* approach in evaluation of food proteins as precursors of ACE inhibitory peptides. *Food Research International*, *44*, 2465-2474.

Guiry, M. D. ve Guiry, G. M. (2015). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway.11 Haziran 2015, http://www.algaebase.org.

Hagen, J. B. (2000). The origins of bioinformatics. *Nature Reviews Genetics*, *1*, 231-236.

Harnedy, P. A. ve FitzGerald, R. J. (2012). Bioactive peptides from marine processing waste and shellfish: A review. *Journal of Functional Foods*, *4* (1), 6-24.

Hernandez-Ledesma, B., C Hsieh, C. ve O de Lumen, B. (2013). Chemopreventive properties of peptide lunasin: a review. *Protein and peptide letters*, *20* (4), 424-432.

Hirata, H., Sonoda, S., Agui, S., Yoshida, M., Ohinata, K. ve Yoshikawa, M. (2007). Rubiscolin-6, a δ opioid peptide derived from spinach Rubisco, has anxiolytic effect via activating σ 1 and dopamine D 1 receptors. *Peptides*, *28*, 1998-2003.

Hogeweg, P. (2011). The Roots of Bioinformatics in Theoretical Biology. *PLOS Computational Biology*, *7* (3), e1002021.

Holton, T. A., Vijayakumar, V. ve Khaldi, N. (2013). Bioinformatics: Current perspectives and future directions for food and nutritional research facilitated by a Food-Wiki database. *Trends in Food Science & Technology*, *34* (1), 5-17.

Horgan, R. P. ve Kenny, L. C. (2011). 'Omic'technologies: genomics, transcriptomics, proteomics and metabolomics. *The Obstetrician & Gynaecologist*, *13* (3), 189-195.

Ivanciuc, O., Schein, C. H. ve Braun, W. (2003). SDAP: Database and computational tools for allergenic proteins. *Nucleic Acids Research*, *31* (1), 359-362.

Iwaniak, A., Minkiewicz, P. ve Darewicz, M. (2014). Food-originating ace ınhibitors, ıncluding antihypertensive peptides, as preventive food components in blood pressure reduction. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *13* (2), 114-134.

Jaspars, M. ve Folmer, F. (2013). Sea vegetables for health. *Food and Health Innovation Service*., 2 Temmuz 2015, http://www.foodhealthinnovation.com/media/6690/sea_vegetables_february_2013.pdf.

Jing, P., Qian, B., He, Y., Zhao, X., Zhang, J., Zhao, D. ve diğer. (2014). Screening milk-derived antihypertensive peptides using quantitative structure activity relationship (QSAR) modelling and *in vitro*/*in vivo* studies on their bioactivity. *International Dairy Journal*, *35* (1), 95-101.

Jongma, D. N., Campo, D., Dattolo, E., D'Esposito, D., Duchi, A., Grewe, P. ve diğer. (2013). Identity and origin of a slender *Caulerpa taxifolia* strain introduced into the Mediterranean Sea. *Botanica Marina*, *56* (1), 27-39.

Kendrew, J.C.; Bodo, G., Dintzis, H.M., Parrish, R. G., Wyckoff, H. ve Phillips, D. C. (1958) A three-dimensional model of the myoglobin molecule obtained by x-ray analysis. *Nature, 181,* 662-666.

Kim, J. H., Kim, S. I. ve Song, K. S. (2001). Prolyl endopeptidase inhibitors from green tea. *Archives of Pharmacal Research*, *24*, 292-296.

Klein, J. ve Verlaque, M. (2008). The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review. *Marine Pollution Bulletin*, *56* (2), 205-225.

Ko, S. C., Kim, D. ve Jeon, Y. J. (2012). Protective effect of a novel antioxidative peptide purified from a marine *Chlorella ellipsoidea* protein against free radical-induced oxidative stress. *Food and Chemical Toxicology, 50*, 2294-2302.

Korhonen, H. ve Pihlanto, A. (2006). Bioactive peptides: Production and functionality. *International Dairy Journal*, *16*, 945–960.

Krieger, E. ve Vriend, G. (2014). YASARA View—molecular graphics for all devices—from smartphones to workstations. *Bioinformatics, 30*, 2981-2982.

Kumar, M., Gupta, V., Kumari, P., Reddy, C. R. K. ve Jha, B. (2011). Assessment of nutrient composition and antioxidant potential of Caulerpaceae seaweeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, *24*, 270-278.

Lacroix, I. M. ve Li-Chan, E. C. (2012). Evaluation of the potential of dietary proteins as precursors of dipeptidyl peptidase (DPP)-IV inhibitors by an *in silico* approach. *Journal of Functional Foods*, *4*, 403-422.

Lander, E. S., Linton, L. M., Birren, B., Nusbaum, C., Zody, M. C., Baldwin, ve diğer. (2001). Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, *409*, 860–921.

Lesk, A. M. (2005). Preface. *Introduction to Bioinformatics* (2. Baskı) New York: Oxford University Press Inc.

Lesk, A. M. (2005). Drug discovery and the development. *Introduction to Bioinformatics* (2. Baskı), içinde (269-290). New York: Oxford University Press Inc.

Lesk, A. M. (2005). Phylogeny. *Introduction to Bioinformatics* (2. Baskı), içinde (198-200). New York: Oxford University Press Inc.

Lesk, A. M. (2005). Use of sequences to determine phylogenetic relationships. *Introduction to Bioinformatics* (2. Baskı), içinde (24-32). New York: Oxford University Press Inc.

Lin, C., Chou, S., Chuang, M., Liao, T., Tsai, S. ve Chiu, T. (2012). The effects of *Caulerpa microphysa* enzyme-digested extracts on ACE-inhibitory activity and *in vitro* anti-tumour properties. *Food Chemistry*, *134*, 2235–2241.

Liu, D. Q., Mao, S. C. ve Yu, X. Q. (2012). Caulerchlorin, a novel chlorinated bisindole alkaloid with antifungal activity from the Chinese green alga *Caulerpa racemosa*. *Heterocycles*, *85*, 661-666.

Liu, D. Q., Mao, S. C., Zhang, H. Y., Yu, X. Q., Feng, M. T., Wang, B. ve diğer. (2013). Racemosins A and B, two novel bisindole alkaloids from the green alga *Caulerpa racemosa*. *Fitoterapia*, *91*, 15-20.

Long, A. N. ve Dagogo-Jack, S. (2011). Comorbidities of diabetes and hypertension: Mechanisms and approach to target organ protection. *The Journal of Clinical Hypertension*, *13*, 244-251.

López-Expósito, I., Amigo, L. ve Recio, I. (2012). A mini-review on health and nutritional aspects of cheese with a focus on bioactive peptides. *Dairy Science & Technology*, *92*, 419-438.

Löw, P. (2011). The role of ubiquitin–proteasome system in ageing. *General and Comparative Endocrinology*, *172* (1), 39-43.

Lu, D., Liu, R. Z., Izumi, V., Fenstermacher, D., Haura, E. B., Koomen, J. ve diğer. (2008). IPEP: an *in silico* tool to examine proteolytic peptides for mass spectrometry. *Bioinformatics*, *24*, 2801-2802.

Luscombe, N. M., Greenbaum, D. ve Gerstein, M. (2001). What is bioinformatics? A proposed definition and overview of the field. *Methods of Information in Medicine*, *40*, 346-358.

MacDonald, J. A., Mackey, A. J., Pearson, W. R. ve Haystead, T. A. (2002). A strategy for the rapid identification of phosphorylation sites in the phosphoproteome. *Molecular & Cellular Proteomics*, *1*, 314-322.

Madden T. (2013). The BLAST Sequence Analysis Tool. *The NCBI Handbook [Internet] (*2. Baskı) Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US); 2 Ocak 2015, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK153387/

Martínez-Maqueda, D., Miralles, B., Recio, I. ve Hernández-Ledesma, B. (2012). Antihypertensive peptides from food proteins: a review. *Food & Function*, *3*, 350-361.

McWilliam, H., Li, W., Uludag, M., Squizzato, S., Park, Y. M., Buso, N. ve diğer., (2013). Analysis tool web services from the EMBL-EBI. *Nucleic Acids Research, 41*, W597-W600.

Memarpoor-Yazdi, M., Asoodeh, A. ve Chamani, J. (2012). A novel antioxidant and antimicrobial peptide from hen egg white lysozyme hydrolysates. *Journal of Functional Foods*, *4* (1), 278-286.

Minkiewicz, P., Dziuba, J., Iwaniak, A., Dziuba, M. ve Darewicz, M. (2008). BIOPEP database and other programs for processing bioactive peptide sequences. *Journal of AOAC International*, *91*, 965-980.

Minkiewicz, P., Dziuba, J. ve Michalska, J. (2011). Bovine meat proteins as potential precursors of biologically active peptides a computational study based on the BIOPEP database. *Food Science and Technology International*, *17* (1), 37–45.

Mokharrak, W., Al Khalaf, N. ve Altman, T. (2012). Application of Bioinformatics and Data Mining in Cancer Prediction. *Proceedings of the International Conference on Information and Knowledge Engineering (IKE)* (p. 1). The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp).

Mooney, C., Haslam, N. J., Pollastri, G. ve Shields, D. C. (2012). Towards the improved discovery and design of functional peptides: common features of diverse classes permit generalized prediction of bioactivity. *PLoS ONE, 7* (10), e45012.

Nagappan, T. ve Vairappan, C. S. (2014). Nutritional and bioactive properties of three edible species of green algae, genus *Caulerpa* (Caulerpaceae). *Journal of Applied Phycology*, *26*, 1019-1027.

National Center for Biotechnology Information (NCBI) (2007). *Bioinformatics*, 3 Temmuz 2015, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Class/MLACourse/Modules/MolBioReview/bioinformatics.html.

National Center for Biotechnology Information (NCBI), Resource Coordinators (2013). Database resources of the National Center for Biotechnology Information. *Nucleic Acids Research*, *41*, D8.

Nelson, D. L. ve Cox, M. M. (2004). Amino acids, peptides and proteins. *Lehninger Principles of biochemistry* (4. Baskı) içinde (75-115). USA: W. H. Freeman

Nirenberg, M. W. (1963). The genetic code: II. *Scientific American*, 208, 80-95.

Nishant, T., Kumar, A., Sathish Kumar, D. ve Vijaya Shanti, B. (2011). Biological Databases-Integration of Life Science Data *Journal of Computer Science & Systems Biology*, *4*,87-92.

Nongonierma, A. B. ve FitzGerald, R. J. (2013). Dipeptidyl peptidase IV inhibitory and antioxidative properties of milk protein-derived dipeptides and hydrolysates. *Peptides*, *39*, 157-163.

Paul, N. A., Neveux, N., Magnusson, M. ve De Nys, R. (2014). Comparative production and nutritional value of “sea grapes”—the tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *C. racemosa*. *Journal of Applied Phycology*, *26*, 1833-1844.

Pearson, W. R. (2013). *The FASTA program package*, 2 Temmuz 2015, http://fasta.bioch.virginia.edu/fasta_www2/fasta_guide.pdf

Phelan, M. ve Kerins, D. (2011). The potential role of milk-derived peptides in cardiovascular disease. *Food & Function*, *2*, 153-167.

Power, O., Jakeman, P. ve FitzGerald, R. J. (2013). Antioxidative peptides: enzymatic production, *in vitro* and *in vivo* antioxidant activity and potential applications of milk-derived antioxidative peptides. *Amino Acids*, *44*, 797-820.

Reuter, S., Gupta, S. C., Chaturvedi, M. M. ve Aggarwal, B. B. (2010). Oxidative stress, inflammation, and cancer: how are they linked?. *Free Radical Biology and Medicine*, *49*, 1603-1616.

Rojas-Ronquillo, R., Cruz-Guerrero, A., Flores-Nájera, A., Rodríguez-Serrano, G., Gómez-Ruiz, L., Reyes-Grajeda, J. P., ve diğer. (2012). Antithrombotic and angiotensin-converting enzyme inhibitory properties of peptides released from bovine casein by *Lactobacillus casei* Shirota. *International Dairy Journal*, *26* (2), 147-154.

Ryan, J. T., Ross, R. P., Bolton, D., Fitzgerald, G. F. ve Stanton, C. (2011). Bioactive peptides from muscle sources: meat and fish. *Nutrients*, *3*, 765-791.

Sagardia, I., Iloro, I., Elortza, F. ve Bald, C. (2013). Quantitative structure–activity relationship based screening of bioactive peptides identified in ripened cheese. *International Dairy Journal*, *33* (2), 184-190.

Sanger, F. ve Tuppy, H. (1951) The amino-acid sequence in the phenylalanyl chain of insulin. 1. The identification of lower peptides from partial hydrolysates. *Biochemistry Journal*, *49*, 463–481.

Sarmadi, B. H. ve Ismail, A. (2010). Antioxidative peptides from food proteins: A review. *Peptides*, *31*, 1949-1956.

Sawey, E. T., Chanrion, M., Cai, C., Wu, G., Zhang, J., Zender, L. ve diğer. (2011). Identification of a therapeutic strategy targeting amplified FGF19 in liver cancer by oncogenomic screening. *Cancer Cell*, *19* (3), 347-358.

Sharma, B. R. ve Rhyu, D. Y. (2014). Anti-diabetic effects of *Caulerpa lentillifera:* stimulation of insulin secretion in pancreatic β-cells and enhancement of glucose uptake in adipocytes. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, *4*, 575-580.

Sheih, I. C., Fang, T. J. ve Wu, T. K. (2009). Isolation and characterization of a novel angiotensin-I converting enzyme (ACE) inhibitory peptide from the algae protein waste. *Food Chemistry*, *115*, 279–284.

Shulaev, V. (2006). Metabolomics technology and bioinformatics. *Briefings in Bioinformatics*, *7*, 128-139.

Sigma Aldrich (b.t.). *Bromelain.* 12 Nisan 2015, http://www.sigmaaldrich.com/life-science/biochemicals/biochemical-products.html?TablePage=16410479.

Sigma Aldrich (b.t.). *Papain.* 12 Nisan 2015, http://www.sigmaaldrich.com/life-science/biochemicals/biochemical-products.html?TablePage=16410606.

Sørensen, R., Kildal, E., Stepaniak, L., Pripp, A. H. ve Sørhaug, T. (2004). Screening for peptides from fish and cheese inhibitory to prolyl endopeptidase. *Food/Nahrung*, *48* (1), 53-56.

Tateno, Y., Imanishi, T., Miyazaki, S., Fukami-Kobayashi, K., Saitou, N., Sugawara, H. ve diğer., (2002). DNA Data Bank of Japan (DDBJ) for genome scale research in life science. *Nucleic acids research*, *30*, 27-30.

Thethi, T., Kamiyama, M. ve Kobori, H. (2012). The link between the renin-angiotensin-aldosterone system and renal injury in obesity and the metabolic syndrome. *Current Hypertension Reports*, *14* (2), 160-169.

Trifonov, E. N. (2000). Earliest pages of bioinformatics. *Bioinformatics*, *16*, 5-9.

Udenigwe, C. C. (2014). Bioinformatics approaches, prospects and challenges of food bioactive peptide research. *Trends in Food Science & Technology*, *36* (2), 137-143.

Udenigwe, C. C. ve Aluko, R. E. (2012). Food protein-derived bioactive peptides: Production, processing, and potential health benefits. *Journal of Food Science, 77* (1), R11-R24.

Udenigwe, C. C. ve Mohan, A. (2014). Mechanisms of food protein-derived antihypertensive peptides other than ACE inhibition. *Journal of Functional Foods*, *8*, 45-52.

Udenigwe, C. C., Gong, M. ve Wu, S. (2013). *In silico* analysis of the large and small subunits of cereal RuBisCO as precursors of cryptic bioactive peptides. *Process Biochemistry*, *48*, 1794-1799.

Uenishi, H., Kabuki, T., Seto, Y., Serizawa, A. ve Nakajima, H. (2012). Isolation and identification of caseinderived dipeptidyl-peptidase 4 (DPP-4)-inhibitory peptide LPQNIPPL from gouda-type cheese and its effect on plasma glucose in rats, *International Dairy Journal*, *22* (1), 24-30.

Ukabi, S., Dubinsky, Z., Steinberger, Y. ve Israel, A. (2012). Surveying *Caulerpa* (Chlorophyta) species along the shores of the eastern Mediterranean. *Mediterranean Marine Science*, *13* (1), 5-11.

UniProt Consortium (2015). UniProt: A hub for protein information. *Nucleic Acids Research*, 43 (D1): D204-D212.

Valdés, A., Simó, C., Ibáñez, C. ve García-Cañas, V. (2013). Foodomics strategies for the analysis of transgenic foods. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *52*, 2-15.

Verdecchia, P., Angeli, F., Mazzotta, G., Gentile, G. ve Reboldi, G. (2008). The renin angiotensin system in the development of cardiovascular disease: role of aliskiren in risk reduction. *Journal of Vascular Health and Risk Managment*, *4*, 971–981.

Verlaque, M., Durand, C., Huisman, J. M., Boudouresque, C. F. ve Le Parco, Y. (2003). On the identity and origin of the Mediterranean invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology*, *38*, 325-339

Voet, D. ve Voet, J. G. (2011). Covalent structures of proteins and nucleic acids. *Biochemistry* (4. Baskı) içinde (163-220). New York: Wiley & Sons

Voet, D. ve Voet, J. G. (2011). Three-dimensional structures of proteins. *Biochemistry* (4. Baskı) içinde (221-277). New York: Wiley & Sons

Wang, X. ve Liotta, L. A. (2011). Clinical bioinformatics: A new emerging science. *Journal of Clinical Bioinformatics*, *1*, 1.

Watson, J.D. ve Crick, F.H.C. (1953). Genetical implications of the structure of deoxyribonucleic acid. *Nature*, *171*, 964–967.

Wiener, A., Shudler, M., Levit, A. ve Niv, M. Y. (2012). BitterDB: a database of bitter compounds. *Nucleic Acids Research*, *40* (D1), D413-D419.

Wilson, J., Hayes, M. ve Carney, B. (2011). Angiotensin-I-converting enzyme and prolyl endopeptidase inhibitory peptides from natural sources with a focus on marine processing by-products. *Food Chemistry*, *129*, 235-244.

Wostrikoff K. ve Stern DB (2009). Rubisco. D. B. Stern (Ed.), *The Chlamydomonas sourcebook: Organellar and Metabolic Processes* (2. Baskı), içinde (302–332). Newyork, USA: Academic Press.

Wu, H., Xu, N., Sun, X., Yu, H. ve Zhou, C. (2015). Hydrolysis and purification of ACE inhibitory peptides from the marine microalga *Isochrysis galbana*. *Journal of Applied Phycology*, *27*, 351-361.

Wu, R. (1972). Nucleotide sequence analysis of DNA. *Nature New Biol*ogy, *236*, 198–200.

Yanai, T., Suzuki, Y. ve Sato, M. (2003). Prolyl endopeptidase inhibitory peptides in wine. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, *67*, 380-382.

Yang, P., Liu, D. Q., Liang, T. J., Li, J., Zhang, H. Y., Liu, A. H., ve diğer. (2015). Bioactive constituents from the green alga *Caulerpa racemosa*. *Bioorganic & Medicinal Chemistr*y, *23* (1), 38-45.

Yang, W. G., Wang, Z. ve Xu, S. Y. (2007). A new method for determination of antithrombotic activity of egg white protein hydrolysate by microplate reader. *Chinese Chemical Letters*, *18*, 449-451.

Yang, Y., Marczak, E. D., Yokoo, M., Usui, H. ve Yoshikawa, M. (2003). Isolation and antihypertensive effect of angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from spinach Rubisco. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 4897-4902.

Yong, L. (2007). Current progress and advances of study on bioactive peptides. *Food and Fermentation Industries*, *33* (1), 1-9.

Zhao, H., Ohinata, K. ve Yoshikawa, M. (2008). Rubimetide (Met-Arg-Trp) derived from Rubisco exhibits anxiolytic-like activity via the DP 1 receptor in male ddY mice. *Peptides*, *29* (4), 629-632.

Zhao, H., Usui, H., Ohinata, K., & Yoshikawa, M. (2008). Met-Arg-Trp derived from Rubisco lowers blood pressure via prostaglandin D 2-dependent vasorelaxation in spontaneously hypertensive rats. *Peptides*, *29*, 345-349.

Zou, W. (2014). Bioinformatics analysis of *Salmonella* flic gene diversity from next-generation sequencing data. *International Association for Food Protection (Iafp).* 2014 Yıllık Toplantı. Ağustos, 2014, Indianapolis.

**EK-1: *Caulerpa* Türlerine ait Rubisc/o (ls) Sekansları FASTA formatı**

>tr|Q70X21|Q70X21_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa var. racemosa GN=rbcL PE=3 SV=1
EDLRIPPSYVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRG
GLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQ
CAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLA
KALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTI
PVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGR
S

>tr|U3M0J8|U3M0J8_9CHLO Ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa racemosa GN=rbcL PE=3 SV=1
RWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTG
GFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVV
GKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVE
IFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS

>tr|W8E959|W8E959_9CHLO Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa racemosa GN=rbcL PE=3 SV=1
GAGFKAGVKDYRLTYYTPDYKVLETDILAAFRMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTWTTV
WTDGLTSLDRYKGRCYDLEAVAGEENQYIAYVAYPLDLFEEGSVTNLFTSIVGNVFGFKA
LRALRLEDLRIPPSYVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAV
YECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDE
MIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGM
HFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWV
SLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQ
ARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPEL

>tr|Q9GHH5|Q9GHH5_9CHLO Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa racemosa GN=rbcL PE=3 SV=1
GAGFKAGVKDYRLTYYTPDYKVLETGILAAFRMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTWTTV
WTDGLTSLDRYKGRCYDLEAVAGEENQYIAYVAYPLDLFEEGSVTNLFTSIVGNVFGFKA
LRALRLEDLRIPSSYVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAV
YECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGNCDE
MIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGM
HFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWV
SLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQ
ARNEGRSLAAEGNQIIRDTAKWSP

>tr|G3GJY6|G3GJY6_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa GN=rbcL PE=3 SV=1
RSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALY
KAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRD
NSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFV
DIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGT
LGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNERRSLAAESNQIIRDAA

>tr|Q9GHH6|Q9GHH6_9CHLO Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa racemosa f. macrophysa GN=rbcL PE=3 SV=1
GAGFKAGVKDYRLTYYTPDYKVLETDILAAFRMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTWTTV
WTDGLTSLDRYKGRCYDLEAVAGEENQYIAYVAYPLDLFEEGSVTNLFTSIVGNVFGFKA
LRALRLEDLRIPPSYVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAV
YECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDE
MIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGM
HFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWV
SLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQ
ARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSP

>tr|G3GJZ1|G3GJZ1_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa f. macrophysa GN=rbcL PE=3 SV=1
HGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFM
RWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTG
GFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVV
GKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVE
IFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWS

>tr|H9EHM0|H9EHM0_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa f. macrophysa GN=rbcL PE=3 SV=1
QGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNS
QPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHD
YLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHS
GTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMP
ALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDA
AK

>tr|A9ZLU7|A9ZLU7_9CHLO Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa racemosa f. occidentalis GN=rbcL PE=3 SV=1
GAGFKAGVKDYRLTYYTPDYKVLETDILAAFRMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTWTTV
WTDGLTSLDRYKGRCYDLEAVAGEENQYIAYVAYPLDLFEEGSVTNLFTSIVGNVFGFKA
LRALRLEDLRIPPSYVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAV
YECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDE
MIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGM
HFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWV
SLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQ
ARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPELAA

>tr|G3GJZ3|G3GJZ3_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa f. occidentalis GN=rbcL PE=3 SV=1
INKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFV
AEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLA
YFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREV
TLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQ
FGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWS

>tr|H9EHK7|H9EHK7_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa f. occidentalis GN=rbcL PE=3 SV=1

INKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFV
AEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLA
YFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREV
TLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQ
FGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAA

>tr|A9ZLU6|A9ZLU6_9CHLO Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa racemosa var. lamourouxii GN=rbcL PE=3 SV=1
GAGFKAGVKDYRLTYYTPDYKVLETDILAAFRMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTWTTV
WTDGLTSLDRYKGRCYDLEAVAGEENQYIAYVAYPLDLFEEGSVTNLFTSIVGNVFGFKA
LRALRLEDLRIPPSYVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAV
YECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDE
MIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGM
HFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWV
SLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQ
ARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPELAA

>tr|U3LZU7|U3LZU7_9CHLO Ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa racemosa var. lamourouxii GN=rbcL PE=3 SV=1
RWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTG
GFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVV
GKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVE
IFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS

>tr|H9EHL1|H9EHL1_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa var. corynephora GN=rbcL PE=3 SV=1
QGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNS
QPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHD
YLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHS
GTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMP
ALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEVCIQARNEGRSLAAEGNQ

>tr|G3GJY7|G3GJY7_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa var. corynephora GN=rbcL PE=3 SV=2
NKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVA
EALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAY
FCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVT
LGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQF
GGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAA

>tr|I7H444|I7H444_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa var. clavifera GN=rbcL PE=3 SV=1
IKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETG
EIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHI
HRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDF
IEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGN
APGAAANRIACEACIQARNEGRSLAA

>tr|F2RM65|F2RM65_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa cf. var. macra SD-2011 GN=rbcL PE=3 SV=1
YVAYPLDLFEEGSVTNLFTSIVGNVFGFKALRALRLEDLRIPPSYVKTFQGPPHGIQVER
DKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFL
FVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTS
LAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGER
EVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDAC
LQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQII

>tr|G3JX24|G3JX24_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa var. turbinata GN=rbcL PE=3 SV=1
HGIQVERDKNNMDRFLLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFM
RWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTG
GFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVV
GKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVE
IFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAADGNQII

>tr|Q70X27|Q70X27_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa racemosa var. mucronata GN=rbcL PE=3 SV=1
EDLRIPPSYVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRG
GLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQ
CAKELGMPIVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLA
KALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTI
PVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGR
S

>tr|Q29U56|Q29U56_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa prolifera GN=rbcL PE=3 SV=1
YYTPDYXVLETDILAAFRMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTWTTVWTDGLTSLDRYKGR
CYDLEAVAGEENQYIAYVAYPLDLFEEGSVTNLFTSIVGNVFGFKALRALRLEDLRIPPS
YVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDD
ENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGNCDEMIKRAQCAKELGMP
IVMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGG
DHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIH
VWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGIK

>tr|U3M057|U3M057_9CHLO Ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa cylindracea GN=rbcL PE=3 SV=1
RWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGNCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLTG
GFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVV
GKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVE
IFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS

>tr|U3M0K1|U3M0K1_9CHLO Ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa cylindracea GN=rbcL PE=3 SV=1
MRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGNCDEMIKRAQCAKELGMPIVMHDYLT
GGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTV
VGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALV
EIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS

>tr|A9ZLV1|A9ZLV1_9CHLO Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa taxifolia GN=rbcL PE=3 SV=1
GAGFKAGVKDYRLTYYTPDYKVLETDILAAFRMTPQPGVPPEEAGAAVAAESSTGTWTTV
WTDGLTSLDRYKGRCYDLEAVAGEENQYIAYVAYPLDLFEEGSVTNLFTSIVGNVFGFKA
LRALRLEDLRIPPSYVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAV
YECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDE
MIKRAQCAKELGMPIIMHDYLTGGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGM
HFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWV
SLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQ
ARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPELAA

>tr|W5RG33|W5RG33_9CHLO Ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (Fragment) OS=Caulerpa taxifolia GN=rbcL PE=3 SV=1
MRWRDRFLFVAEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGNCDEMIKRAQCAKELGMPIIMHDYLT
GGFTANTSLAYFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTV
VGKLEGEREVTLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALV
EIFGDDACLQFGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRS

>tr|T2BRU2|T2BRU2_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa taxifolia GN=rbcL PE=3 SV=1
NKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVA
EALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIIMHDYLTGGFTANTSLAY
FCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVT
LGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQF
GGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPE

>tr|H9EHL5|H9EHL5_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa taxifolia GN=rbcL PE=3 SV=1
LNKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFV
AEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIIMHDYLTGGFTANTSLA
YFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREV
TLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQ
FGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPELA

>tr|H9EHK8|H9EHK8_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa taxifolia GN=rbcL PE=3 SV=1
YGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFVAEA
LYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIIMHDYLTGGFTANTSLAYFC
RDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREVTLG
FVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQFGG
GTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAEGNQIIRDAAKWSPELAA

>tr|G3GJY9|G3GJY9_9CHLO Ribulose bisphosphate carboxylase large chain (Fragment) OS=Caulerpa taxifolia GN=rbcL PE=3 SV=1
INKYGRSLLGCTIKPKLGLSAKNYGRAVYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFV
AEALYKAQAETGEIKGHYLNATAGHCDEMIKRAQCAKELGMPIIMHDYLTGGFTANTSLA
YFCRDNSLLLHIHRAMHAVIDRQKIHGMHFRVLAKALRLSGGDHLHSGTVVGKLEGEREV
TLGFVDIMRDDFIEKDRSRGVYFTQDWVSLPGTIPVASGGIHVWHMPALVEIFGDDACLQ
FGGGTLGHPWGNAPGAAANRIACEACIQARNEGRSLAAERHQIIHDAAKWS

**EK-2: Tahıl Türlerine ait Rubisc/o (ls) Sekansları FASTA formatı**

>sp|P0C512|RBL_ORYSJ Ribulose bisphosphate carboxylase large chain OS=Oryza sativa subsp. japonica GN=rbcL PE=1 SV=1
MSPQTETKASVGFKAGVKDYKLTYYTPEYETKDTDILAAFRVTPQPGVPPEEAGAAVAAE
SSTGTWTTVWTDGLTSLDRYKGRCYHIEPVVGEDNQYIAYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI
VGNVFGFKALRALRLEDLRIPPTYSKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRPLLGCTIKPKLGL
SAKNYGRACYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFVFCAEAIYKSQAETGEIKGHYL
NATAGTCEEMIKRAVFARELGVPIVMHDYLTGGFTANTSLAHYCRDNGLLLHIHRAMHAV
IDRQKNHGMHFRVLAKALRMSGGDHIHAGTVVGKLEGEREMTLGFVDLLRDDFIEKDRAR
GIFFTQDWVSMPGVIPVASGGIHVWHMPALTEIFGDDSVLQFGGGTLGHPWGNAPGAAAN
RVALEACVQARNEGRDLAREGNEIIRSACKWSPELAAACEIWKAIKFEFEPVDKLDS

>sp|P05698|RBL_HORVU Ribulose bisphosphate carboxylase large chain OS=Hordeum vulgare GN=rbcL PE=3 SV=2
MSPQTETKAGVGFQAGVKDYKLTYYTPEYETKDTDILAAFRVSPQPGVPPEEAGAAVAAE
SSTGTWTTVWTDGLTSLDRYKGRCYHIEPVAGEDSQWICYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI
VGNVFGFKALRALRLEDLRIPPTYSKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRPLLGCTIKPKLGL
SAKNYGRACYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFVFCAEAIYKSQAETGEIKGHYL
NATAGTCEEMIKRAVFARELGVPIVMHDYLTGGFTANTTLAHYCRDNGLLLHIHRAMHAV
IDRQKNHGMHFRVLAKALRMSGGDHIHSGTVVGKLEGEREMTLGFVDLLRDDFIEKDRAR
GIFFTQDWVSMPGVIPVASGGIHVWHMPALTEIFGDDSVLQFGGGTLGHPWGNAPGAAAN
RVALEACVQARNEGRDLAREGNEIIRAACKWSPELAAACEVWKAIKFEFEPVDTIDKKV

>sp|P11383|RBL_WHEAT Ribulose bisphosphate carboxylase large chain OS=Triticum aestivum GN=rbcL PE=1 SV=2
MSPQTETKAGVGFKAGVKDYKLTYYTPEYETKDTDILAAFRVSPQPGVPPEEAGAAVAAE
SSTGTWTTVWTDGLTSLDRYKGRCYHIEPVAGEDSQWICYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI
VGNVFGFKALRALRLEDLRIPPTYSKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRPLLGCTIKPKLGL
SAKNYGRACYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFVFCAEAIYKSQAETGEIKGHYL
NATAGTCEEMIKRAVFARELGVPIVMHDYLTGGFTANTTLAHYCRDNGLLLHIHRAMHAV
IDRQKNHGMHFRVLAKALRMSGGDHIHSGTVVGKLEGEREMTLGFVDLLRDDFIEKDRAR
GIFFTQDWVSMPGVIPVASGGIHVWHMPALTEIFGDDSVLQFGGGTLGHPWGNAPGAAAN
RVALEACVQARNEGRDLAREGNEIIRAACKWSPELAAACEVWKAIKFEFEPVDTIDK

>sp|P48684|RBL_AVESA Ribulose bisphosphate carboxylase large chain OS=Avena sativa GN=rbcL PE=3 SV=1
MSPQTETKASVGFQAGVKDYKLTYYTPEYETKDTDILAAFRVTPQPGVPPEEAGAAVAAE
SSTGTWTTVWTDGLTSLDRYKGRCYHIEPVAGEDNQWICYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI
VGNVFGFKALRALRLEDLRIPPAYTKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRPLLGCTIKPKLGL
SAKNYGRACYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFVFCAEAIYKAQAETGEIKGHYL
NATAGTCEEMIKRAVFARELGVPIVMHDYITGGFTANTSLAHYCRDNGLLLHIHRAMHAV
IDRQKNHGMHFRVLAKALRMSGGDHIHSGTVVGKLEGEREMTLGFVDLLRDDFIEKDRAR
GIFFTQDWVSMPGVIPVASGGIHVWHMPALTEIFGDDSVLQFGGGTLGHPWGNAPGAAAN
RVALEACVQARNEGRDLAREGNEIIREACKWSPELAAACEVWKAIKFEFEPVDTIDE

>sp|A1E9T2|RBL_SORBI Ribulose bisphosphate carboxylase large chain OS=Sorghum bicolor GN=rbcL PE=3 SV=1
MSPQTETKASVGFKAGVKDYKLTYYTPEYETKDTDILAAFRVTPQLGVPPEEAGAAVAAE
SSTGTWTTVWTDGLTSLDRYKGRCYHIEPVPGDPDQYICYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI
VGNVFGFKALRALRLEDLRIPPAYVKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRPLLGCTIKPKLGL
SAKNYGRACYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFVFCAEAIYKAQAETGEIKGHYL
NATAGTCEEMIKRAVFAKELGVPIVMHDYLTGGFTANTTLSHYCRDNGLLLHIHRAMHAV
IDRQKNHGMHFRVLAKALRMSGGDHIHSGTVVGKLEGEREITLGFVDLLRDDFIEKDRSR
GIFFTQDWVSMPGVIPVASGGIHVWHMPALTEIFGDDSVLQFGGGTLGHPWGNAPGAAAN
RVALEACVQARNEGRDLAREGNEIIKAACKWSAELAAACEIWKEIKFDTFKAMDTL

>sp|P00874|RBL_MAIZE Ribulose bisphosphate carboxylase large chain OS=Zea mayss GN=rbcL PE=3 SV=2
MSPQTETKASVGFKAGVKDYKLTYYTPEYETKDTDILAAFRVTPQLGVPPEEAGAAVAAE
SSTGTWTTVWTDGLTSLDRYKGRCYHIEPVPGDPDQYICYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSI
VGNVFGFKALRALRLEDLRIPPAYSKTFQGPPHGIQVERDKLNKYGRPLLGCTIKPKLGL
SAKNYGRACYECLRGGLDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFVFCAEAIYKAQAETGEIKGHYL
NATAGTCEEMIKRAVFARELGVPIVMHDYLTGGFTANTTLSHYCRDNGLLLHIHRAMHAV
IDRQKNHGMHFRVLAKALRMSGGDHIHSGTVVGKLEGEREITLGFVDLLRDDFIEKDRSR
GIFFTQDWVSMPGVIPVASGGIHVWHMPALTEIFGDDSVLQFGGGTLGHPWGNAPGAAAN
RVALEACVQARNEGRDLAREGNEIIKAACKWSAELAAACEIWKEIKFDGFKAMDTI

## EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| Sek A | UniProt Kodu | N | Sek B | UniProt Kodu | N | Skor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 99.34 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 95.05 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 94.67 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 95.68 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 94.16 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 95.14 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 97.29 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 98.92 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 98.87 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 94.88 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.67 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.67 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 93.49 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 92.88 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 92.49 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 93.81 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 100.0 |

## EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.55 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 99.1 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 99.29 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 99.66 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.65 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.05 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.78 |

## EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.66 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.32 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.98 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.28 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 98.59 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 99.1 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 99.33 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 99.34 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 99.1 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 98.97 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 98.96 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 99.1 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.32 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 99.64 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 99.62 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 99.42 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.27 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 99.34 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 98.81 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 100.0 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 98.87 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 98.63 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 97.97 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 97.59 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 99.55 |

## EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 96.82 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 98.19 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 99.62 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 97.88 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 96.82 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 95.05 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 96.11 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.11 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 98.94 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 98.67 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 98.94 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 98.94 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.94 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.23 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 99.66 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.65 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.05 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.77 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.32 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 98.64 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.29 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.28 |

## EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 99.33 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 99.66 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.65 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 98.31 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 97.67 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 94.67 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 96.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.67 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 98.97 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 98.31 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 97.95 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.28 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 98.97 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.65 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 98.34 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 95.68 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 96.69 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.67 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |

## EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 98.29 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 97.63 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 97.27 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 97.59 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 99.66 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.65 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.05 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.78 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.66 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.66 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.28 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 100.0 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 99.66 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 96.22 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 97.25 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 94.85 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 94.16 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 95.53 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.31 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |

## EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.31 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.31 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.63 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.63 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 99.65 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 97.22 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 98.26 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 95.83 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 95.14 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 96.53 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.31 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.31 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.31 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.61 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.61 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.05 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.78 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.66 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.66 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.28 |

## EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 100.0 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.55 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 99.64 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 99.62 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 99.66 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 96.59 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 97.29 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 98.64 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.11 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.32 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 98.67 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 95.55 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 94.92 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 94.54 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 95.19 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.83 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 98.92 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.64 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.64 |

## EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.64 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.64 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.92 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.64 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 100.0 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 98.87 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.62 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 98.55 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.71 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 96.58 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 95.93 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 95.56 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 96.22 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 94.88 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 95.9 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 97.27 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 94.18 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 93.86 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 93.86 |

## EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 93.81 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.67 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.67 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 93.49 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 92.88 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 92.49 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 93.81 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 100.0 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 98.81 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 94.86 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 94.24 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 93.86 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 94.85 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 100.0 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.11 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.55 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.11 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.11 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.11 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.11 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.11 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.11 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.11 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.11 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.11 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 100.0 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 100.0 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 100.0 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.63 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.56 |

**EK-3 *Caulerpa* Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.56 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.56 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.56 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 100.0 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.32 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.63 |
| 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.66 |
| 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.63 |
| 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 97.94 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mayss*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| Sek A | UniProt Kodu | N | Sek B | UniProt Kodu | N | Skor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 99.34 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 95.05 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 94.67 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 95.68 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 94.16 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 95.14 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 97.29 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 98.92 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 98.87 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 94.88 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.67 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.67 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 93.49 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 92.88 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 92.49 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 93.81 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 88.04 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 88.04 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 88.04 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 88.37 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 89.04 |
| 1 | tr\|Q70X21\|Q70X21_9CHLO | 301 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 88.37 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 100.0 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.55 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 85.71 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 85.71 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 85.71 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 86.16 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.61 |
| 2 | tr\|U3M0J8\|U3M0J8_9CHLO | 224 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.16 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 99.1 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 99.29 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 100.0 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 99.66 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.65 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.05 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.78 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.66 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.32 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.98 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.28 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.67 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 87.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.22 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.44 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 87.0 |
| 3 | tr\|W8E959\|W8E959_9CHLO | 446 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.55 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 98.59 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 99.1 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 99.33 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 99.34 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 99.1 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 98.97 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 98.96 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 99.1 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.32 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 99.64 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 99.62 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 99.42 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.27 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 99.34 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 98.81 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 100.0 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 98.87 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 98.63 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 97.97 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 97.59 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 86.94 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 86.26 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 86.49 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 86.71 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.26 |
| 4 | tr\|Q9GHH5\|Q9GHH5_9CHLO | 444 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 85.81 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 99.29 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 96.82 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 98.19 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 99.62 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 97.88 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 96.82 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 95.05 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 96.11 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.11 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 98.94 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 98.67 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 98.94 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 98.94 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.94 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.23 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 85.87 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 85.87 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 85.87 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 86.22 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.22 |
| 5 | tr\|G3GJY6\|G3GJY6_9CHLO | 283 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 85.87 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 99.66 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.65 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.05 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.77 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.32 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 98.64 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.29 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.28 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.61 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 86.94 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.16 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.39 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.94 |
| 6 | tr\|Q9GHH6\|Q9GHH6_9CHLO | 444 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.49 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 99.33 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 99.66 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.65 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 98.31 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 97.67 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 94.67 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 96.0 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.67 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 98.97 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 98.31 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 97.95 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.28 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.33 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 87.33 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.33 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.67 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 87.67 |
| 7 | tr\|G3GJZ1\|G3GJZ1_9CHLO | 300 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 87.33 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 98.97 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.65 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 98.34 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 95.68 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 96.69 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.67 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 98.29 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 97.63 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 97.27 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 97.59 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.42 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 87.42 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.42 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.75 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 87.75 |
| 8 | tr\|H9EHM0\|H9EHM0_9CHLO | 302 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 87.42 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 99.66 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 99.65 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.05 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.78 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.66 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.66 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.28 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.72 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 87.05 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.28 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.5 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 87.05 |
| 9 | tr\|A9ZLU7\|A9ZLU7_9CHLO | 448 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.61 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 100.0 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 99.66 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 96.22 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 97.25 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 94.85 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 94.16 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 95.53 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.31 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.31 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.31 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.63 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.63 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 86.6 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 86.6 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 86.6 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 86.94 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.94 |
| 10 | tr\|G3GJZ3\|G3GJZ3_9CHLO | 291 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.6 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 99.65 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 97.22 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 98.26 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 95.83 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 95.14 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 96.53 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.31 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.31 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.31 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.61 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.61 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 86.46 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 86.46 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 86.46 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 86.81 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.81 |
| 11 | tr\|H9EHK7\|H9EHK7_9CHLO | 288 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.46 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.05 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.78 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.66 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.66 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.66 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.28 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.72 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 87.05 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.28 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.5 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 87.05 |
| 12 | tr\|A9ZLU6\|A9ZLU6_9CHLO | 448 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.61 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 100.0 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 100.0 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.55 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 85.71 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 85.71 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 85.71 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların CLUSTALW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 86.16 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.61 |
| 13 | tr\|U3LZU7\|U3LZU7_9CHLO | 224 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.16 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 99.64 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 99.62 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 99.66 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 96.59 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 97.29 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 98.64 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.11 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.32 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 98.67 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 95.55 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 94.92 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 94.54 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 95.19 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.46 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 87.46 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.46 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.8 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 88.14 |
| 14 | tr\|H9EHL1\|H9EHL1_9CHLO | 295 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 87.8 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 100.0 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.83 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 98.92 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.64 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.64 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.64 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.64 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 98.92 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların ClustalW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.64 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.36 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 87.36 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.36 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.73 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 88.09 |
| 15 | tr\|G3GJY7\|G3GJY7_9CHLO | 277 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 87.73 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 100.0 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 100.0 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 98.87 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.62 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.22 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 87.22 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.22 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.59 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 87.97 |
| 16 | tr\|I7H444\|I7H444_9CHLO | 266 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 87.59 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 97.61 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 100.0 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 98.55 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.71 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 96.58 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 95.93 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 95.56 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların ClustalW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 96.22 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 88.73 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 88.73 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 88.73 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 89.02 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 89.6 |
| 17 | tr\|F2RM65\|F2RM65_9CHLO | 346 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 89.02 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 94.88 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 95.9 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 97.27 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 94.18 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 93.86 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 93.86 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 93.81 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 85.67 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 85.67 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 85.67 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 86.01 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.35 |
| 18 | tr\|G3JX24\|G3JX24_9CHLO | 293 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.01 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 99.67 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 99.55 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.67 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.11 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 93.49 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 92.88 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 92.49 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 93.81 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 88.04 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 88.04 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 88.04 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların ClustalW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 88.37 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 89.04 |
| 19 | tr\|Q70X27\|Q70X27_9CHLO | 301 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 88.37 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 100.0 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 100.0 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 98.81 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 94.86 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 94.24 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 93.86 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 94.85 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.86 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 87.14 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.14 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.86 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 87.62 |
| 20 | tr\|Q29U56\|Q29U56_9CHLO | 420 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 87.14 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 100.0 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.11 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.55 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.11 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.11 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.11 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.11 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 85.71 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 85.71 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 85.71 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 86.16 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.61 |
| 21 | tr\|U3M057\|U3M057_9CHLO | 224 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.16 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 99.11 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.11 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.11 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.11 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların ClustalW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.11 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 85.78 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 85.78 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 85.78 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 86.22 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.67 |
| 22 | tr\|U3M0K1\|U3M0K1_9CHLO | 225 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.22 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 99.56 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 100.0 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 100.0 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 100.0 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.63 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 87.5 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 86.83 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 87.05 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.28 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.83 |
| 23 | tr\|A9ZLV1\|A9ZLV1_9CHLO | 448 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.38 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 99.56 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 99.56 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.56 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 99.56 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 85.33 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 85.33 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 85.33 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 85.78 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.22 |
| 24 | tr\|W5RG33\|W5RG33_9CHLO | 225 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 85.78 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 100.0 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.32 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.63 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 86.64 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 86.64 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 86.64 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 86.99 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların ClustalW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.64 |
| 25 | tr\|T2BRU2\|T2BRU2_9CHLO | 292 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.3 |
| 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 99.66 |
| 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 98.63 |
| 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 86.78 |
| 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 86.78 |
| 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 86.78 |
| 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.12 |
| 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.78 |
| 26 | tr\|H9EHL5\|H9EHL5_9CHLO | 295 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.44 |
| 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 97.94 |
| 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 86.69 |
| 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 86.69 |
| 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 86.69 |
| 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 87.03 |
| 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 86.69 |
| 27 | tr\|H9EHK8\|H9EHK8_9CHLO | 293 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 86.35 |
| 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 85.22 |
| 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 85.22 |
| 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 85.22 |
| 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 85.57 |
| 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 85.91 |
| 28 | tr\|G3GJY9\|G3GJY9_9CHLO | 291 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 85.57 |
| 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 97.06 |
| 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 97.27 |
| 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 97.06 |
| 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 94.12 |
| 29 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 94.54 |
| 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 99.79 |
| 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 97.9 |
| 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 93.91 |
| 30 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 94.33 |
| 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 97.69 |
| 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 94.12 |
| 31 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 94.54 |

**EK-4 *Caulerpa* Türleri ve Tahıl (*Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Avena sativa, Oryza sativa, Sorghum bicolor, Zea mays*) Türlerine Ait Rubisc/o'ların ClustalW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 94.12 |
| 32 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 94.33 |
| 33 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 34 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 99.16 |

## EK-5 Tahıl Türlerine Ait Rubisc/O'ların ClustalW2.0 ile Çoklu Sekans Analizi Skorları

| Sek A | UniProt Kodu | N | Sek B | UniProt Kodu | N | Skor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 2 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 97.06 |
| 1 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 3 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 97.27 |
| 1 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 4 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 97.06 |
| 1 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 5 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 94.12 |
| 1 | sp\|P0C512\|RBL_ORYSJ | 477 | 6 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 94.54 |
| 2 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 3 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 99.79 |
| 2 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 4 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 97.9 |
| 2 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 5 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 93.91 |
| 2 | sp\|P05698\|RBL_HORVU | 479 | 6 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 94.33 |
| 3 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 4 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 97.69 |
| 3 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 5 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 94.12 |
| 3 | sp\|P11383\|RBL_WHEAT | 477 | 6 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 94.54 |
| 4 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 5 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 94.12 |
| 4 | sp\|P48684\|RBL_AVESA | 477 | 6 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 94.33 |
| 5 | sp\|A1E9T2\|RBL_SORBI | 476 | 6 | sp\|P00874\|RBL_MAIZE | 476 | 99.16 |