

UO‘K 004.032.2

SO‘ROVLARGA XIZMAT KO‘RSATISHDA VEB SERVERLARNING SAMARADORLIGINI ANIQLASH

Abdullayev Eldor Sa’dulla o‘g‘li — doktorant (PhD), ORCID: 0000-0002-8954-9731,
E-mail: eldorabdullayev0223@gmail.com

Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Veb saytlarning hozirgi kundagi barcha tarmoqlarda keng qo‘llanilishi ularga bo‘lgan so‘rovlarning tobora ortib borishiga sabab bo‘lmoqda. Bu esa yuqori so‘rovlar jarayonida ularga xizmat ko‘rsatish samaradorligini oshirish bilan bog‘liq ilmiy izlanishlarni tobora kengaytirmoqda. Ushbu jarayonda so‘rovlarga xizmat ko‘rsatishda veb serverlar asosiy o‘rin egallaydi. Ushbu maqolada turli veb serverlarda o‘rnatilgan masofaviy platformalarning so‘rovlarga javob berishi sinovdan o‘tkazilgan hamda klient va server orasidagi kechikish ko‘rsatkichlari, so‘rovlarni qabul qilish va rad etish ko‘rsatkichlari bo‘yicha tahlillar amalga oshirilgan. Shuningdek, lokal tarmoq orqali Apache va Nginx veb serverlarida odatiy va optimallashtirilgan sozlamalar ustida sinovlar o‘tkazilgan. Bunda, Apache va Nginx veb serverlarining optimallashtirilgan sozlamalari tizim serverining texnik imkoniyatlariga moslashtirilgan holda amalga oshirilgan. Olingan natijalarga ko‘ra Nginx veb serverining samaradorligi yuqoriroq ekanligi aniqlangan.*

***Kalit so‘zlar:** veb server, Apache, Nginx, ulanish kechikishi, takomillashtirilgan veb server sozlamasi, so‘rovlarning yuqori hajmi.*

УДК 004.032.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕБ-СЕРВЕРА ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ЗАПРОСОВ

Абдуллаев Элдор Саъдулла угли- докторант (PhD)

Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент, Узбекистан

***Аннотация.** Распространение вебсайтов в различных секторах привело к резкому увеличению спроса на их услуги. В результате произошло заметное расширение научных исследований с целью повышения эффективности обслуживания для удовлетворения растущих потребностей. Ключевую роль в этом процессе играют веб-серверы, которые отвечают за обработку этих запросов. В данной статье рассматривается отзывчивость удаленных платформ, размещенных на различных веб-серверах. Проводится анализ таких факторов, как задержка между взаимодействиями клиент-сервер, а также скорость принятия и отклонения запросов. Также проводятся тесты как на стандартных, так и на оптимизированных конфигурациях веб-серверов Apache и Nginx в локальной сетевой среде. В ходе этих оценок оптимизированные конфигурации Apache и Nginx адаптируются к конкретным техническим возможностям серверной системы. Полученные результаты показывают, что Nginx превосходит Apache по эффективности, подчеркивая его превосходство в удовлетворении растущих требований к веб-серверам.*

***Ключевые слова:** веб-сервер, Apache, Nginx, время задержки, настройки оптимизации веб-сервера, запросы с высоким трафиком.*

UDC 004.032.2

DETERMINE WEB SERVER EFFICIENCY IN SERVICING REQUESTS

Abdullayev, Eldor Sadulla ugli-Doctoral student (PhD)

Tashkent state transport university, Tashkent city, Uzbekistan

Abstract. *The ubiquity of websites across all sectors has led to a surge in demand for their services. Consequently, there's been a notable expansion in scientific inquiry to enhance service efficiency to meet the escalating needs. Central to this endeavor are web servers, which play a pivotal role in processing these requests. This article examines the responsiveness of remote platforms hosted on various web servers. It conducts analyses on factors such as latency between client-server interactions, as well as the rates of request acceptance and rejection. Furthermore, tests are conducted on both default and optimized configurations of Apache and Nginx web servers within a local network environment. In these evaluations, the optimized configurations of Apache and Nginx are tailored to the specific technical capabilities of the server system. The results indicate that Nginx outperforms Apache in terms of efficiency, highlighting its superiority in handling the increasing demands placed on web servers.*

Keywords: *web server, Apache, Nginx, latency time, optimization web server settings, high traffic of requests.*

Kirish

Hozirgi kunda veb saytlar barcha tarmoqlarga kirib bormoqda. Shu bilan birga masofadan xizmatlarni tashkil etish hozirgi kundagi asosiy ish jarayonlaridan biriga aylandi. Bu veb xizmatlarini ishga tushirishda oldindan foydalanuvchilar auditoriyasini hisoblash va ularning so'rovlar oqimiga mos server qurilmalarini tanlashni talab etadi [1, 11]. Chunki, masofadan http so'rovlarga xizmat ko'rsatishda server to'g'ridan-to'g'ri xizmat ko'rsatish vositasi hisoblanmaydi. Veb xizmatlari uchun server qurilmalariga veb server dasturiy ta'minotlari o'rnatiladi va veb serverlarga veb saytlar joylashtiriladi. Ish jarayonlarida esa veb serverlar so'rovlarga xizmat ko'rsatish vositasi hisoblanadi va serverning samaradorligini belgilab beradi [11]. Odatda veb serverlarning samarali yoki samarasiz ishlayotganligi, tizimga bo'lgan yuklamaning odatiy holatdan ortishi yoki juda yuqori bo'lgan holatlarida o'z natijasini ko'rsatadi. Bu esa yuklama yuqori bo'lgan vaqtlarda foydalanuvchilar so'rovlariga xizmat ko'rsatish vaqtlarining ortishiga yoki tizimning xizmat ko'rsatish qobiliyatini yo'qolishiga olib keladi. Bu tizim samaradorligiga jiddiy ta'sir etadi va ish jarayonlarida turli uzilishlarga sabab bo'ladi [7, 12].

Hozirgi kunda dunyo bo'ylab ko'plab veb serverlardan foydalaniladi. Hamda ular o'zlarining ishlash arxitekturasiga ko'ra bir-biridan farq qiladi [13]. Ushbu veb serverlar orasida hozirgi kunda eng keng foydalaniladiganlari apache va nginx hisoblanadi. Ushbu veb serverlar ishlash prinsiplariga ko'ra farqlanadi.

Apache so'rovlarga xizmat ko'rsatish jarayonida har bir so'rov uchun alohida jarayon yoki thread yaratadi va bu so'rovga xizmat ko'rsatishni amalga oshiradi [13, 14]. Bunda ushbu yaratilgan har bir jarayon yoki thread uchun xotiradan alohida joy talab etiladi.

Hozirgi kunda, tizimlardan foydalanishda xizmat ko'rsatish vaqtlari eng muhim omillardan biri hisoblanib, bu borada xorijiy va respublikamiz olimlari tomonidan izlanishlar olib borilmoqda. Jumladan, Putro, Z. P. va Supono, R. A. [11] olib borgan tadqiqotlarga qaraydigan bo'lsak, xizmat ko'rsatish sifatini yaxshilash uchun load balancing texnologiyasi asosida tadqiqotlar olib borilganligini ko'rishimiz mumkin. Bunda tadqiqotchilar Apache va Nginx veb serverlari bilan turli xil test urinishlarini o'tkazganlar. Test natijalari veb serverlarning so'rovlarga xizmat ko'rsatish vaqti, xatoliklarga uchrashlar va so'rovlarni qabul qilish ko'rsatkichi, foydalanuvchi va server bog'lanish

vaqtlari ko'rsatkichlari bo'yicha olib borilgan. Tadqiqot yakunida bir necha ko'rsatkichlar bo'yicha Apache veb serverining ustunlik jihatlari, qolgan bir necha faktorlar bo'yicha esa Nginx veb serverining afzalliklari aniqlangan.

Shuningdek, load balancing metodlari bilan bog'liq tadqiqot ishlari boshqa [4] tadqiqotlarda ham amalga oshirilgan. Ushbu ishning yuqorida keltirib o'tilgan [11] ishlardan farqli jihati shundaki, bu tadqiqotda Nginx veb serverida turli load balancing metodlarining tizimga so'rovlarni qabul qilish hajmiga bog'liqligi o'rganilgan.

Boshqa bir tadqiqot ishida [15] esa, veb dasturlar tizimining ishlash jarayoni tadqiq etilgan bo'lib, unda tizim ish jarayonlarini optimallashtirish uchun veb dastur tarkibiy qismini optimallashtirish, server ish faoliyatini optimallashtirish, ma'lumotlarni saqlash samaradorligini optimallashtirish amalga oshirilgan. Buning natijasida so'rovlarning katta yuklamasi vaqtidagi tizim so'rovlarga xizmat ko'rsatish vaqti va yuklanish darajalari tahlil qilingan.

Boshqa olimlar [16] tomonidan olib borilgan tadqiqot ishida veb serverlarning so'rovlarga xizmat ko'rsatish vaqtlari, xotira sarfi, CPU yuklanish ko'rsatkichlari hamda turli foydalanuvchilar soniga nisbatan veb sahifalar hajmlari bo'yicha o'rganishlar amalga oshirilgan. Shu bilan birga Apache va Nginx veb serverlarning yuqoridagi ko'rsatkichlar bo'yicha farqlari tadqiq etilgan.

Q.Fan va Q.Wanglarning tadqiqot ishida [6] turli arxitekturali veb serverlarning yuqori yuklama vaqtlarida so'rovlarga xizmat ko'rsatish vaqtlariga ta'siri tadqiq etilgan. Bunda, thread-based Tomcat-BIO va asinxron Tomcat-NIO veb serverlarida tadqiqotlar amalga oshirilgan hamda yuklamaning turli hajmlarida ushbu tizimlarning so'rovlarga xizmat ko'rsatish vaqtlari keltirib o'tilgan.

Yana bir tadqiqot ishida [3] esa veb serverlarning xizmat ko'rsatish vaqtlari, veb sahifalarning hajmlariga va foydalanuvchilar so'rovlari soniga nisbatan tahlillari amalga oshirilgan.

Yuqoridagi tahlillar natijasida aytish mumkinki, hozirgi kunda veb tizimlarning xizmat ko'rsatish vaqtini optimallashtirish bilan bog'liq ishlar muhim ahamiyatli ishlar qatoriga kiradi. Quyida, veb serverlarning xizmat ko'rsatish vaqtlari bo'yicha olib borilgan turli izlanishlarimiz natijalari keltirildi.

Material va metodlar

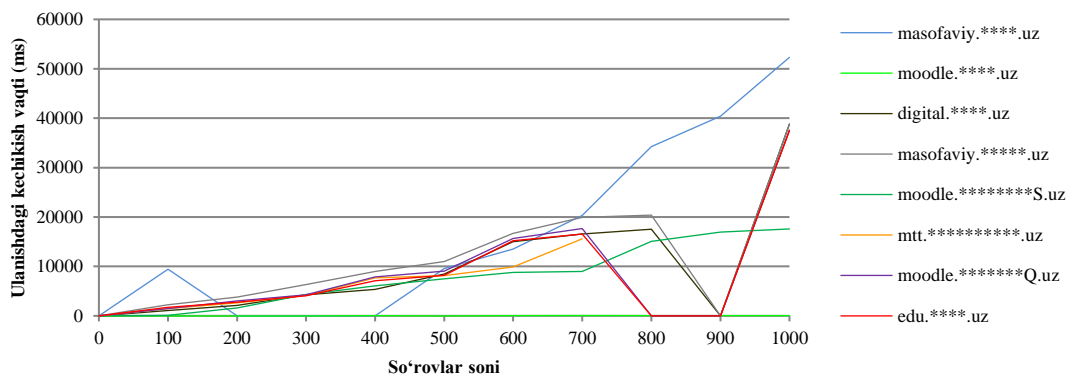
Ushbu tadqiqotlar tobora ommalashib borayotgan masofadan xizmat ko'rsatish tizimlari ustida olib borilgan hamda bu tizimlarni foydalanishga taqdim etishda turli veb serverlardan foydalanilgan. Tadqiqotlar O'zbekiston bo'ylab turli oliy ta'lim muassasalari masofaviy o'qitish tizimlariga Apache JMeter 5.4.1 dasturi yordamida bir vaqtda so'rovlar jo'natish yo'li bilan olib borilgan. Tadqiqot natijalarini keltirishda xavfsizlikni ta'minlash maqsadida oliy ta'lim muassasalari nomlari maxsus belgi (*) bilan almashtirilgan.

1-jadval

Veb saytlarning veb serverlari jadvali

| T/R | Veb sayt nomi | Foydalanilgan veb server |
|-----|--------------------|--------------------------|
| 1 | masofaviy.****.uz | Apache |
| 2 | moodle.****.uz | Nginx |
| 3 | digital.****.uz | Apache |
| 4 | masofaviy.*****.uz | MS IIS |
| 5 | moodle.*****S.uz | Nginx |
| 6 | mtt.*****.uz | Nginx |
| 7 | moodle.*****Q.uz | Apache |
| 8 | edu.****.uz | CloudFlare |

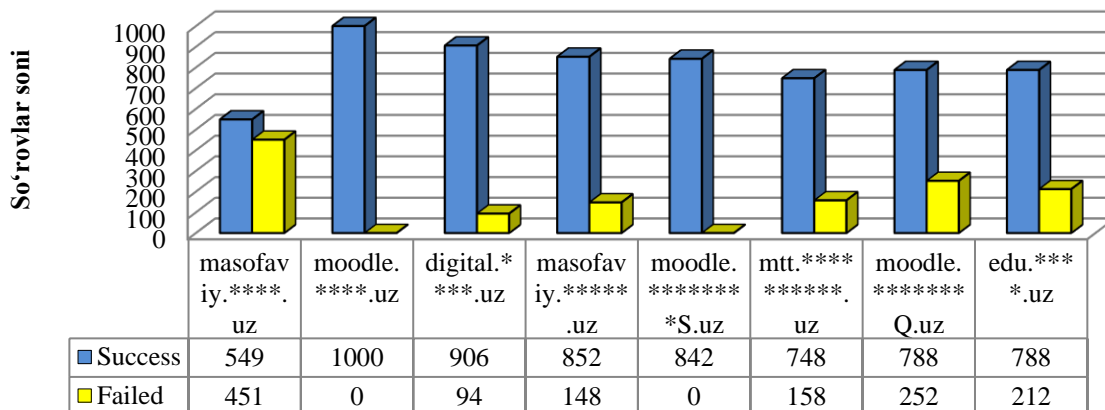
Ushbu tizimlarga so'rovlar jo'natish tezligi sekund birlikni tashkil etdi. Hamda so'rovlar soni sifatida 1000 dona so'rov etib belgilandi. Ushbu tezlik bilan so'rovlar tizimlarga jo'natilganda ulanishdagi kechikish ko'rsatkichi quyidagicha bo'ldi (1-rasm).



1-rasm. So‘rovlar soniga nisbatan kechikish ko‘rsatkichi

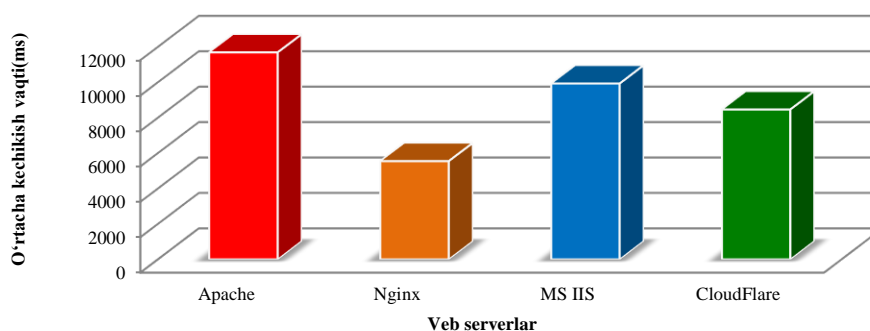
1-rasmdan ko‘rish mumkinki, ba’zi tizim veb serverlarida so‘rovlar sonining ma’lum miqdorida nol kechikish ko‘rsatkichini qayd etildi. Ta’kidlab o‘tish zarurki, ushbu so‘rovlar ko‘rsatkichiga yetganda tizim so‘rovlarni qabul qilish qobiliyatini vaqtinchalik yo‘qotgan. Shu sababli, ushbu qiymatlarda kechikish ko‘rsatkichi nolga teng bo‘lgan.

Agarda tizimlarning so‘rovlarga javob berish ko‘rsatkichiga qarasaq barcha tizimlar ham so‘rovlarning hammasini qabul qilmaganini ko‘rishimiz mumkin (2-rasm).



2-rasm. Tizimlarning so‘rovlarni qabul qilish ko‘rsatkichi

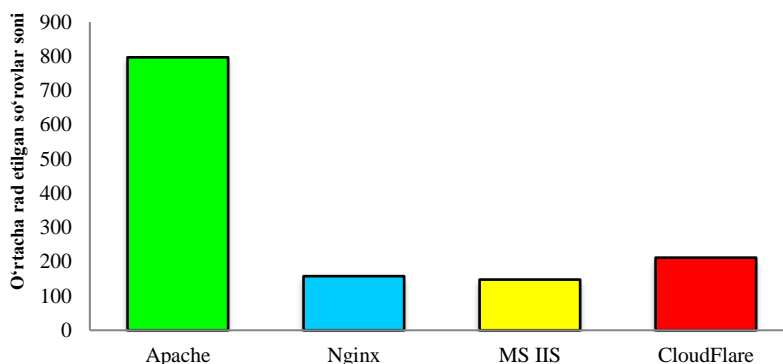
Endi ushbu ko‘rsatkichlarni veb serverlarga bo‘lgan holda veb serverlarning samaradorlik ko‘rsatkichlarini tahlil qilamiz. Yuqoridagi tadqiqotga ko‘ra ulanishdagi kechikish ko‘rsatkichlarining eng yuqorisi Apache veb serverida qayd etildi va eng kichik ko‘rsatkich Nginx veb serverida kuzatildi (3-rasm).



3-rasm. O‘rtacha kechikish ko‘rsatkichlari

O‘rtacha rad etilgan so‘rovlar soni tahliliga ko‘ra quyidagi qiymatlarni ko‘rishimiz mumkin (4-rasm). Bunga ko‘ra ham eng katta qiymat Apache veb serverida ekanligi ko‘rinadi. Eng kichik

ko'rsatkich Nginx va MS IIS deyarli bir xil qiymatga ega. Lekin 1-jadvaldagi ma'lumotlarga asosan aytib o'tish mumkinki, sinovlar o'tkazilgan veb saytlarning faqat bittasida MS IIS veb serverdan foydalanilgan. Shu sababli, eng kichik qiymat Nginx veb server ko'rsatkichi deb qarash mumkin.

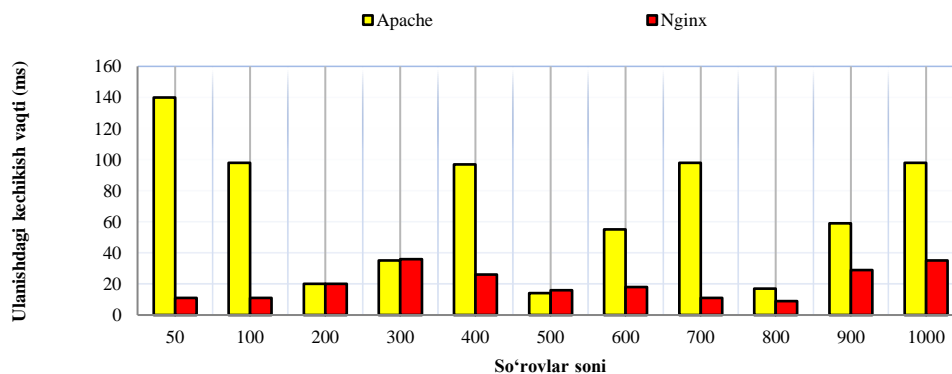


4-rasm. O'rtacha rad etilgan so'rovlar ko'rsatkichlari

So'rovlarning tirbandlik vaqtlarida Nginx veb serverlar natijalari yaxshi ko'rinishda bo'ldi. Ammo, ushbu qiymatlar xulosa chiqarish uchun yetarli hisoblanmaydi. Chunki, ushbu qiymatlar asosida xulosa berish uchun zaruriy bo'lgan tadqiqot o'tkazilgan serverlarning texnik ko'rsatkichlari noma'lumdir. Shu sababli, tadqiqot natijalari bo'yicha to'g'ri xulosa berish uchun quyida bir xil ko'rsatkichli serverlarda qo'shimcha sinovlar amalga oshirildi.

Veb serverlar bilan sinovlar o'tkazish. Buning uchun, Intel Core™ i7-10700T Processor (2.0 GHz base frequency, up to 4.5 GHz with Intel® Turbo Boost Technology, 8 cores, 12 threads, 16 MB cache), 8 GB DDR4 3200 MHz RAM, 256 GB SSD serveridan foydalanildi. Hamda sinovlar Apache va Nginx veb serverlarida olib borildi.

5-rasmda sinov natijasida olingan ulanishdagi kechikish ko'rsatkichlari keltirilgan. Unga ko'ra, olingan natijalardagi qiymatlar yuqoridagi qiymatlar kabi Apache veb server bilan bog'liq kechikishlarni ko'rsatmoqda. Lekin, Nginx veb server uchun ancha kichik va nisbatan mo'tadil o'suvchi va kamayuvchi qiymatlarni ko'rsatdi. Ammo so'rovlarni qabul qilish ko'rsatkichlari bilan bog'liq sinovlarda esa serverga yuborilgan barcha so'rovlarni qabul qilish qayd etildi. Bunga esa sinov o'tkazilgan tizim lokal tarmoqda ekanligi va internet bilan bog'liq ulanish yoki kechikishlar mavjud emasligi sababdir. Chunki, real tizimlarda so'rovlarga xizmat ko'rsatishda ularga shakllantirilgan javobni jo'natish uchun internet aloqasidan foydalanilganligi va natijalar turli hajmda bo'lganligi sababli ularni klientga jo'natish uchun ham ma'lum vaqt talab etiladi. Bu esa tizimda so'rovga xizmat ko'rsatish vaqtining ortishiga va navbatdagi so'rovlarning ko'proq kutishiga sabab bo'ladi. Bu esa o'z navbatida ma'lum miqdordagi so'rovlarga xizmat ko'rsatilmasligiga olib keladi.



5-rasm. Klient va server ulanishidagi kechikish ko'rsatkichlari

Shuni aytib o'tish kerakki, ushbu o'tkazilgan sinovlar veb serverlarning odatiy sozlamalari yordamida amalga oshirildi.

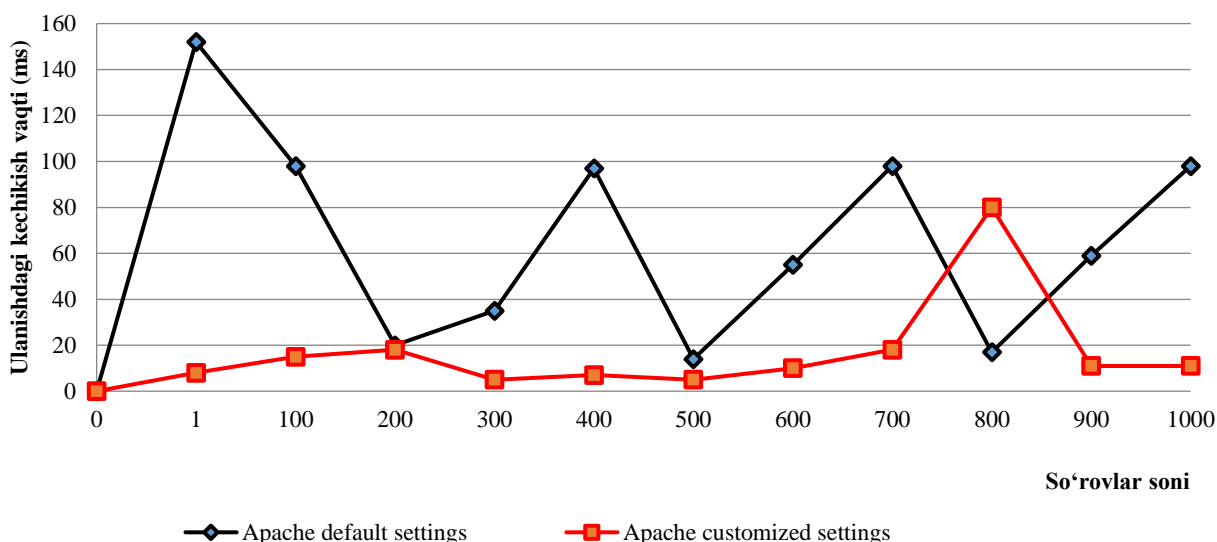
Tadqiqot natijasi va tahlilari

Ammo, izlanuvchi [2, 5, 8, 9, 10]lar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar asosida aytish mumkinki, odatiy sozlamalar bilan so'rovlarga xizmat ko'rsatish barcha holatlarda ham samarali hisoblamaydi. Chunki, barcha server qurilmalarining o'ziga xos texnik ko'rsatkichlari mavjudligi va bu texnik ko'rsatkichlar so'rovlarga xizmat ko'rsatish jarayonlarida asosiy o'rin egallaydi. Shu sababli, veb serverlarni avvalo server texnik ko'rsatkichlariga, bir vaqtda xizmat ko'rsata olish qobiliyatiga va xizmat ko'rsatish vaqtiga ta'sir etuvchi boshqa ko'rsatkichlariga moslash muhimdir. Jumladan, [5, 9] larning tadqiqot ishlarida Apache veb serverining odatiy sozlamalarini server imkoniyatlari moslashtirish orqali tadqiqotlar o'tkazilgan va yuqori yuklama vaqtlarida so'rovlarga xizmat ko'rsatishda yaxshilanishlar kuzatilgan. Bunda avvalo [1] ga asosan serverning bir vaqtda qabul qilishi mumkin bo'lgan so'rovlar soni aniqlandi hamda Apache veb serverning *MaxRequestWorkers* qiymati shunga mos etib belgilandi (2-jadval). Ushbu qiymat Apache veb serverining bir vaqtda xizmat ko'rsatishi mumkin bo'lgan so'rovlari sonini anglatuvchi qiymat hisoblanadi. Odatiy holatda bu qiymat 400 ga teng bo'lganligi sababli, agarda server imkoniyati odatiy qiymatdan kichik bo'lsa u holda kelayotgan so'rovlarning yo'qotilish ehtimoli katta bo'ladi. Chunki, bunda kutish holatidagi so'rovlar soni bir vaqtda xizmat ko'rsatish imkoniyatidan juda katta bo'lib ketadi hamda ma'lum vaqtdan so'ng ular rad etilgan javob qabul qilishni boshlaydi. Veb server sozlamalari server ko'rsatkichlari imkoniyatlariga moslashtirilgandan so'ng ulanishdagi kechikish vaqtlari ham umumiy hisobda sezilarli ravishda kamaydi (6-rasm).

2-jadval

Apache veb server sozlamalari

| Odatiy sozlama | Moslashtirilgan sozlama |
|--|---|
| MaxRequestWorkers 400 MaxThreads 1000 Timeout 300 | MaxRequestWorkers 165 MaxThreads 40 Timeout 30 |



6-rasm. Apache veb serverining odatiy va moslashtirilgan sozlamalari natijalari grafigi

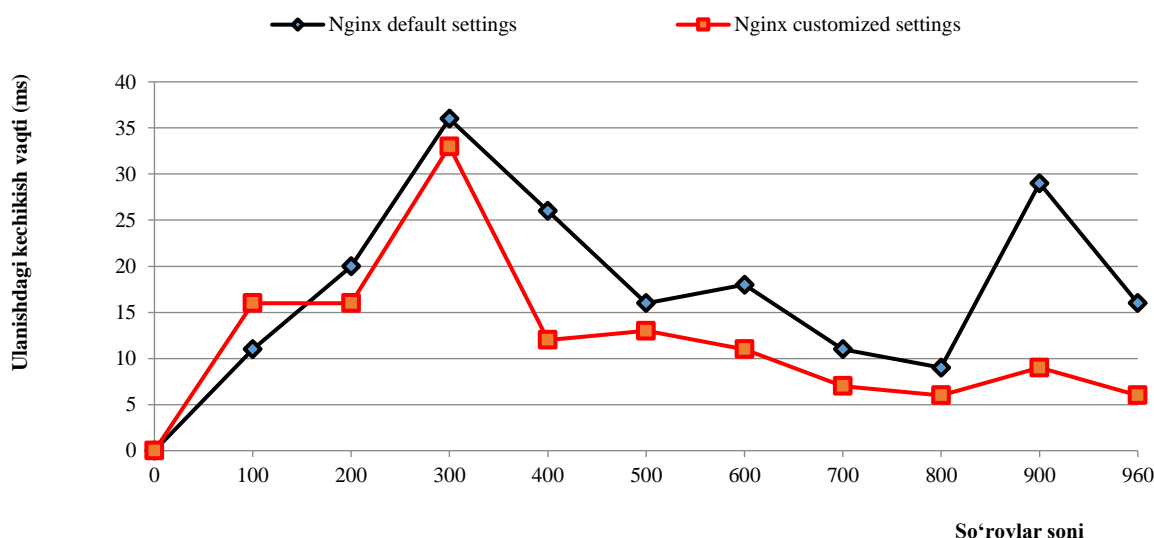
Nginx veb serverining sozlamalari quyidagicha o'zgartirildi.

3-jadval

Nginx veb server sozlamalari

| Odatiy sozlama | Moslashtirilgan sozlama |
|---|--|
| worker_processes auto; worker_connections 1024; keepalive_timeout 65s; client_body_timeout 12s; client_header_timeout 12s; keepalive_timeout 65s; send_timeout 10s; #gzip on | worker_processes 8; worker_connections 8192; keepalive_timeout 75s; client_body_timeout 15s; client_header_timeout 30s; send_timeout 30s; gzip on; gzip_comp_level 5; gzip_min_length 256; gzip_types text/plain text/css application/json application/javascript text/xml application/xml application/xml+rss text/javascript; |

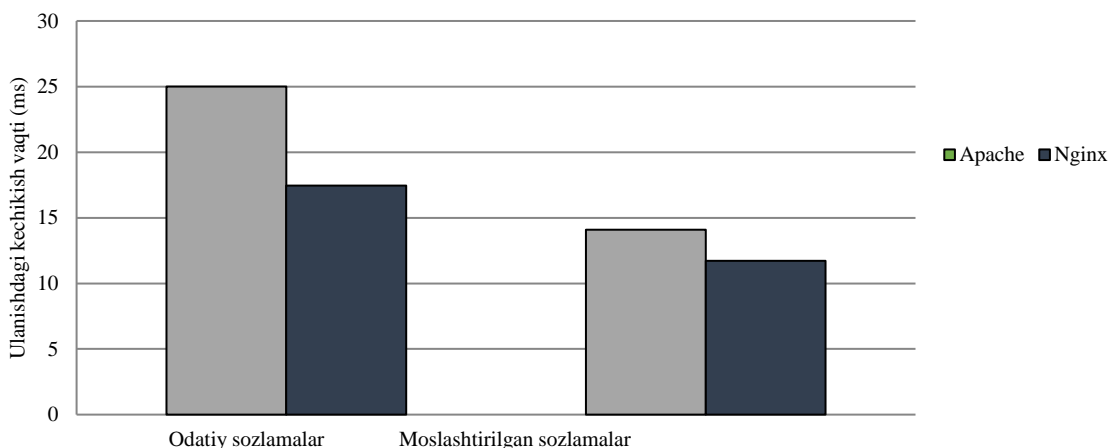
O'zgartirishlar natijasida olingan qiymatlar quyidagi 7-rasmda keltirilgan.



7-rasm. Apache sozlamalarning odatiy va moslashtirilgan holatlaridagi kechikishlar ko'rsatkichlari

Natijalardan ko'rish mumkinki, veb serverlarning sozlamalarini serverning imkoniyatlariga moslashtirish orqali, so'rovlarga xizmat ko'rsatishdagi kechikishlarni kamaytirishga erishish mumkin.

Olingan natijalar farqlariga ko'ra, Nginx veb serverining natijalari Apache veb server natijalariga nisbatan ancha kichik ekanligini ko'rishimiz mumkin (8-rasm). Shuni aytib o'tish kerakki, bu jarayonda sozlamalarning odatiy va moslashtirilgan ko'rsatkichlarining barchasida ham Nginx veb server natijalari Apache veb server natijalariga nisbatan kichikroq va rad etilgan so'rovlar soni kamroq bo'ldi.



8-rasm. Apache va Nginx veb serverlarining taqqoslama grafigi

Xulosa

Yuqorida o‘tkazilgan sinovlar natijalari asosida aytish mumkin, tizim uchun veb serverlarni tanlash va ular asosida xizmat ko‘rsatish, ish unumdorligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Lekin, ularning yuklamani yuqori vaqtlari uchun kerakli ko‘rinishda sozlash va ularning server texnik ko‘rsatkichlariga mos bo‘lishi ham muhim hisoblanadi. O‘tkazilgan sinovlar ham odatiy sozlamalardan ko‘ra server texnik ko‘rsatkichlariga moslashtirilgan veb serverlarda o‘tkazilgan sinov natijalari samaraliroq ekanligi ko‘rsatdi. Shu bilan birga, Apache va Nginx veb serverlarining natijalari orasida ham katta farqlar kuzatildi. Hamda, Nginx veb serverining natijalari so‘rovlarning yuqori tirbandligi vaqtlarida samaraliroq ekanligi qayd etildi.

Adabiyotlar

- [1] Abdullaev, E., Zakirov, V., & Shukurov, F. (2023). Assessment of the distance learning server's operation strategies and service capacity in advance. *E3S Veb of Conferences*, 06016.
- [2] Atto, K., & Kotova, E. E. (2020). Communicative strategies simulation in intelligent learning environment. *In 2020 IEEE Communication Strategies in Digital Society Seminar*, 37-39.
- [3] Chen, C. P., Lin, G. J., Lin, Y. H., Song, H. P., & Bai, Y. W. (2015). Performance measurement and queueing model of Veb servers with a variation of Vebpage sizes. *In 2015 International Symposium on Next-Generation Electronics*, 1-4.
- [4] Chyrvon, A., Lisovskyi, K., & Kyryndas, N. (2023). The main methods of load balancing on the Nginx Veb server. *. Collection of Scientific Papers «ΑΙΟΓΟΣ»*, 146-151.
- [5] *Digital Ocean*. (2021). From <https://www.pingdom.com/blog/optimizing-load-times-on-apache-veb-server-on-digital-ocean-with-solarwinds-pingdom-2/>.
- [6] Fan, Q., & Wang, Q. (2015). Performance comparison of Veb servers with different architectures: A case study using high concurrency workload. *In 2015 Third IEEE Workshop on Hot Topics in Veb Systems and Technologies*, 37-42.
- [7] Jader, O. H., Zeebaree, S. R., & Zebari, R. R. (2019). A state of art survey for Veb server performance measurement and load balancing mechanisms. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 535-543.
- [8] Kavon., A. (2020). *How To Optimize Nginx Configuration*. From Digital Ocean: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-optimize-nginx-configuration>.
- [9] Liu, X., Sha, L., Diao, Y., Froehlich, S., Hellerstein, J. L., & Parekh, S. (2003). Online response time optimization of Apache Veb server. *In Quality of Service — IWQoS 2003*, 321-326.

-
- [10] Ma, C., & Chi, Y. (2022). Evaluation test and improvement of load balancing algorithms of Nginx. *IEEE Access*, 14311-14324.
- [11] Putro, Z. P., & Supono, R. A. (2022). Comparison analysis of Apache and Nginx Webserver load balancing on Proxmox VE in supporting server performance. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 144-151.
- [12] Jader, O. H., Zeebaree, S. R., & Zebari, R. R. (2019). A state of art survey for Web server performance measurement and load balancing mechanisms. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 535-543.
- [13] Radhakrishnan, S. (2019). *High performance Web servers: A study in concurrent programming models*. From hdl.handle.net: <http://hdl.handle.net/10012/14706>
- [14] La Lau, R. (2021). Web server Part 1: Apache/Nginx basics. In *Practical Internet Server Configuration*, 146-151. From https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6960-2_9
- [15] Yao, Y., & Xia, J. (2016). Analysis and research on the performance optimization of Web application system in high concurrency environment. In *2016 IEEE Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference*, 321-326.
- [16] Kunda, D., Chihana, S., & Sinyinda, M. (2017). Web server performance of Apache and Nginx. *A systematic literature review. Computer Engineering and Intelligent Systems*, 43-52.