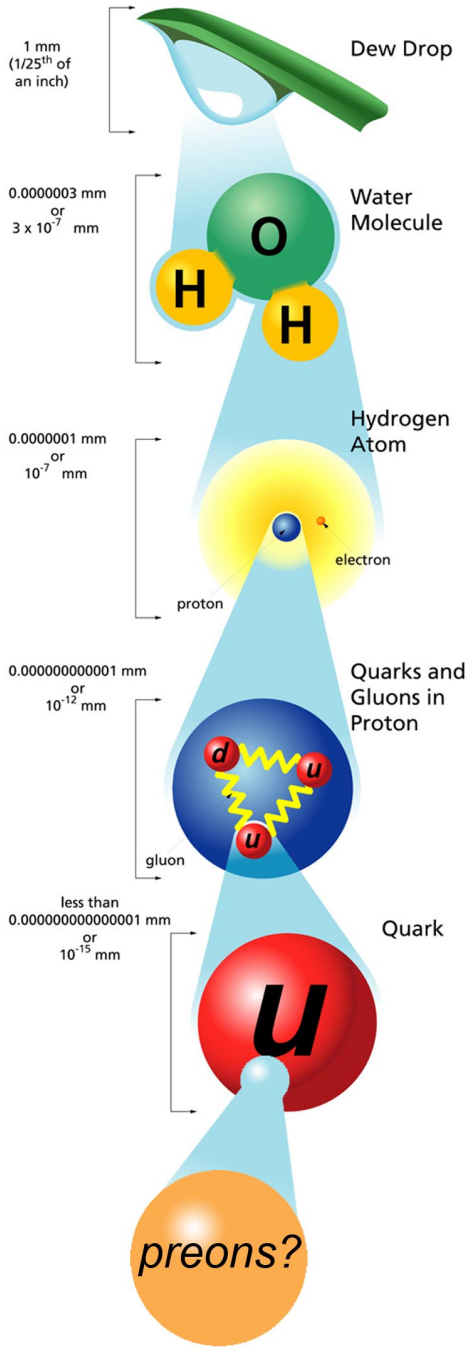
TOBB ETÜ

Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

SppC'ye Dayalı Lepton-Proton Çarpıştırıcıları

Bora Ketenoğlu

Ankara Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümü



Çin'in iki aşamalı dairesel çarpıştırıcı projesi:

- İlk aşama: Circular Electron Positron Collider (CEPC)
  (Higgs Factory, Higgs fiziği araştırmaları için)

- İkinci aşama: Super proton-proton Collider (SppC)
  (SM ötesi yeni fizik araştırmaları için)

Super proton-proton Collider (SppC)

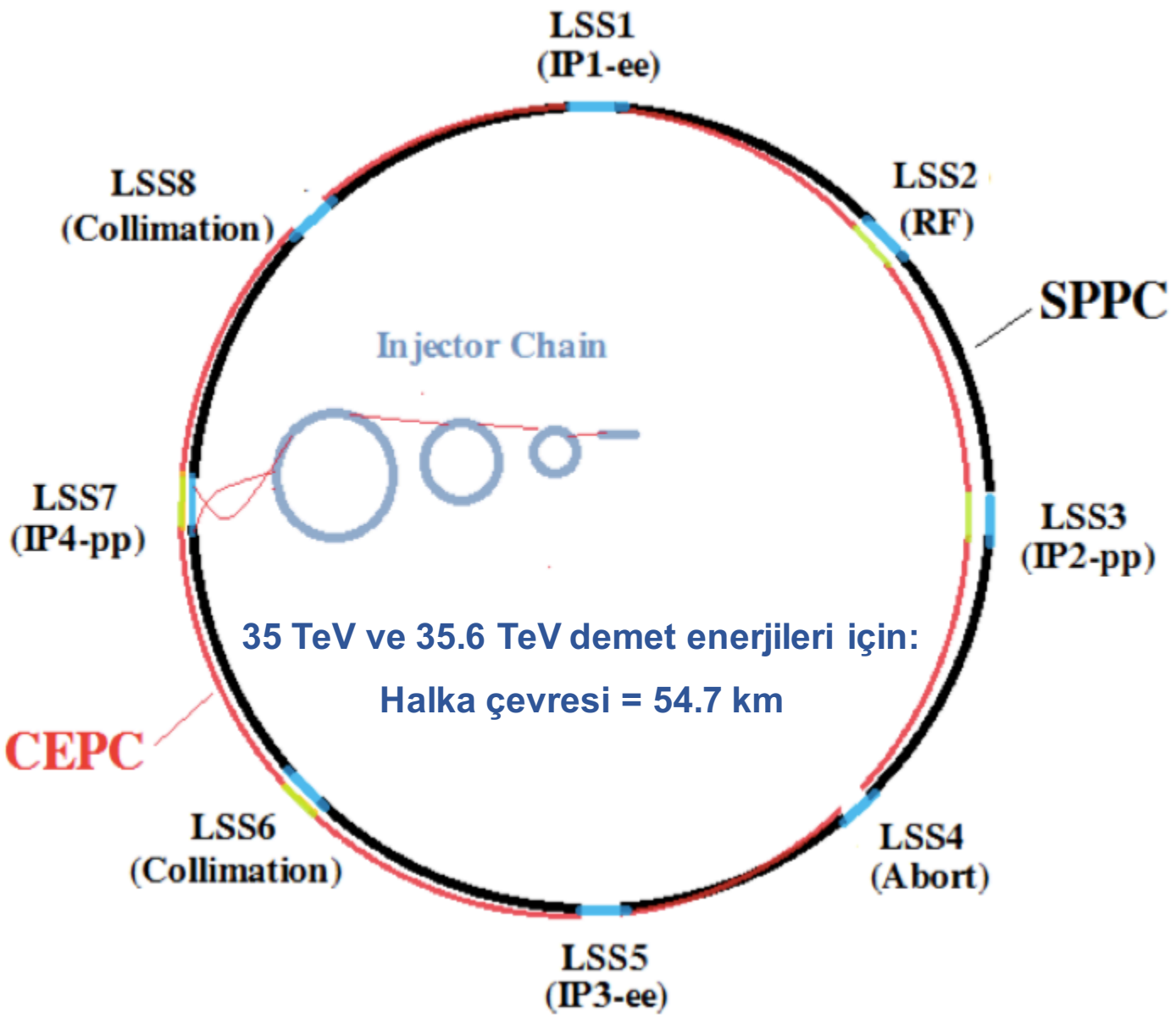
- 35 TeV, 35.6 TeV, 50 TeV ve 68 TeV demet enerjisi opsiyonları

  Çevre = 54.7 km

  50 TeV için Çevre = 78 km ve 100 km seçenekleri,
  68 TeV için Çevre = 100 km

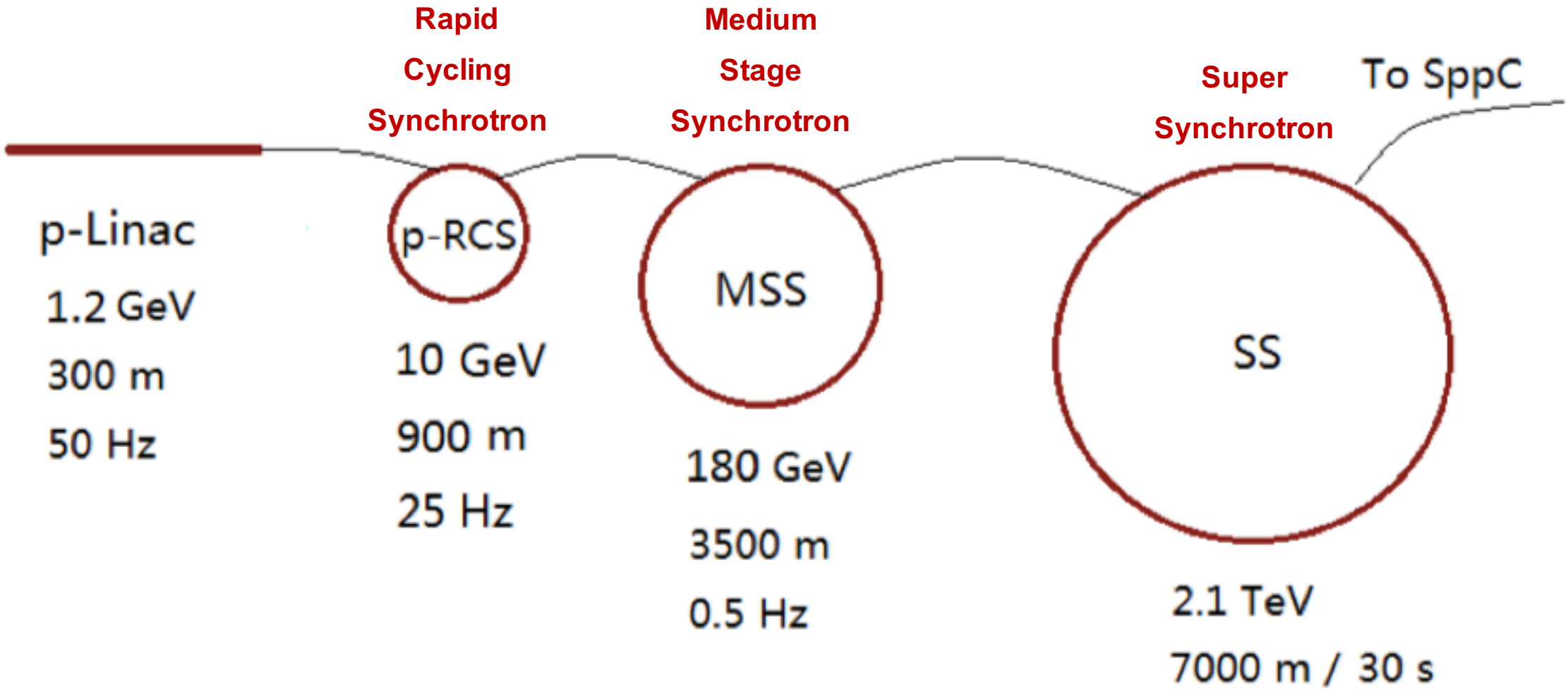
- Pik ışınlık: 1.1×10^{35} $cm^{-2}s^{-1}$ – 1.02×10^{36} $cm^{-2}s^{-1}$ arası

2 IP ve 10 yıl çalışma durumunda:
30 ab^{-1} (30×10^{42} cm^{-2}) toplam ışınlık



- Daha önce inşa edilmesi planlanan CEPC ile aynı tünelde uyumluluk
- 8 adet ark (herbiri 5.9 km) ve uzun doğrusal kısımlar (LSS)
- 4 x 850m uzunluklu LSS
  +
  4 x 1038.4m uzunluklu LSS
- Farklı işletim modları: elektron-proton, proton-iyon ve elektron-iyon.

SppC İçin Enjektör Zinciri



Nereye Kurulması Planlanıyor?

- Nereye kurulacağı henüz belirlenmiş değil, halen değerlendirme aşamasında.
- İlk aşamada düşünülmüş olan: Beijing'in 300 km kuzey doğusu.
- Yeni bir ihtimal: Hong Kong yakınlarında. (Yerel hükümet tarafından davet edilmiş durumda)

CEPC ve SppC İçin Zaman Planlamaları

- **CEPC**
  - Pre-study, R&D and preparation work
    - Pre-study: 2013-15
      - **Pre-CDR for R&D funding request**
    - R&D: 2016-2020
    - Engineering Design: 2015-2020
  - Construction: 2021-2027
  - Data taking: 2028-2035

- **SppC**
  - Pre-study, R&D and preparation work
    - Pre-study: 2013-2020
    - R&D: 2020-2030
    - Engineering Design: 2030-2035
  - Construction: 2035-2042
  - Data taking: 2042 -

Hindawi
Advances in High Energy Physics
Volume 2017, Article ID 4021493, 6 pages
https://doi.org/10.1155/2017/4021493

Research Article

SppC Based Energy Frontier Lepton-Proton Colliders: Luminosity and Physics

Ali Can Canbay,[1,2] Umit Kaya,[1,2] Bora Ketenoglu,[3] Bilgehan Baris Oner,[1] and Saleh Sultansoy[1,4]

[1] *TOBB University of Economics and Technology, Ankara, Turkey*
[2] *Department of Physics, Ankara University, Ankara, Turkey*
[3] *Department of Engineering Physics, Ankara University, Ankara, Turkey*
[4] *ANAS Institute of Physics, Baku, Azerbaijan*

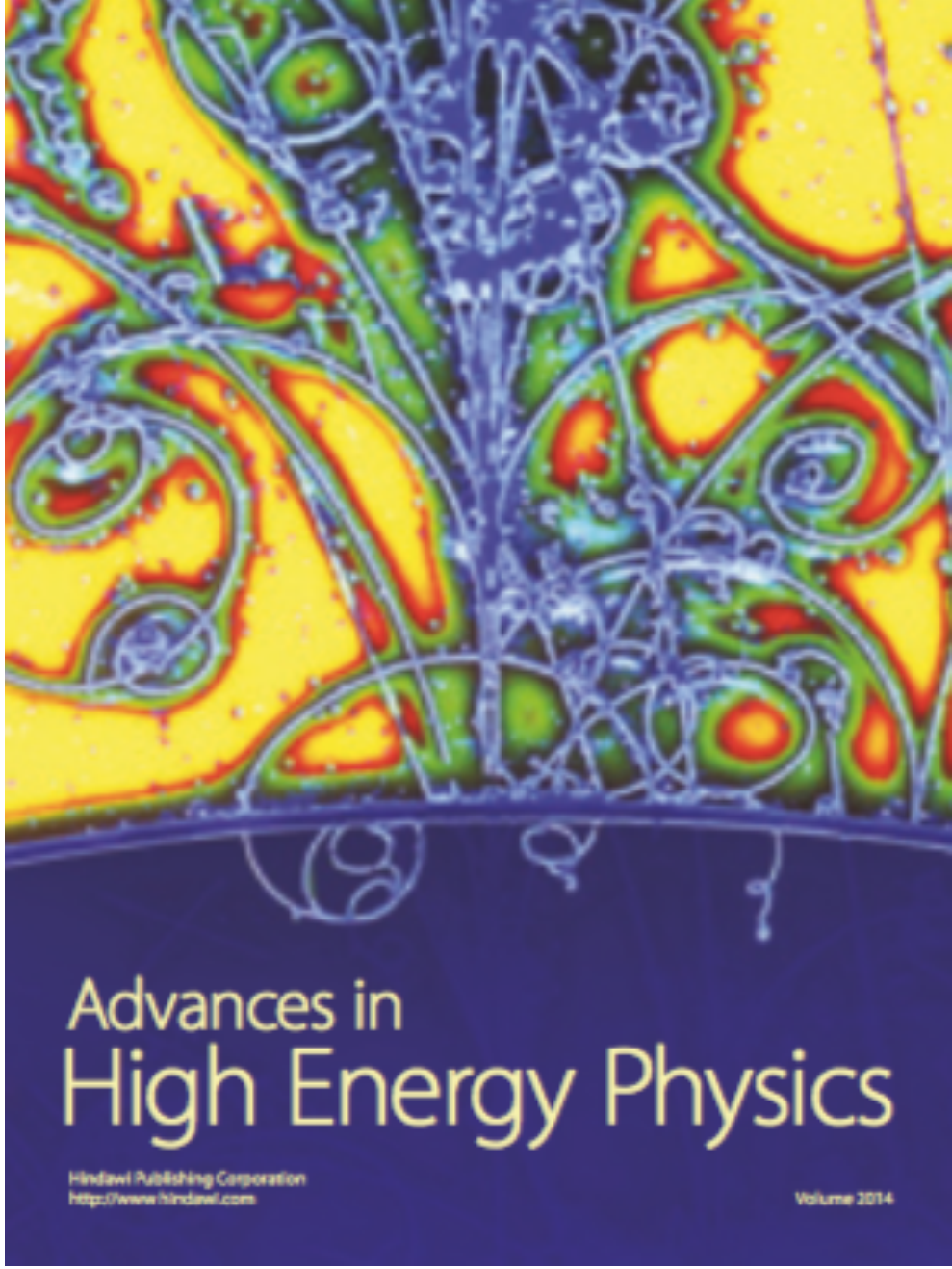
Correspondence should be addressed to Umit Kaya; umit.kaya@cern.ch

Received 14 April 2017; Accepted 15 June 2017; Published 1 August 2017

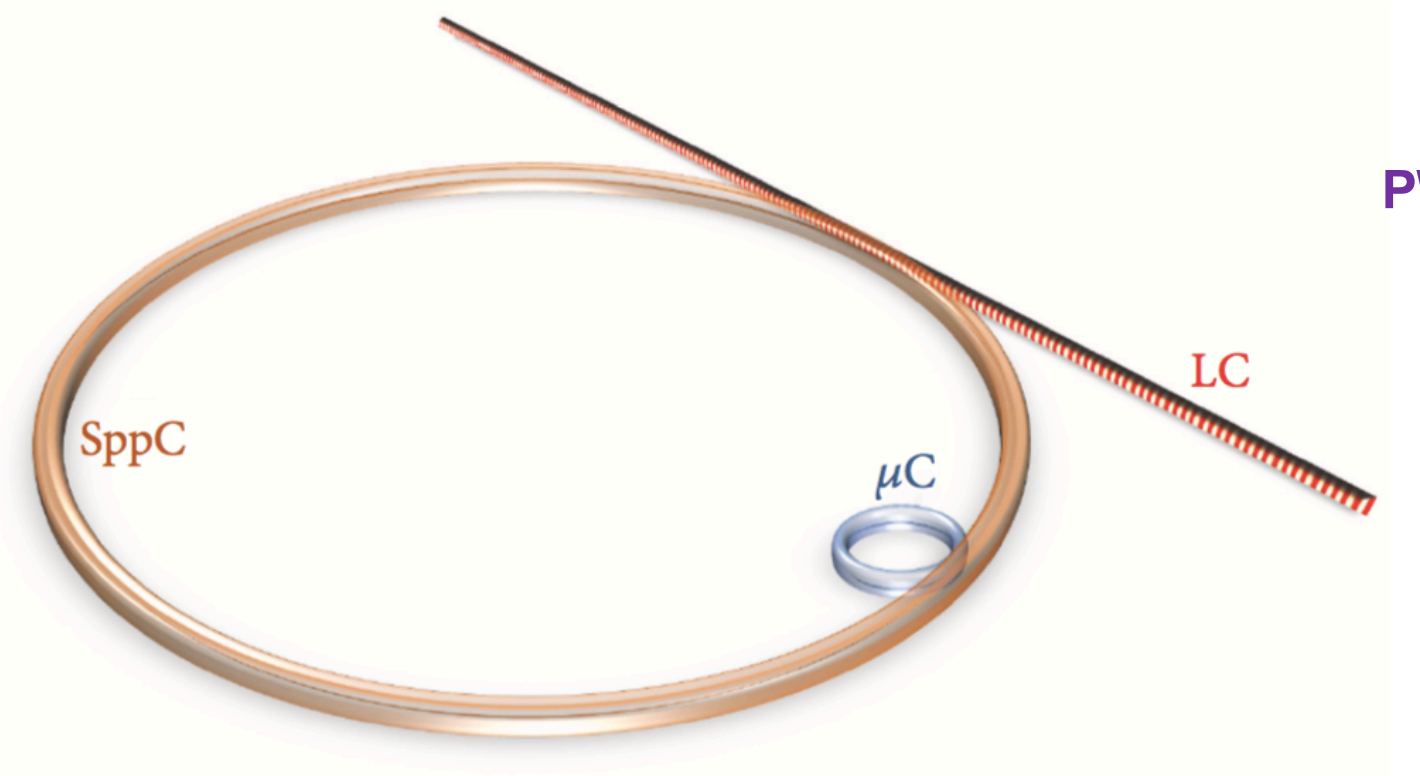
Academic Editor: Juan José Sanz-Cillero

Copyright © 2017 Ali Can Canbay et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. The publication of this article was funded by SCOAP[3].

Main parameters of Super proton-proton Collider (SppC) based lepton-proton colliders are estimated. For electron beam parameters, highest energy International Linear Collider (ILC) and Plasma Wake Field Accelerator-Linear Collider (PWFA-LC) options are taken into account. For muon beams, 1.5 TeV and 3 TeV center of mass energy muon collider parameters are used. In addition, ultimate μp collider which assumes construction of additional 50 TeV muon ring in the SppC tunnel is considered. It is shown that luminosity values exceeding 10^{32} cm^{-2} s^{-1} can be achieved with moderate upgrade of the SppC proton beam parameters. Physics search potential of proposed lepton-proton colliders is illustrated by considering small Björken x region as an example of SM physics and resonant production of color octet leptons as an example of BSM physics.



SppC'ye Dayalı Lepton-Proton Çarpıştırıcıları Önerimiz



- **Elektron demeti için:**

  ILC'nin ve

  PWFA-LC'nin en yüksek enerji seçenekleri

- **Müon demeti için:**

  Muon Collider'ın 0.75 TeV ve 1.5 TeV

  demet enerjili parametreleri

- **Ultimate μp Collider:**

  SppC tüneline 50 TeV'lik ek müon halkası

Lepton-Proton Çarpıştırıcısı Önerimizde Kullandığımız SppC Proton Demeti Parametreleri

Demet enerjisi (TeV)	35.6	68
Çevre (km)	54.7	100
Pik ışınlık ($cm^{-2}s^{-1}$)	$1.1x10^{35}$	$1.02x10^{36}$
Bir paketçikteki parçacık sayısı	$2x10^{11}$	$2x10^{11}$
Normalize emittans (μm)	4.1	3.05
IP'deki β fonksiyonu (m)	0.75	0.24
IP'deki demet ebatları (μm)	9	3.04
Demetteki paketçik sayıları	5835	10667
Paketçikler arası mesafe (ns)	25	25
Paketçik uzunluğu (mm)	75.5	15.8
Ayar kayması, ξ_{pp}	0.006	0.008

Lepton-Proton Çarpıştırıcısı Önerimizde Kullandığımız ILC ve PWFA-LC Elektron Demeti Parametreleri

	ILC	PWFA-LC
Demet enerjisi (GeV)	500	5000
Tekrarlama oranı (Hz)	4	5000
Pik ışınlık ($cm^{-2}s^{-1}$)	4.9×10^{34}	6.27×10^{34}
Bir paketçikteki parçacık sayısı	1.74×10^{10}	1×10^{10}
Normalize yatay emittans (μm)	10	10
Normalize düşey emittans (nm)	30	35
IP'deki yatay β fonksiyonu (mm)	11	11
IP'deki düşey β fonksiyonu (mm)	0.23	0.099
IP'deki yatay demet ebatları (nm)	335	106
IP'deki düşey demet ebatları (nm)	2.7	59.8
Demetteki paketçik sayıları	2450	1
Paketçikler arası mesafe (ns)	366	2×10^{5}
Paketçik uzunluğu (mm)	0.225	0.02

Lepton-Proton Çarpıştırıcısı Önerimizde Kullandığımız Müon Çarpıştırıcısı Parametreleri

Demet enerjisi (GeV)	750	1500
Çevre (km)	2.5	4.5
Ortalama ışınlık ($cm^{-2}s^{-1}$)	1.25×10^{34}	4.4×10^{34}
Bir paketçikteki parçacık sayısı	2×10^{12}	2×10^{12}
Normalize enine emittans (mm.rad)	0.025	0.025
IP'deki β fonksiyonu (cm)	1 (0.5 - 2)	0.5 (0.3 - 3)
IP'deki demet ebatları (μm)	6	3
Demetteki paketçik sayıları	1	1
Paketçikler arası mesafe (ns)	8300	15000
Paketçik uzunluğu (cm)	1	0.5
Tekrarlama oranı (Hz)	15	12

Lepton-Proton Çarpıştırıcısı Önerimizde Kullandığımız Ultimate Muon Parametreleri

Demet enerjisi (TeV)	50
Çevre (km)	100
Ortalama ışınlık ($cm^{-2}s^{-1}$)	$1x10^{36}$
Bir paketçikteki parçacık sayısı	$0.8x10^{12}$
Normalize enine emittans (mm.mrad)	8.7
IP'deki β fonksiyonu (mm)	2.5
IP'deki demet ebatları (μm)	0.21
Demetteki paketçik sayısı	1
Paketçikler arası mesafe (μs)	333
Paketçik uzunluğu (mm)	2.5
Tekrarlama oranı (Hz)	7.9

Elektron Demeti İçin Disruption (Bozma) Parametresi
ve
Proton ve Müon Demetleri İçin Tune Shift (Ayar Kayması)

$$D_{x_e} = \frac{2N_p r_e \sigma_{z_p}}{\gamma_e \sigma_{x_p}\left(\sigma_{x_p} + \sigma_{y_p}\right)} \qquad \xi_{x_p} = \frac{N_l r_p \beta_p^*}{2\pi\gamma_p \sigma_{x_l}\left(\sigma_{x_l} + \sigma_{y_l}\right)} \qquad \xi_{x_\mu} = \frac{N_p r_\mu \beta_\mu^*}{2\pi\gamma_\mu \sigma_{x_p}\left(\sigma_{x_p} + \sigma_{y_p}\right)}$$

$$D_{y_e} = \frac{2N_p r_e \sigma_{z_p}}{\gamma_e \sigma_{y_p}\left(\sigma_{y_p} + \sigma_{x_p}\right)} \qquad \xi_{y_p} = \frac{N_l r_p \beta_p^*}{2\pi\gamma_p \sigma_{y_l}\left(\sigma_{y_l} + \sigma_{x_l}\right)} \qquad \xi_{y_\mu} = \frac{N_p r_\mu \beta_\mu^*}{2\pi\gamma_\mu \sigma_{y_p}\left(\sigma_{y_p} + \sigma_{x_p}\right)}$$

ep çarpıştırıcıları için bozma parametresi, ayar kayması ve ışınlık hesaplamaları ALOHEP programı ile optimize edilmiştir.

LC⊗SppC'ye Dayalı ep Çarpıştırıcılarının Ana Parametreleri

E_e (TeV)	E_p (TeV)	$E_{c.m.}$ (TeV)	L_{ep} ($cm^{-2}s^{-1}$)	D_e	ξ_p ($x10^{-3}$)
0.5	35.6	8.44	3.35 (6.64) x 10^{30}	0.537	0.5
0.5	68	1.66	2.69 (5.33) x 10^{31}	0.902	0.7
5	35.6	26.68	0.98 (1.94) x 10^{30}	0.054	0.3
5	68	36.88	0.78 (1.56) x 10^{31}	0.090	0.4

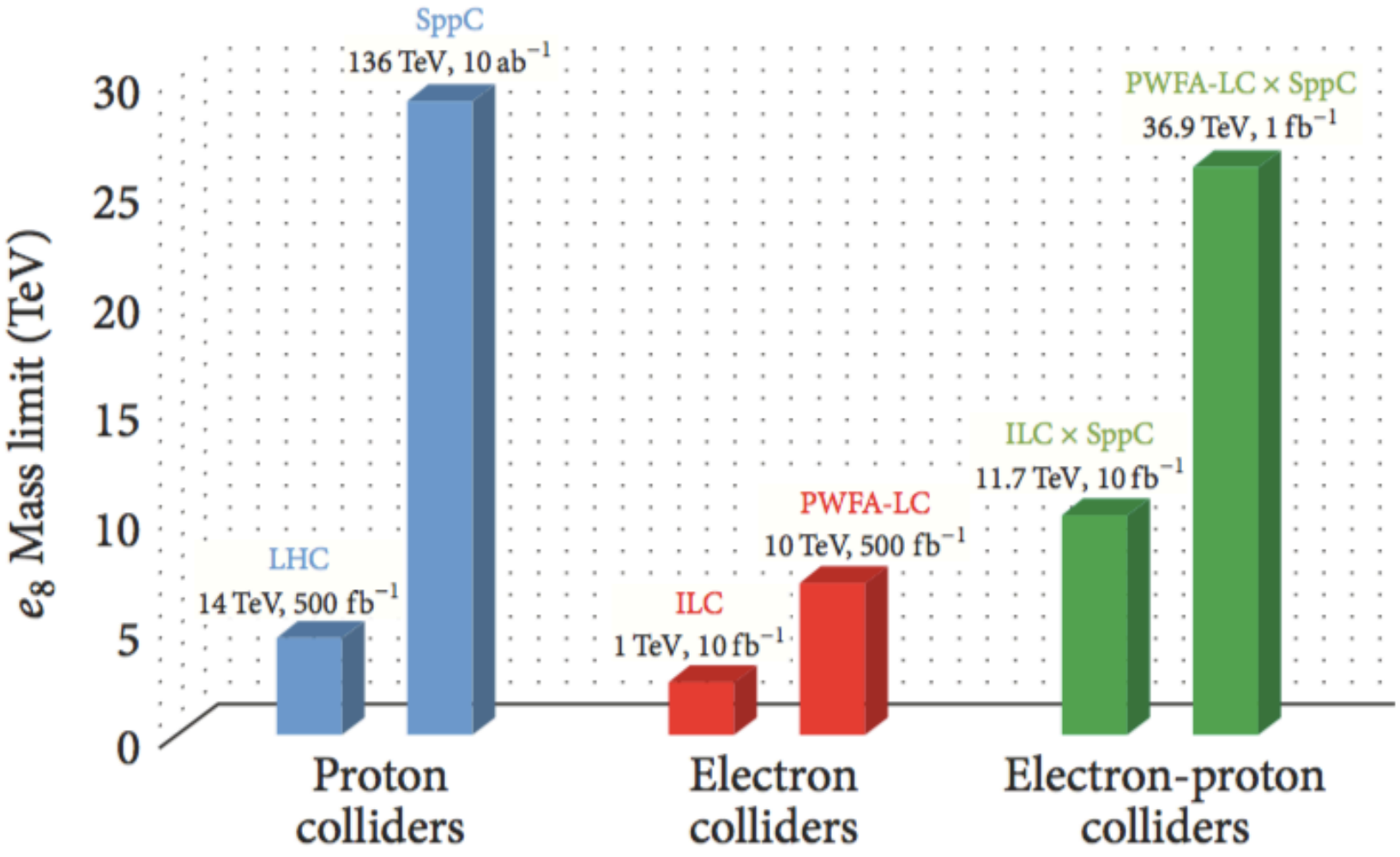
SppC'ye Dayalı μp Çarpıştırıcılarının Ana Parametreleri

E_μ (TeV)	E_p (TeV)	$E_{c.m.}$ (TeV)	$L_{\mu p}$ ($cm^{-2}s^{-1}$)	ξ_μ	ξ_p
0.75	35.6	10.33	5.5×10^{32}	8.7×10^{-3}	6×10^{-2}
0.75	68	14.28	12.5×10^{32}	8.7×10^{-3}	8×10^{-2}
1.5	35.6	14.61	4.9×10^{32}	8.7×10^{-3}	6×10^{-2}
1.5	68	20.20	42.8×10^{32}	8.7×10^{-3}	8×10^{-2}

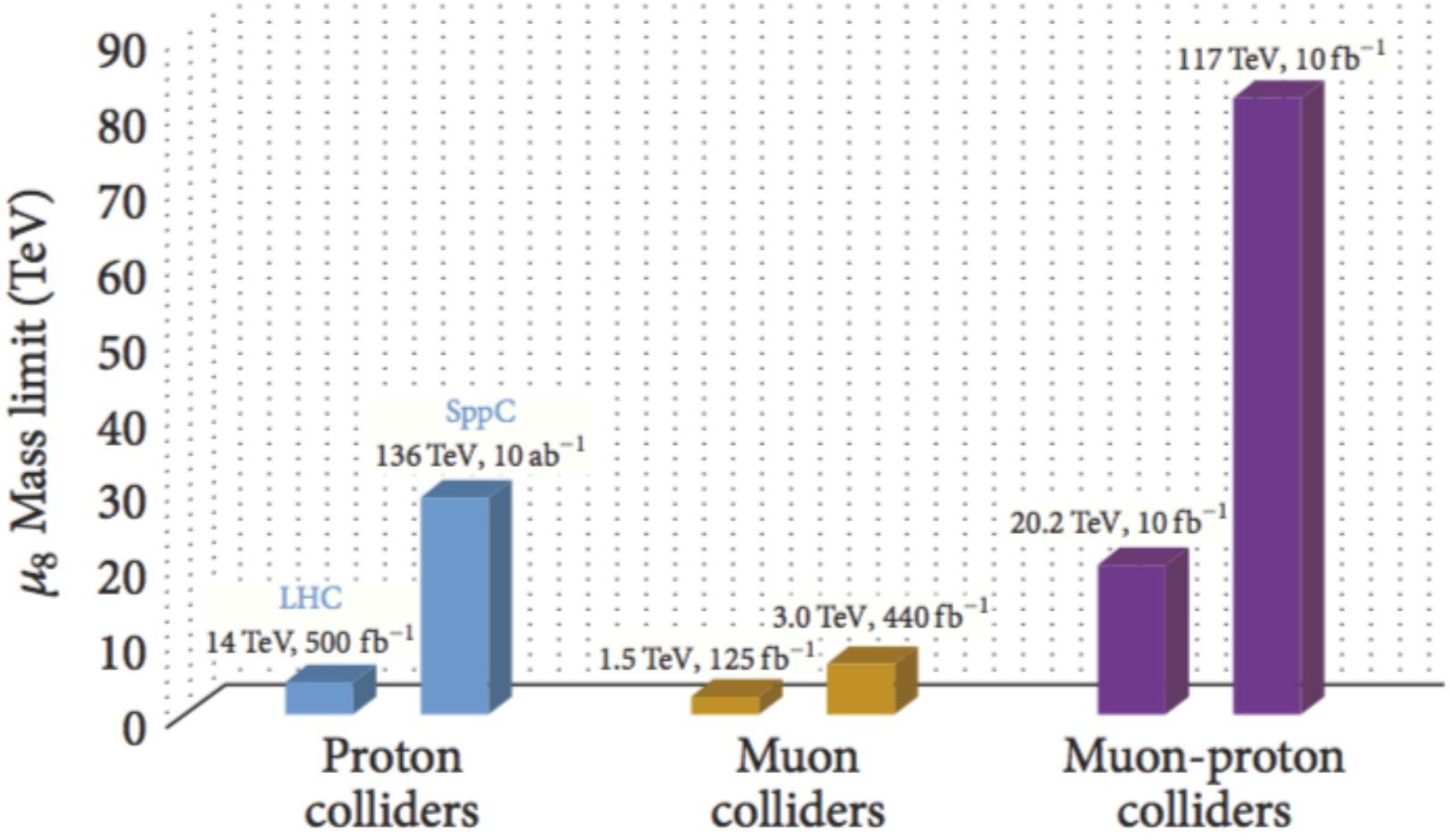
Ultimate SppC'ye Dayalı μp Çarpıştırıcısının Ana Parametreleri

E_μ (TeV)	E_p (TeV)	$E_{c.m.}$ (TeV)	$L_{\mu p}$ ($cm^{-2}s^{-1}$)	ξ_μ	ξ_p
50	68	116.6	1.2×10^{33}	2.6×10^{-2}	3.5×10^{-2}

Farklı pp, e^+e^- ve ep Çarpıştırıcılarında Renk Sekizlisi Elektron (e_8) için Kütle Keşif Limitleri



Farklı pp, $\mu^+\mu^-$ ve μp Çarpıştırıcılarında Renk Sekizlisi Müon (μ_8) için Kütle Keşif Limitleri



ÖZET ve SONUÇ

- Lineer e^-e^+ çarpıştırıcıların veya özel e-linak'ın SppC'ye teğet olarak kurulması, yüksek ışınlığa sahip multi-TeV kütle merkezi enerjili ep çarpıştırıcılarına imkan sağlar.
- $\mu^-\mu^+$ çarpıştırıcıların veya özel μ-halkasının SppC'ye teğet olarak kurulması, yüksek ışınlığa sahip multi-TeV kütle merkezi enerjili μp çarpıştırıcılarına imkan sağlar.
- Standart model açısından bu çarpıştırıcılar, QCD'nin temellerine (özellikle küçük x Björken kısmına) ışık tutacaktır.
- Standart model ötesi yeni fizik açısından bu çarpıştırıcıların kapasitesi, eş lepton çarpıştırıcılarınınkinin çok üzerindedir. Birçok BSM fenomeni için bu çarpıştırıcıların kapasitesi SppC'nin bile üzerindedir.
- SppC'de iyonların hızlandırılması eA ve μA çarpıştırıcılarının da kurulmasına imkan sağlayacaktır.
- LC⊗SppC temelinde γp ve γA çarpıştırıcıları kurulabilecektir.

Teşekkürler...